รายงานวิจัย

คุณลักษณะทางกายภาพของอนุภาคผงสมุนไพรภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบางชนิด

Physical Properties of Herbal Particles from Local Wisdom Affected on Some Antibacterial Activities

โดย
ฮาซัน ดอปอ
อิมรอน มีชัย
รอมลี เจ๊ะดอเลาะ
สุนีย์ แวมะ

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษาประจำปี 2561
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย	คุณลักษณะทางกายภาพของอนุภาคผงสมุนไพรภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบางชนิด
ชื่อผู้วิจัย	ฮาซัน ดอปอ อิมรอน มีชัย รอมลี เจ๊ะดอเลาะ สุนีย์ แวมะ
สาขา	เคมี
คณะ	วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย	ราชภัฏยะลา
ปีงบประมาณ	2561

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสมบัติทางกายภาพของอนุภาคผงสมุนไพรท้องถิ่นที่มีหม้อข้าวหม้อแกงลิงเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่ออธิบายกระบวนการในการฆ่าและยับยั้งเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิด โดยเริ่มศึกษาลักษณะของพื้นผิวจากค่าประจุบนพื้นผิว (point of zero charge) ศึกษาขนาดของพื้นที่ผิว (surface area) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เป็นต้น พบว่า มีค่าประจุบนพื้นผิวเท่ากับ 6.0 ทำให้สามารถดูดซับโมเลกุลของเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี เนื่องจากโมเลกุลของเชื้อโรคมีค่าพีเอชน้อยกว่าค่า pH_{PZC} คาดว่าการที่อนุภาคผงสมุนไพรสามารถดูดซับโมเลกุลของเชื้อโรคได้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับขนาดพื้นที่ผิว เนื่องจากมีค่าน้อย คือ 2.7817 m^2/g จากค่าการสั่นของพันธะในตัวอย่างผงสมุนไพรโดยรวมพบว่าเป็นสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลักสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุองค์ประกอบจากเทคนิค EDS

คำสำคัญ : ผงสมุนไพร หม้อข้าวหม้อแกงลิง ค่าประจุบนพื้นผิว

Research Title	Physical properties of herbal particles from local wisdom affected on some antibacterial activities
Researchers	Hasan Daupor Imron Meechai Romlee Chedoloh Sunee Waema
Major	Chemistry

Faculty Science Technology and Agriculture
University Yala Rajabhat University
Year 2018

Abstract

This research The objective is to study the relationship of physical properties of local herb powder particles with Nepenthes as the main component. To explain the process of killing and inhibiting the pathogens that cause certain diseases By studying the characteristics of the surface from the point of zero charge, studying the surface area, studying the morphological characteristics, etc., found that the charge on the surface is equal to 6.0, allowing the adsorption of the molecules of Germs as well Since the molecules of the pathogen have a pH value less than the pH_{PZC}, it is expected that the powder particles can absorb the molecules of the pathogen, not related to the surface area size. Due to the low value of 2.7817 m^2 / g from the vibration of the bond in the herbal powder sample as a whole. It is found that organic matter with carbon and hydrogen is the main component in accordance with the analysis of elemental composition from EDS technique

Keywords: Herbal powder; *Nepenthes mirabilis*; point of zero charge

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณชาวบ้าน อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างผงสมุนไพรสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนงบบำรุงการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ประจำปีงบประมาณ 2561

ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือศึกษาเอกลักษณ์ทางเคมี (FTIR)

ขอขอบคุณพ่อแม่ ภรรยา (นางสาวมาเรียม หะยีดอปอ) และลูก (ดช.มุฮซิน ดอปอ) และเพื่อน ๆ นักวิจัยทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยมาโดยตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
สมุนไพรยารักษาโรค 3
คุณสมบัติของสมุนไพร 4
ข้อดีของการใช้สมุนไพร 5
ไข้ 5
หลักการใช้ยาสมุนไพร 6
ปัจจัยที่สำคัญต่อประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรในช่วงเวลาที่เก็บยาสมุนไพร 6
การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพร 7
การปรุงยาสมุนไพร 7
การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ยา 9
ตัวอย่างผงสมุนไพรที่มีขายในท้องตลาด 9
พืชท้องถิ่นที่ใช้ศึกษา 13
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหม้อข้าวหม้อแกงลิง 13
ทฤษฎีเกี่ยวกับจุดไร้ประจุ 15
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง หน้า
บทที่ 3 วัสดุและวิธีการวิจัย 18
กลุ่มตัวอย่าง 18
เครื่องมือ 18
อุปกรณ์ 18
สารเคมี 18
วิธีการหาประจุบนพื้นผิว 20
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 21
ประจุบนพื้นผิวผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิง 21
ผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของผงสมุนไพรด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟาเรดสเปกโตมิเตอร์ 22
การวิเคราะห์คุณสมบัติของสารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราดและเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX) 23
เอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX) 24
ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller Method (BET) 27

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 29
บรรณานุกรม 30
ภาคผนวก ก ผงสมุนไพรผงหม้อข้าวหม้อแกงลิง 33
ภาคผนวก ข ผงหม้อข้าวหม้อแกงลิงกระจายตัวในน้ำปราศจากไอออน 34
ภาคผนวก ค ผลการวัดค่า pH ก่อนและหลัง 35
ภาคผนวก ง ผงหม้อข้าวหม้อแกงลิงกระจายตัวในน้ำปราศจากไอออน 36
ภาคผนวก จ ตารางการคำนวณโดยใช้ ImageJ ที่กำลังขยาย 100 เท่า แบบก้อนใหญ่ 37
ภาคผนวก ฉ ตารางการคำนวณโดยใช้ ImageJ ที่กำลังขยาย 100 เท่า แบบก้อนเล็ก 38
ประวัตินักวิจัย 39

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
4.1 ชนิดและปริมาณของธาตุในผงสมุนไพร Nepenthes mirabilis 27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ผงใบย่านาง	10
2.2	ผงฟ้าทะลายโจร	11
2.3	ผงบอระเพ็ด	11
2.4	ผงชะเอมเทศ	12
2.5	ผงกระชายดำ	13
2.6	จุดไร้ประจุ	15
4.1	ค่า pH เริ่มต้นกับค่า pH สุดท้าย	21
4.2	ผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของผงสมุนไพรด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟาเรดสเปกโตมิเตอร์	22
4.3	การวิเคราะห์คุณสมบัติของสารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราดและเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX)	23
4.4	เอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX)	25
4.5	ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller Method (BET)	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในอดีตยุคที่โลกยังขาดเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ ผู้คนรู้จักดิ้นรนเพื่อความอยู่รอดจากโรคภัยดังกล่าว ทำให้เกิดเป็นภูมิปัญญามากมายที่คนปัจจุบันได้นำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ เช่น อบเชย สมุนไพรที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถรักษาโรคเบาหวานได้ ส่วนที่นำมาใช้เป็นยาสมุนไพรนั้นเป็นส่วนของเปลือกต้นไม้ ที่ผ่านการตากแดดมาแล้ว โดยอบเชยที่มีคุณภาพดีต้องมีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีสนิม มีความตรงและยาว 1 เมตร มีรสเผ็ด หวานชุ่ม มีกลิ่มหอม มีฤทธิ์ร้อน (พระครูอินทสารวิจักษ์ อินฺทสโร, 2551) สมอไทย เป็นหนึ่งในสมุนไพรรักษามะเร็ง ที่มีฤทธิ์ในการกำจัดพิษออกจากร่างกาย อุดมด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์มากมาย สมอไทยยังช่วยบำรุงร่างกาย และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ จากการวิจับพบว่าสารสำคัญในสมอไทย ช่วยป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระได้สูงถึง 90% และช่วยเสริมภูมิต้านทานโรค สมอไทยยังสามารถจำกัดเชื้อแบคที่เรียที่เป็นต้นเหตุของแผลในกระเพาะอาหาร ซึ่งก็จะช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหารได้อีกด้วย (ซาลายา กูนิง, 2555) แต่ส่วนใหญ่วิธีการบริโภคนั้นนิยมนำตัวอย่างพืชมาต้มกับน้ำจนเดือด เพื่อเป็นการสกัดตัวยาสำคัญออกมา แล้วนำไปดื่มรักษาโรคต่าง ๆ เช่น ฟ้าทะลายโจร ตามระบุในบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2549 กำหนดขนาดใช้ของฟ้าทะลายโจร โดยถ้ามีอาการหวัดเจ็บคอ รับประทานครั้งละ 1.5-3 กรัม วันละ 4 ครั้ง หลังอาหารและก่อนนอน การบริโภคฟ้าทะลายโจรในครัวเรือนแบบภูมิปัญญาพื้นบ้านในรูปแบบของยาต้ม โดยใช้ใบและกิ่งสด ล้างให้สะอาด สับเป็นท่อนสั้น ๆ ประมาณ 1 กำมือ ต้มกับน้ำ 10-15 นาที ดื่ม ก่อนอาหารวันละ 3 ครั้ง จะช่วยบรรเทาอาการหวัดได้ ช่วยบรรเทาอาการหวัดและเสริมภูมิต้านทานดีกว่าการใช้ยาปฏิชีวนะมานานหลายร้อยปี จนได้รับการรองรับจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ว่าเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรรักษาโรคหวัด ไข้หวัดใหญ่ ไซนัสอักเสบที่ได้ผลดี โดยมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อไวรัส เพิ่มภูมิต้านทาน ลดไข้ และลดการอักเสบ ช่วยให้จมูกโล่ง และลดอาการเจ็บคอ ระคายคอ (กีรติญา และยิ่งมณี, 2555) หรือพืชบางชนิดจะนำมาดองกับเหล้า จนเป็นยาดองสมุนไพรรักษาโรคต่าง ๆ ได้เช่นกัน ปัจจุบันผู้บริโภคมีความตื่นตัวในการรักษาสุขภาพตนเองมากขึ้น จึงได้มีการทำผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพขึ้น ทั้งเพื่ออุปโภคและบริโภค และมีรัฐบาลผลักดันเพื่อต้องการสร้างงานสร้างอาชีพให้กับชุมชน และเพื่อสานต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่ตลอดไป

จากภูมิปัญญาชาวบ้านสำหรับวิธีการบริโภคยาสมุนไพร ยังมีอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การบริโภคแบบผง ชาวบ้านมักจะนำส่วนลำต้น เปลือก กิ่งก้าน หรือรากของต้นสมุนไพร แต่ละส่วนขึ้นอยู่กับโรคที่ต้องการรักษา นำมาฝนที่ก้นโอ่งดินเผา เพื่อทำให้ส่วนของลำต้น เปลือก กิ่งก้าน หรือราก แตก

ออกมาเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สามารถแขวนลอยในน้ำได้ แล้วนำมาดื่มรักษาโรคต่าง ๆ เช่น สมุนไพรากหญ้านาง มีสรรพคุณดับพิษและลดไข้ได้หลายชนิด ได้แก่ ไข้พิษ ไข้หัด ไข้ผิดสำแดง สมุนไพรยาห้าราก มีตัวยาใช้แก้โรคหวัดติดเชื้อ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้ผดผื่นคัน แก้อักเสบ สมุนไพรชะเอมไทย มีสรรพคุณแก้ไอ แก้กระหาย เป็นยาระบาย บรรเทาอาการเจ็บคอ (ปฐมา จันทรพล, 2014) บัญชียาจากสมุนไพร ในบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2556 ได้แบ่งรายการยาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ยาแผนไทยหรือยาแผนโบราณ และกลุ่มที่ 2 ยาพัฒนา จากสมุนไพร ซึ่งยาเหล่านี้สามารถเตรียมได้หลากหลาย รูปแบบ ได้แก่ ยาผง ยาเม็ด ยาแคปซูล ยาลูกกลอน ยาน้ำ ยาครีม ยาขี้ผึ้ง ยาชง เป็นต้น โดยยาผง ยาเม็ด และยาแคปซูลเป็นรูปแบบยาที่พบได้มากที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา) เนื่องจากยาเหล่านี้เป็นยาเตรียมในรูปแบบของแข็ง สมบัติการไหลของผงยาจึงมี ความสำคัญต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของตัวยาในยาเตรียมแต่ละหน่วย

จากวิธีการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอนุภาคของสารสมุนไพรสามารถรักษาโรคได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่ามีสมุนไพรบางชนิดที่ชาวบ้านนำมาบดเป็นผงสำเร็จรูป นำมาละลายน้ำดื่มรักษาอาการไข้ ตัวร้อน ร้อนในได้ดี ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำตัวอย่างผงสมุนไพรสูตรภูมิปัญญาชาวบ้านมาศึกษาฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด พร้อมด้วยศึกษาขนาดของอนุภาคและการกระจายตัวของอนุภาคผงสมุนไพรด้วยเครื่องมือ SEM-EDX, BET และ FTIR เป็นต้น

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพประจุบนพื้นผิวของผงสมุนไพร (pH_{pzc})

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของอนุภาคผงสมุนไพรด้วยเครื่องมือ SEM, FTIR และเครื่องมืออื่น ๆ ที่จำเป็น

1.2.3 เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดของอนุภาคผงสมุนไพร

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สมุนไพรยารักษาโรค

สมุนไพรกำเนิดจากธรรมชาติและมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ในทางสุขภาพด้านส่งเสริมสุขภาพและการรักษาโรค การรักษาโรคโดยการใช้สมุนไพร เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่บรรพบุรุษได้สร้างสรรค์จากประสบการณ์เพื่อแก้ปัญหาการดำรงชีวิตโดยพัฒนาเป็นองค์ความรู้ภูมิปัญญาตามศักยภาพและสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ของตนผ่านการสังเกต ทดลองและถ่ายทอดเป็นความรู้มาสู่รุ่นต่อรุ่น มีการประยุกต์ปรับเปลี่ยนไปตามสภาพการณ์ทางสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม แนวคิดพื้นฐานของภูมิปัญญาชาวบ้านในการใช้สมุนไทยเพื่อรักษาโรคอยู่บนหลักการที่ว่า คนมีสุขภาพดีเมื่อธาตุทั้งสี่ คือ ดินน้ำ ลม ไฟ ในร่างกายมีความสมดุล คำว่า (สมุนไพร) ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยาสมุนไพรกำเนิดมาจากธรรมชาติและมีความหมายต่อชีวิตมนุษย์ โดยเฉพาะในทางสุขภาพอันหมายถึงทั้งการส่งเสริมสุขภาพและการรักษาโรค ความหมายของยาสมุนไพรในพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 ได้ระบุว่ายาสมุนไพร หมายความว่า ยาที่ได้จากพฤกษาชาติสัตว์หรือแร่ธาตุ ซึ่งมิได้ผ่านขั้นตอนการแปรรูปใด ๆ แต่ในทางการค้าสมุนไพรมักจะถูกดัดแปลงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถูกหั่นให้เป็นชิ้นเล็กลง บดเป็นผงละเอียดหรืออัดเป็นแท่ง แต่ในความรู้สึกของคนทั่วไปเมื่อกล่าวถึงสมุนไพร มักนึกถึงเฉพาะต้นไม้ที่นำมาใช้เป็นยาเท่านั้น

สมุนไพร หมายถึง พืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรคหรืออาการเจ็บป่วยต่าง ๆ การใช้สมุนไพรสำหรับรักษาโรคหรืออาการเจ็บป่วยต่าง ๆ นี้ จะต้องนำเอาสมุนไพรตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาผสมรวมกันซึ่งจะเรียกว่า “ยา” ในตำรับยา นอกจากพืชสมุนไพรแล้ว ยังอาจประกอบด้วยสัตว์และแร่ธาตุอีกด้วยเรียกพืชสัตว์ หรือแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของยานี้ว่า “เภสัชวัตถุ” พืชสมุนไพรบางชนิด เช่น เร่ว กระวาน กานพลู และจันทร์เทศ เป็นต้น

สมุนไพร หมายถึง ผลิตผลจากธรรมชาติได้จากพืชหรือสัตว์ และแร่ธาตุที่ใช้เป็นยา หรือผสมกับสารอื่นตามตำรับยา เพื่อบำบัดโรคบำรุงร่างกายหรือใช้เป็นยาพิษ เช่น กระเทียม น้ำผึ้ง รากดิน ไส้เดือน เขากวางอ่อน กำมะถัน ยางน่องโล่ติ้น เป็นต้น เนื่องจากในอดีตมนุษย์และสัตว์ได้เรียนรู้เป็นภูมิปัญญานำสมุนไพรมาใช้เป็นยาในการรักษา บรรเทาอาการเจ็บป่วยต่าง ๆ นำมาสืบทอดต่อกันเรื่อยมา จนกระทั่งวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ที่เจริญมากขึ้น มนุษย์แถบตะวันตกได้มีการคิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์ เครื่องมือทันสมัยต่าง ๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์ ตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลสิ่งที่ไม่เคยรู้ในสมัยก่อนเพิ่มมากขึ้นการสกัดสารสำคัญจากธรรมชาติและวิจัยทดลองผลในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ที่สั่งสมต่อ ๆ กันมาจนสามารถบ่งชี้สารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและทราบสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบที่ให้ผลทางการรักษาได้อย่างแม่นยำ นำไปสู่การสังเคราะห์สารดังกล่าวในห้องปฏิบัติการทดแทนการสกัดจากธรรมชาติซึ่งมีปริมาณน้อยและมีต้นทุนการผลิตสูงมาก ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้อย่างมาก ยามีราคาถูกลงและมีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้ได้อย่างทั่วถึง การสังเกตเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผลทางเภสัชวิทยาและสูตรโครงสร้างทางเคมีอย่างเป็นระบบได้ต่อยอดการวิจัยและพัฒนาเรื่อยมาเกิดเป็นยาใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิผลดีกว่า

ปลอดภัยมากขึ้นอีกมากมายหลายตัวและเป็นที่มาของการแพทย์แผนปัจจุบัน ซึ่งให้ผลดี รวดเร็ว น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับมากกว่าการใช้สมุนไพรหรือยาจากธรรมชาติ จนเมื่อยาแผนปัจจุบันไม่สามารถรักษาโรคมะเร็งให้หายได้และทำให้เกิดผลข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์มากมายเกินขอบเขตที่ร่างกายจะทนทานได้ ความสิ้นหวังในผลการรักษาและอาการไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากการใช้ยาแผนปัจจุบัน ผู้ป่วยโรคมะเร็งเสียชีวิต เพราะยามากกว่าจากโรคมะเร็งเองเสียอีก ทำให้มนุษย์ต้องแสวงหาทางเลือกอื่นนั่นคือ การหวนกลับมาพึ่งพิงธรรมชาติบำบัดอีกครั้งหนึ่ง อันนำไปสู่กระแสความนิยมผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้รับความสนใจอย่างมากเสมือนเป็นที่พึ่งแห่งสุดท้ายก็ว่าได้ (ศิรินารถ, 2553)

2.2 คุณสมบัติของสมุนไพร

- ทำลายหรือยับยั้งเชื้อโรค
- ส่งเสริมการสร้างภูมิคุ้มกันโรค
- บรรเทาอาการเจ็บป่วยและปรับสภาพร่างกายให้เป็นปกติ
- มีผลข้างเคียงหรือตกค้างน้อยมาก เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติ

สมุนไพรสำหรับงานสาธารณสุขมูลฐานส่วนใหญ่เป็นพืชสมุนไพร พืชหรือต้นไม้มีองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน คือ ราก ลำต้น ใบ ดอกและผล ส่วนของพืชเหล่านี้มีรูปร่าง ลักษณะโครงสร้างและบทบาทต่อพืชที่แตกต่างกัน การนำสมุนไพรมาใช้เป็นยาต้องคำนึงถึงธรรมชาติของสมุนไพรแต่ละชนิด พันธุ์สมุนไพร ชื่อสามัญ ชื่อท้องถิ่น ชื่อวิทยาศาสตร์ สภาวะแวดล้อมในการปลูก ฤดูกาลและช่วงเวลาที่เก็บสมุนไพร นับเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดคุณภาพของสมุนไพร และสิ่งสำคัญคือต้องมีการตรวจสอบเอกลักษณ์ว่าใช่สมุนไพรที่ต้องการ การเก็บตัวอย่างในระยะเวลาที่เหมาะสม ระวังการปนเปื้อนระวังเรื่องพืชเป็นโรคและการตาก สมุนไพรต้องไม่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไป ระวังเรื่องการเก็บรักษาให้สะอาด แห้ง การระบายที่ดีและป้องกันเชื้อรา

สมุนไพรที่ถูกนำมาศึกษาสวนใหญ่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งจุลชีพได้กว้าง กล่าวคือ สารเคมีที่อยู่ในสมุนไพรมีฤทธิ์ในการป้องกันการติดเชื้อและสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ ดังนั้นการนำสมุนไพรไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเหมาะสมจึงอาจจะไม่ได้เกิดจากสาระสำคัญเพียงชนิดเดียว แต่เกิดจากการทำงานการออกฤทธิ์ของสารประกอบหลายชนิดร่วมกัน ถ้าสมุนไพรที่ใช้ไม่ใช่พืชอาหารควรต้องดูหลักฐานว่าปลอดภัยหรือไม่ โดยพิจารณาดูจากการทดสอบความเป็นพิษ ขนาดที่ใช้และระยะเวลาที่ปลอดภัยก่อนนำสู่ผู้บริโภค (ประสาทพร และคณะ, 2551)

2.3 ข้อดีของการใช้สมุนไพร (สุบัณฑิต และวีรพงศ์, 2557)

2.3.1 มีความเป็นพิษต่ำ เนื่องจากสมุนไพรส่วนมากมีฤทธิ์อ่อน ก่อให้เกิดอาการเป็นพิษหรืออาการข้างเคียงได้น้อยกว่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน

2.3.2 ค่าใช้จ่ายน้อย เพราะสมุนไพรเป็นพืชประจำถิ่นที่หาได้ง่ายและสามารถปลูกได้อย่างง่ายดายส่งผลให้สมุนไพรมีราคาที่ถูกกว่ายาแผนปัจจุบันเป็นอย่างมาก

2.3.3 เป็นที่พึ่งของคนในชนบทที่ห่างไกล ตามปกติแล้วประชาชนในพื้นที่ชนบทมักเดินทางมารักษาในโรงพยาบาลหรือสถานบริการทางการแพทย์ได้ไม่สะดวกนัก แต่หากมีการใช้สมุนไพรใน

ท้องถิ่นก็จะสามารถรักษาโรคพื้นฐานได้ เช่น อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องผูกและอุจจาระร่วง เป็นต้น

2.3.4 เป็นการป้องกันการขาดแคลนยาแผนปัจจุบันในสภาวะคับขัน เนื่องจากยาแผนปัจจุบันมักต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ส่งผลให้หากเกิดภาวะขาดแคลนหรือสภาวะสงครามย่อมทำให้การขนส่งเป็นไปได้อย่างยากลำบาก

2.4 ไข้ (Fever หรือ Pyrexia)

ไข้ เป็นอาการซึ่งร่างกายมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่าปกติโดยสูงมากกว่า 37.5 องศาเซลเซียส (ปกติอุณหภูมิร่างกายคือ 37 องศาเซลเซียส) เมื่อมีการติดเชื้อโรคหรือมีการเจ็บป่วยอุณหภูมิร่างกายจะสูงขึ้น อุณหภูมิปกติของร่างกายเกิดจากการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อและตับ โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของสมองส่วนที่เรียกว่า ไฮโปธาลามัส (Hypothalamus) ซึ่งเป็นสมองส่วนอยู่ลึกของสมองใหญ่ ทั้งนี้การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายโดยการกำจัดความร้อนที่เกิดในร่างกายออกทางเหงื่อ(ทางผิวหนัง) และทางการหายใจ (ทางปอด) เมื่อร่างกายเกิดการติดเชื้อโรคหรือจากบางสาเหตุ (เช่น มีเลือดออกในสมอง) จะส่งผลกระตุ้นให้สมองไฮโปธาลามัสตอบสนองด้วยการปรับอุณหภูมิร่างกายให้สูงขึ้น เนื้อเยื่อที่จะทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิของร่างกายตามคำสั่งของสมองคือกล้ามเนื้อและหลอดเลือด โดยหลอดเลือดจะหดตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนแพร่กระจายออกทางผิวหนังและทางปอด ซึ่งการหดตัวของหลอดเลือดนอกจากส่งผลให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นแล้วจะส่งผลให้ผู้มีไข้รู้สึกหนาวจากมีการลดปริมาณของเลือดที่หล่อเลี้ยง นอกจากนั้นกล้ามเนื้อต่าง ๆ จะหดเกร็งจึงก่ออาการหนาวสั่น ซึ่งทั้งหมดคือ อาการไข้ขึ้นแต่เมื่อการกระตุ้นสมองไฮโปธาลามัสลดลง สมองไฮโปธาลามัสจะตอบสนองด้วยการปรับลดอุณหภูมิร่างกายหลอดเลือดจะกลับมาขยายเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้รับเลือดเพิ่มขึ้น อุณหภูมิในเนื้อเยื่อเหล่านั้นจึงเพิ่มขึ้นร่างกายจึงขับความร้อนออกทางเหงื่อ ดังนั้นจึงเกิดอาการเหงื่อออกเมื่อไข้ลดลง (พวงทอง, 2558)

2.4.1 สาเหตุสำคัญและพบบ่อยที่ทำให้เกิดไข้คือ จากการติดเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่พบบ่อยคือ

2.4.1.1 จากเชื้อไวรัส (ไวรัส : โรคจากติดเชื้อไวรัส) เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ และโรคหัด

2.4.1.2 จากเชื้อแบคทีเรีย (แบคทีเรีย: โรคจากติดเชื้อแบคทีเรีย) เช่น โรคไข้จับสั่น โรคไอกรน โรคไส้ติ่งอักเสบ โรคฉี่หนู และโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ

ไข้จากสาเหตุอื่น ๆ ที่พบได้บ้าง เช่น จากโรคภูมิต้านตนเอง โรคออโตอิมมูน โรคข้ออักเสบรูมาตอย และโรคมะเร็ง

2.5 หลักการใช้ยาสมุนไพร

เนื่องจากตัวอย่างตำรับยาส่วนใหญ่ เป็นยาบำรุงร่างกายในสมัยก่อนเป็นส่วนของวิถีชีวิตคนไทย แค่พูดว่ามีส่วนประกอบอะไร ทุกคนจะรู้ว่าใช้อย่างไร กินอย่างไร โดยไม่จำเป็นต้องเขียนไว้เป็นลายลักษณ์อักษร แต่การขาดระบบบันทึกที่ชัดเจนกลายเป็นปัญหาที่ทำให้การใช้สมุนไพรยากำลังและยาบำรุงร่างกายค่อย ๆ เลือนหายไปจากสังคม เพราะคนรุ่นหลังไม่กล้าปรุง ไม่กล้าใช้ เนื่องจากขาดเอกสารและข้อมูลที่จะใช้อ้างอิง ดังนั้นบันทึกของแผ่นดิน 4 สมุนไพรยากำลัง จึงได้รวบรวมหลักการใช้ยาสมุนไพรไว้เป็นเบื้องต้น ซึ่งท่านที่สนใจทดลองปรุงหรือใช้สมุนไพรและตำรับยาที่นำเสนอ ควร

อ่านและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากหนังสือเล่มนี้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (สุภาภรณ์, 2558)

2.6 ปัจจัยที่สำคัญต่อประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรในช่วงเวลาที่เก็บยาสมุนไพร

- ใบ หรือ ทั้งต้น ช่วงที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุด
- ราก เหง้า หัว ช่วงต้นฤดูหนาว และปลายฤดูร้อน
- ผลและเมล็ด ช่วงที่ผลแก่เต็มที่
- เปลือกราก ช่วงต้นฤดูฝน
- เปลือกต้น ช่วงต่อระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน
- ดอก ช่วงดอกเริ่มบานหรือบางชนิดตอนดอกตูม

2.7 การเตรียมวัตถุดิบสมุนไพร (สุภาภรณ์, 2558)

2.7.1 เก็บเกี่ยวสมุนไพรให้ถูกต้น ถูกส่วน ถูกอายุ ถูกเวลา ถูกฤดูกาล เพื่อให้ได้ยาที่มีคุณภาพสูงสุด

2.7.2 ลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์และสิ่งปนเปื้อน โดยล้างวัตถุดิบสมุนไพรให้สะอาด อาจใช้การผึ่งหรือลวกด้วยน้ำร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโรค โดยเฉพาะสมุนไพรที่นำไปบดผงปั้นเป็นลูกกลอน

2.7.3 นำไปย่อยขนาด สับ หั่น เป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้เหมาะกับการใช้งาน (ชิ้นเล็ก ๆ จะทำให้สกัดสารได้ดีกว่าชิ้นใหญ่ ๆ) ควรทำในขณะที่ยังสด ถ้าปล่อยให้แห้งแล้วจะสับหรือหั่นยากกว่ามาก

2.7.4 นำไปทำให้แห้งด้วยการอบหรือตาก พืชที่มีน้ำมันหอมระเหยควรตากในที่ร่มหรืออบที่อุณหภูมิต่ำไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ถ้าต้องการทำเป็นผง ให้นำชิ้นวัตถุดิบที่ตากแห้งดีแล้วไปบดให้ได้ขนาดที่เหมาะสมต่อไป

2.7.5 เก็บวัตถุดิบสมุนไพรที่แห้งดีแล้วไว้ในภาชนะที่สะอาด แห้ง ป้องกันฝุ่นผง ความชื้น หรือใส่ถุงตาข่ายแขวนไว้ในที่โปร่งมีอากาศถ่ายเทสะดวก หรือใส่กล่องสุญญากาศเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อให้เก็บได้นานขึ้น

2.8 การปรุงยาสมุนไพร (สุภาภรณ์, 2558)

2.8.1 การต้มยา

2.8.1.1 การต้มยาทั่วไป การต้มยาของหม้อพื้นบ้านโดยทั่วไป จะนำสมุนไพรใส่ในหม้อแล้วเติมน้ำให้สูงกว่าระดับสมุนไพรสองเท่า โดยกดยาลงแล้วใส่น้ำให้ท่วมขึ้นมา 1 เท่า ต้มให้เดือดด้วยไฟปานกลาง แล้วต้มต่ออีกประมาณ 15 นาที รินเอาน้ำมารับประทานตามที่ระบุไว้ในตำรับ ยาบำรุงของไทยโดยทั่วไปจะกินครั้งละ 1 แก้ว วันละ 2 ครั้งหรือกินต่างน้ำ หมายถึง กินเมื่อหิวน้ำแทนการกินน้ำ เมื่อจะรับประทานยาครั้งต่อไปให้เอาน้ำเท่ากับปริมาณที่ลดลงไปจากการต้มครั้งก่อน

เติมลงไปแล้วต้มใหม่ให้เดือดทำเช่นเดียวกับการต้มครั้งก่อน โดยปกติจะอุ่นยาวันละครั้ง ต้มกินติดต่อกัน 5-7 วัน หรือที่เรียกว่าต้มจนยาจืด หม้อที่ใช้ต้มนิยมใช้หม้อดินหรือหม้อเคลือบ ไม่นิยมใช้หม้อสแตนเลสหรือหม้ออะลูมิเนียมโดยเฉพาะหม้ออลูมิเนียมไม่ควรใช้ เนื่องจากอาจมีโลหะหนักผสมในตัวยาจากการกัดกร่อนของน้ำยาต้มได้และขนาดของสมุนไพรที่ใช้ต้มยาโดยทั่วไปใช้ประมาณ 1 กำมือของเจ้าของ (ประมาณ 10 กรัม หรือหนึ่งในสิบของหนึ่งขีด) ต้มกับน้ำ 1 กา (ประมาณ 1 ลิตร) หากมีสมุนไพรหลายชนิดผสมอยู่ด้วยกันโดยไม่ระบุ

2.8.1.2 การต้มเคี่ยว คือการเอาสมุนไพรใส่ในหม้อแบบการต้มทั่วไป เติมน้ำลงไปสามเท่าของปริมาณที่ต้องการรับประทาน เช่น ประมาณ 3 แก้ว (แก้วละ 250 ซีซี) ต้มให้เดือดและต้มเคี่ยวต่อไปอย่าใช้ไฟแรง ควรให้ยาค่อย ๆ เดือด ให้ปริมาณน้ำเหลือ 1 แก้ว นำน้ำยามารับประทานครั้งเดียวให้หมดหรือแบ่งรับประทานแล้วแต่ปริมาณของสมุนไพรที่ใช้

2.8.2 การชง เป็นยาที่นิยมใช้กับสมุนไพรแห้งที่บดเป็นผงหยาบมีขนาดเล็กกว่าสมุนไพรที่ใช้ต้ม โดยนำไปใส่ในถุงชงหรือผ้าขาวบาง สมุนไพรบางชนิดจะใช้ใบสดชงก็ได้ หากใช้ใบสดนิยมนวดใบให้ช้ำก่อนชง ใช้วิธีชงเช่นเดียวกับชา โดยชงในน้ำร้อนปิดฝาทิ้งไว้ประมาณ 15-20 นาที แล้วจึงรับประทาน(แต่ถ้าเป็นชาจีนที่ดื่มกันโดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 6 นาที) สมุนไพรที่ใช้มีทั้งสมุนไพรเดี่ยวหรือตำรับน้ำที่ใช้เป็นน้ำร้อนอุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส สัดส่วนของผงสมุนไพรและน้ำร้อนที่ใช้จะแตกต่างกันตามชนิดของสมุนไพร โดยทั่วไปจะใช้สมุนไพรประมาณ 1 หยิบมือ (1-2 กรัม) ต่อน้ำ 1 แก้ว (200-250 ซีซี)

2.8.3 ยาดอง หมายถึง การปรุงยาโดยการหมักสมุนไพรกับสารละลายที่ต้องการ เพื่อจะสกัดตัวยาออกจากสมุนไพรและสามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เจริญเติบโต ทำให้ยาดองสามารถเก็บได้นานขึ้นทั้งยังเหมาะกับตัวยาที่โอสถสารสลายตัวด้วยความร้อน วิธีการดองยานั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การดองสุราการดองน้ำผึ้ง การดองเกลือ การดองเปรี้ยว การดองน้ำมูตร การดองข้าวหมาก เป็นต้น ในที่นี้ขอยกตัวอย่างยาดองสุรา ยาดองน้ำผึ้ง ยาดองเปรี้ยว

2.8.3.1 การดองสุรา เป็นการนำเอาสมุนไพรที่ผ่านการล้าง หั่น ตากหรือผึ่งให้แห้ง (การใช้สมุนไพรสดที่ยังมีความชื้นสูงอาจทำให้ยาดองนั้นเน่าได้) มาห่อด้วยผ้าขาวบาง แล้วใส่โหลสำหรับดองที่แห้งสะอาด จากนั้นนำเหล้าโรงหรือเหล้าขาวรินใส่ลงไปพอท่วมตัวยา แล้วกดให้ห่อยาสมุนไพรจมลงในน้ำเหล้าไว้สักครู่ ปิดฝาขวดโหลให้สนิท โดยใช้ผ้าคลุมปากโหล ก่อนปิดฝา (เกลียว) หรือใช้ผ้าคลุมมัดฝาโหล(ฝาแก้ว) จะทำให้ปิดได้สนิทยิ่งขึ้น ทิ้งไว้ประมาณ 30 วัน อาจนำเอาโหลยาดองไปตากแดดหรือเอาไปหมักไว้ในยุ้งข้าวเปลือกจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ช่วยให้การสกัดสารด้วยแอลกอฮอล์ทำได้ดีขึ้น ในกรณีนี้ใช้เวลาประมาณ 15 วัน ก็สามารถนำมาดื่มเป็นยาดองเหล้าได้แล้ว การเปิดโหลคนบ่อย ๆ หรือการใช้วัตถุดิบสมุนไพรที่ย่อขนาดให้เล็กลง จะทำให้การสกัดสารทำได้ดีขึ้นเช่นกัน ข้อควรระวังการใช้ยาดองสุรา สตรีมีครรภ์ ผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงและผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจ ไม่ควรดื่มและไม่ควรดื่มเกิน 2 ถ้วยตะไลต่อวัน

2.8.3.2 การดองน้ำผึ้ง ทำเช่นเดียวกับการดองสุราแต่ใช้น้ำผึ้งแทน ไม่นิยมห่อตัวยาด้วยผ้าขาวบาง น้ำผึ้งสามารถใช้ดองยาได้เพราะน้ำผึ้งจะควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เจริญเติบโต จึงนิยมใช้น้ำผึ้งดองผลไม้สมุนไพร เช่น กล้วย ยอ สมอ มะขามป้อม เป็นต้น

2.8.3.3 การดองเปรี้ยว เป็นการสกัดโอสถสารจากสมุนไพรด้วยน้ำ แต่ใช้การคุมเชื้อด้วยความเปรี้ยว ซึ่งความเปรี้ยวอาจมาจากมะขาม มะกรูด สารส้มหรือสมุนไพรรสเปรี้ยวอื่น ๆ วิธีการดองเปรี้ยวนี้จะต้มสมุนไพรซึ่งมีสมุนไพรที่มีรสเปรี้ยวรวมอยู่ด้วยก่อน แล้วตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่ง เช่น7 หรือ 15 วัน

2.8.4 การฝน คือ การนำสมุนไพรมาฝนกับหินลับมีดและละลายด้วยน้ำรับประทาน สมุนไพรที่ใช้ส่วนใหญ่ได้จากแก่นหรือราก ในตำรับยาที่ใช้มักประกอบด้วยสมุนไพรหลายชนิดโดยสัดส่วนของสมุนไพรที่ใช้อาจเท่ากันหรือต่างกันก็ได้ นอกจากนี้ยังมีการฝนยาอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ได้ใช้สมุนไพรที่เป็นชิ้นใหญ่ ๆ ฝนกับน้ำกระสาย แต่ได้จากสมุนไพรที่บดเป็นผงละเอียดแล้วนำมาผสมกับสารยึดเกาะ เช่น น้ำผึ้งแล้วทำเป็นแท่ง เมื่อจะใช้ก็นำมาฝนกับน้ำกระสายยารับประทาน

2.8.5 ยาลูกกลอน ทำโดยบดสมุนไพรแห้งให้เป็นผงละเอียดในขนาดที่พร้อมจะถูกสกัดด้วยน้ำย่อยภายในกระเพาะอาหารและลำไส้ แล้วนำผงยานั้นมาผสมกับสารยึดเกาะเพื่อให้ปั้นเป็นลูกกลอนได้และแตกตัวได้ดีเมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินอาหาร สารยึดเกาะที่ดีที่สุดคือ น้ำผึ้ง เมื่อผสมผงยากับน้ำผึ้งแล้วให้ทดลองปั้นดู หากปั้นแล้วแตกให้เติมน้ำผึ้ง แต่ถ้าปั้นแล้วเหนียวติดมือ ให้ผสมผงยาเพิ่มจนสามารถปั้นเป็นก้อนไม่ติดมือ จากนั้นนำลูกกลอนที่ปั้นได้ไปผึ่งแดดประมาณ 2 วัน หรืออบที่ 50 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมงเก็บในขวดสะอาดและแห้งสนิท ปิดฝาเก็บไว้ในที่แห้ง โปร่ง ไม่มีแดดส่อง

2.9 การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ยา (สุภาภรณ์, 2558)

2.9.1 ถ้ายาใดไม่เคยกินมาก่อน ควรเริ่มกินในขนาดที่น้อย ๆ ก่อน เช่น กินเพียงครึ่งหนึ่งของขนาดที่กำหนด ให้รอดูว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นในร่างกายหรือไม่ ถ้าไม่มีจึงค่อยกินต่อไป

2.9.2 อย่าใช้ยาเข้มข้นเกินไป เช่น ยาที่บอกว่าให้ต้มกินธรรมดาห้ามใช้วิธีต้มเคี่ยวกิน เพราะยาจะเข้มข้นเกินไปจนทำให้เกิดพิษได้ เช่น ยาขับน้ำนม ถ้าต้มเคี่ยวจะทำให้ยาร้อนเกินไปจนน้ำนมแห้งได้

2.9.3.ควรรู้พิษของยาก่อนใช้ เพราะไม่มียาอะไรที่ไม่มีพิษ การรู้จักพิษจะทำให้มีความระมัดระวังในการใช้มากขึ้น

2.9.4 ในการกินยารักษาโรค ไม่ควรกินยาตัวเดียวทุกวันเป็นเวลานาน ๆ โดยไม่จำเป็นโดยทั่วไปไม่ควรกินยาอะไรติดต่อกันเกินหนึ่งเดือน

2.9.5 คนที่อ่อนเพลียมาก เด็กอ่อนและคนชราห้ามใช้ยามาก เพราะคนเหล่านี้มีกำลังต้านทานยาน้อยจะทำให้ยาเกิดพิษได้ง่าย

2.10 ตัวอย่างผงสมุนไพรที่มีขายตามท้องตลาด

2.10.1 ผงใบย่านาง

ย่านางจัดเป็นผักพื้นบ้านอีกชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ทั้งเป็นอาหารและเป็นยาสมุนไพร โดยจะใช้ส่วนใบอ่อน ใบแก่ และเถา นำมาตำคั้นเอาน้ำไปประกอบอาหาร ใบย่านางมีวิตามินเอและวิตามินซีสูง (ปริมาณ 30,625 ยูนิต IU และ 141 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนัก 100 กรัม ตามลำดับ)

รวมทั้งสารอาหารสำคัญอื่น ๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไฟเบอร์ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กไทอะมีน ไรโบฟลาวินและไนอะซีน (อรัญญา, 2560)

ย่านางมีรสจืดและจัดเป็นยาเย็น มีความโดดเด่นด้านการดับพิษและลดไข้ โดยราก ย่านางใช้แก้ไข้ทุกชนิด เช่น ไข้พิษ ไข้เหนือ ไข้หัด สุกใส ไข้กาฬ ขับกระทุ้งพิษไข้ ถอนพิษผิดสำแดงและแก้เบื่อเมา รากย่านางมีการใช้เข้าตำรับยาเบญจโลกวิเชียร หรือยาห้าราก หรือแก้วห้าดวง ร่วมกับรากชิงชี่ รากท้าวยายหม่อม รากคนทา และรากมะเดื่อชุมพร ซึ่งเป็นตำรับยาแก้ไข้ที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศใช้ในบัญชียาจากสมุนไพรที่มีการใช้ตามองค์ความรู้ดั้งเดิม ใบและเถาใช้แก้ไข้ ลดความร้อน และแก้พิษตานซาง

ภาพที่ 2.1 ผงใบย่านาง
(ที่มา http://thegreenhouse.in.th)

2.10.2 ผงฟ้าทะลายโจร

ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชล้มลุก สูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร ลำต้นตั้งตรง ใบเดี่ยว สีเขียวเข้มเป็นมัน ดอกสีขาวออกเป็นช่อใหญ่ที่ปลายกิ่งและซอกใบ ผลเป็นฝักรูปทรงกระบอก เมล็ดมีขนาดเล็กแบบรูปไข่สีน้ำตาลแดง สารสำคัญที่พบในฟ้าทะลายโจรมีหลายกลุ่ม เช่น สารในกลุ่มเทอร์ปีนฟลาโวนอยด์ แซนโทน ฟีนิลโพรพานอยด์ และสเตียรอยด์ ทุกส่วนของต้นจะมีสารในกลุ่มเทอร์ปีน และฟลาโวนอยด์ ในรากจะพบสารกลุ่มแซนโทน ในส่วนที่เหนือดินของฟ้าทะลายโจรจะพบสาระสำคัญในกลุ่มไดเมอร์ปีนแลกโตน (บุญญารัช, 2560)

ฟ้าทะลายโจร เป็นสมุนไพรไทยที่มีการใช้กันมาช้านาน จัดเป็นยาเย็น สรรพคุณใช้แก้ไข้ แก้ท้องร่วง เป็นยาธาตุบำรุงกำลัง และฟ้าทะลายโจรถูกบรรจุอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ โดยมีข้อบ่งชี้ว่าสามารถบรรเทาอาการเจ็บคอและอาการของโรคหวัด เช่น เจ็บคอ อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ น้ำมูกไหล สามารถใช้ทดแทนหรือเสริมการรักษาร่วมกับยาแผนปัจจุบันได้และในบัญชียาหลักได้กำหนดไว้ว่า ยาฟ้าทะลายโจร ควรจะมีปริมาณ andrographolide ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6.0 โดยน้ำหนักขนาดที่แนะนำให้รับประทานเพื่อบรรเทาอาการไข้หวัดและเจ็บคอ คือ รับประทานวันละ 1.5-3 กรัม แบ่งให้วันละ 4 ครั้ง หลังอาหารและก่อนนอน (กนกพร, 2561)

ภาพที่ 2.2 ผงฟ้าทะลายโจร
(ที่มา https://www.tamsaboo.com)

2.10.3 ผงบอระเพ็ด

เป็นไม้เลื้อยเนื้อแข็งยาวถึง 15 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร ผิวนอกสีน้ำตาลเนื้อในสีเทาแกมเหลือง เถากลม ขรุขระไม่เรียบ เป็นปุ่มเปลือกของเถาบางลอกออกได้ เป็นปุ่มกระจายทั่วไป เมื่อแก่เห็นปุ่มปมเหล่านี้หนาแน่นและชัดเจนมาก เปลือกเถาคล้ายเยื่อกระดาษ มียางสีขาวใสมีรากอากาศคล้ายเส้นด้ายยาว กลม ยาว สีน้ำตาลเข้ม เถามีรสขมจัด เย็น สารสำคัญที่พบในบอระเพ็ดสารที่พบบริเวณลำต้นของบอระเพ็ด คือ N-tranferuloyramine, N-cisferuloytyramine, Tintotuberide, Phytosterol,Methylpemtose, Picrotin, Isoquinoline alkaloid พวก Palmatine สารรสขม คือColumbin ที่มีคุณสมบัติช่วยขับน้ำย่อยและทำให้เจริญอาหาร (ณัฐพงษ์, 2560)

เป็นยาอายุวัฒนะ แก้ปวดเมื่อย แก้ไข้ ปวดศีรษะ รักษาฟัน แก้ฝีมดลูก ฝีมุตกิดแก้ร้อนใน รักษาโรคเบาหวาน ลดความร้อน แก้เสมหะ เลือดลม แก้ไข้จับสั่น เถา (สด) ตำคั้นน้ำดื่มก่อนอาหารเช้า-เย็น แก้ไข้ (แห้ง) บดเป็นผงผสมน้ำผึ้ง ปั้นเป็นลูกกลอนกินก่อนนอนหรือใช้เถา (สด) ดองเหล้า (ความแรง 1 ใน 10) รับประทาน 2 - 4 ช้อนชา ก่อนอาหารเช้า – เย็นช่วยเจริญอาหาร (ศรัญญาและคณะ, 2557)

ภาพที่ 2.3 ผงบอระเพ็ด (ที่มา http://www.chinatownyaowarach.com)

2.10.4 ผงชะเอมเทศ

ไม้ต้นขนาดกลางตามลำต้นกิ่งก้านจะมีหนามใบเล็กละเอียดเป็นฝอย คล้ายกับใบส้มป่อยหรือใบกระถิน ดอกเล็ก ๆ ออกที่ปลายช่อลักษณะเป็นพู่ มีสีขาว มีกลิ่นหอม ผลเป็นฝักแบน มีสีเขียวเมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลและแตกออก (ศรัญญา และคณะ, 2557)

ใช้ขับเลือดเน่า บำรุงหัวใจใช้ชุ่มชื่น แก้กำเดา แก้ไอ ทำให้ชุ่มคอ เป็นยาระบายอ่อน ๆ ชะเอมเทศใช้ปรุงแต่งรสยาให้รับประทานง่าย โดยใช้เป็นตัวยาประสานให้ตัวยาอื่น ๆ ในตำรับสามารถเข้ากันได้และช่วยให้ตัวยาหลักออกฤทธิ์เร็วขึ้น รวมทั้งช่วยลดพิษหรืออาการข้างเคียงที่อาจเกิดจากยาได้นอกจากนี้ยังช่วยให้รสยาดีขึ้นและใช้เป็นยาอายุวัฒนะ (ปิยรัษฎ์, 2554)

ภาพที่ 2.4 ผงชะเอมเทศ
(ที่มา http://thegreenhouse.in.th)

2.10.5 ผงกระชายดำ

ไม้ล้มลุกอายุหลายปี มีเหง้าใต้ดินรูปทรงกลมเรียงต่อกัน มักมีขนาดเท่า ๆ กันหลายเหง้าอวบน้ำ ผิวเหง้าสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม อาจพบรอยที่ผิวเหง้าเป็นบริเวณที่จะงอกของต้นใหม่เนื้อภายในสีม่วงอ่อน ม่วงเข้ม จนถึงสีม่วงดำ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว รสชาติขมเล็กน้อย (ศรัญญา และคณะ, 2557)

เป็นยาอายุวัฒนะ บำรุงกาลังสาหรับเพศชายอาการขัดเบาโรคเกาต์ บำรุงหัวใจ แก้ใจสั่นหวิว รักษาอาการมือเท้าเย็น แก้ลมวิงเวียน แน่นหน้าอก ขยายหลอดเลือดหัวใจ ช่วยให้โลหิตหมุนเวียนดีขึ้นผิวพรรณผุดผ่อง (ศรัญญา และคณะ, 2557)

ภาพที่ 2.5 ผงกระชายดำ
(ที่มา http://www.thaitambon.com)

2.11 พืชท้องถิ่นที่ใช้ศึกษา

ไม้กินแมลงชนิดหนึ่งที่มีใบพัฒนามาเป็นกับดักเพื่อใช้ในการดักจับแมลง ซึ่งเป็นพืชที่กินแมลงเป็นอาหารและใช้เป็นยาพื้นบ้านในการรักษาโรคได้ จึงได้ทำการศึกษาพืชท้องถิ่นเพื่อเป็นทางเลือกที่จะช่วยลดการใช้สารเคมี พืชท้องถิ่นทีผู้วิจัยได้นำมาศึกษาดังนี้

พืชหม้อข้าวหม้อแกงลิง (Nepenthes mirabilis)

ชื่อวงศ์ NEPENTHACEAE

ชื่ออื่น ๆ เขนงนายพราน กระบอกน้ำพราน หม้อข้าวหม้อแกงลิง เหน่งนายพราน ปูโยะ ลึงค์นายพราน หม้อแกงค่าง หม้อข้าวลิง

2.12 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหม้อข้าวหม้อแกงลิง (พัชญ์สิตา และคณะ, 2554)

หม้อข้าวหม้อแกงลิงเป็นพืชกินแมลงที่นิยมปลูกเลี้ยงกันมากในเมืองไทย เป็นพืชสกุล Nepenthes

2.12.1 หม้อ คือส่วนของใบ ไม่ใช่ดอก

หม้อข้าวหม้อแกงลิง หรือ Nepenthes เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่เป็นไม้เลื้อย มีใบเดี่ยว รูปขอบขนานถึงรูปไข่ ปลายเรียวแหลม เส้นกลางใบนูนเป็นสันแข็งด้านท้องใบ และยืดยาวออกเป็นสายเรียกว่า มือพัน (tendril) หรือที่ผู้ปลูกเลี้ยงเรียกกันว่า สายดิ่ง ส่วนปลายพองออกเป็นกระบอกดักเหยื่อ (pitcher) ที่ผู้ปลูกเลี้ยงนิยมเรียกว่า “หม้อ” มี 2 ลักษณะตามอายุของพืช ได้แก่

2.12.1.1 หม้อล่าง (Lower pitcher หรือ Terrestrial pitcher) เกิดบริเวณปลายใบที่อยู่ใกล้กับพื้นดินมีทั้งทรงกลมและทรงกระบอก มักมีสีสันหรือลวดลายสวยงามสะดุดตาไว้ล่อเหยื่อ ส่วนใหญ่ปากหม้อหันเข้าหาสายดิ่ง มีบางชนิดปากหม้อหันออกจากสายดิ่ง เช่น N. x ventrata

2.12.1.2 หม้อบน (Upper pitcher หรือ Aerial pitcher) เกิดเมื่อพืชเติบโตขึ้นจนเป็นเถาเลื้อยยาว สายดิ่งจะม้วนเป็นมือเกาะเพื่อหาหลักยึดพยุงลำต้น ส่วนหม้อยืดออกเป็นรูปกรวย ก้นแหลม ปากหันออกจากสายดิ่ง และมักเปลี่ยนเป็นสีเขียวเรียบ ๆ มีเพียงไม่กี่ชนิดที่หม้อบนยังคงความสวยงาม เช่น N. rafflesiana

หม้อข้าวหม้อแกงลิงแต่ละหม้อประกอบด้วย ปาก (peristome หรือ lip) มีผิวเรียบเป็นมันหรือเป็นซี่ฟัน มักมีสีสันและลวดลายสวยงาม ภายในมีต่อมน้ำหวานไว้ล่อเหยื่อ ด้านหลังยกขึ้นเชื่อมต่อกับฝา(operculum หรือ lid) ซึ่งมีต่อมน้ำหวานมากมายอยู่ข้างใต้ เมื่อหม้อเจริญเติบโตเต็มที่ ฝาจะเปิดออกและไม่สามารถปิดได้ มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำฝนตกลงไปจนทำให้น้ำย่อยในก้นหม้อเจือจางลง ที่ฐานของฝามีเดือย (spur) ส่วนหน้าของหม้อล่างมีปีก (wing หรือ ladder) สองอันเป็นชายครุย ช่วยให้แมลงไต่ขึ้นไปยังปากหม้อได้สะดวก สำหรับหม้อบนลดรูปไปเหลือเพียงริ้วบาง ๆ (rib) และไม่มีชายครุย

2.12.2 หม้อของหม้อข้าวหม้อแกงลิงแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

2.12.2.1 ส่วนล่อเหยื่อ (Attractive zone) ประกอบด้วย ตัวหม้อ ปาก และฝา ซึ่งมีสีสันและลวดลายสวยงาม มีต่อมน้ำหวานล่อเหยื่อที่มักเป็นพวกมด ส่วนปากหม้อมีผิวเรียบลื่น ทำให้เหยื่อพลัดตกลงไปในหม้อได้ง่าย

2.12.2.2 ส่วนที่มีขี้ผึ้ง (Waxy zone) ผิวด้านในหม้อที่อยู่ลึกจากบริเวณปากลงไปประมาณหนึ่งในสามถึงครึ่งหนึ่งมีสีขาวนวลเรียบลื่นคล้ายเคลือบด้วยขี้ผึ้ง ทำให้เหยื่อไม่สามารถปีนกลับขึ้นมาได้

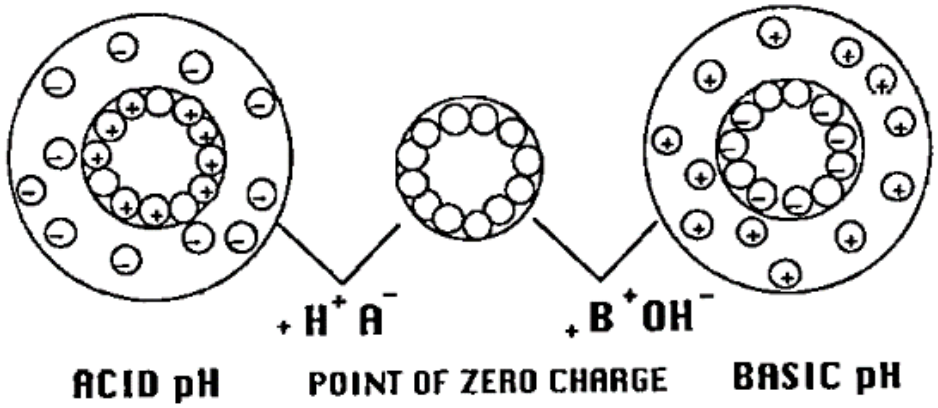
2.12.2.3 ส่วนที่ย่อยซากเหยื่อ (Digestive zone) เป็นส่วนที่อยู่ลึกที่สุด มีต่อมเล็ก ๆ มากมาย ทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อยตั้งแต่ก่อนฝาเปิด มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ สามารถย่อยสลายซากเหยื่อส่วนที่อ่อนนุ่มเพื่อดูดซึมธาตุอาหาร

2.12.3 ดอก เป็นพืชที่มีดอกแยกเพศอยู่ต่างต้นกัน (Dioecious) และส่วนใหญ่พบว่าให้ดอกเพศผู้มากกว่าดอกเพศเมีย ช่อดอกเป็นช่อกระจะ (raceme) หรือช่อแยกแขนง (panicle) แต่ละแขนงย่อยมี 1-3 ดอก ยกเว้นบางชนิด เช่น N. Bicalcarata มีมากกว่า 10 ดอก แต่ละดอกมีเฉพาะกลีบเลี้ยง 4 กลีบ สำหรับดอกเพศเมีย ยอดเกสรเพศเมียอยู่บนรังไข่รูปรี ส่วนช่อดอกเพศผู้มีขนาดใหญ่และมีจำนวนดอกมากกว่าช่อดอกเพศเมีย อับเรณูอยู่ส่วนปลายเมื่อพร้อมผสมจะแตกออกภายในมีละอองเรณูสีเหลือง

2.12.4 ผลและเมล็ด เมื่อดอกเพศเมียได้รับการผสมเกสรจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นฝักรูปรีเรียวยาว ฝักแก่มีสีน้ำตาลและแตกออกเป็น 4 พู ภายในมีเมล็ดเล็ก ๆ คล้ายเส้นด้ายประมาณ 50-500 เมล็ด สามารถนำไปขยายพันธุ์ได้

2.13 ทฤษฎีเกี่ยวกับจุดไร้ประจุ (point of zero charge)

จุดไร้ประจุ (PZC หรือ pH_{PZC}) คือจุดที่ถูกนิยามว่าเป็นสถานะ ซึ่งประจุบนพื้นผิวมีสภาพเป็นศูนย์หรือกล่าวง่าย ๆ คือ เป็นประจุบวกและประจุลบบนพื้นผิวมีค่าเท่ากัน และพบว่าที่ pH < pH_{PZC} (หรือตัวรองรับ) จะเกิดโพลาไรซ์แล้วให้ประจุที่เป็นบวก ถ้าที่ pH > pH_{PZC} (หรือตัวรองรับ) จะเกิดโพลาไรซ์แล้วให้ประจุที่เป็นลบ ซึ่งวิธีการที่ใช้วัดจุดไร้ประจุมีอยู่หลายวิธี เช่น การไตเตรทเชิงมวล วิธีไตเตรทแบบอาศัยความต่างศักย์ วิธีการเลื่อน pH (pH drift) วิธี electropphorisis และอื่น ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เฉพาะวิธีการเลื่อน pH (pH drift) (วราภรณ์, 2540)



ภาพที่ 2.6 จุดไร้ประจุ (pH_{PZC})

การดูดซับของไอออนเชิงซ้อนบนพื้นผิวออกไซด์ที่มีประจุจะเกิดขึ้นโดยแรงดึงดูดไฟฟ้าสถิตย์ในกระบวนการฝังเปียก กรณีที่พื้นผิวตัวรองรับมีประจุเป็นบวก ไอออนเชิงซ้อนของโลหะทรานซิชั่นที่ใช้ควรเป็นแอนไอออน ในทางตรงกันข้ามควรเลือกโลหะทรานซิชั่นที่เป็นแคทไอออนในกรณีที่พื้นผิวตัวรองรับมีประจุเป็นลบ การดึงดูดกันระหว่างไอออนของโลหะทรานซิชั่นกับพื้นผิวตัวรองรับ

2.14 การวิเคราะห์คุณสมบัติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์คุณสมบัติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

2.14.1 Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)

FT-IR เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุล โดยข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างทางโมเลกุลที่เป็นได้ทั้งเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ นิยมใช้วิเคราะห์ทดสอบสารอินทรีย์ใช้ได้ดีกับสารตัวอย่างที่มีความบริสุทธิ์สูงทั้งที่อยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยเป็นเทคนิคการกระตุ้นสารด้วยพลังงานแสง เมื่อแสงอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ผ่านสู่สารอินทรีย์ พันธะเคมีในโมเลกุลของสารจะดูดกลืนพลังงานที่ค่าความยาวคลื่นหนึ่ง ข้อมูลนี้จะถูกประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ โดยการใช้สมการเชิงอนุพันธ์ที่เรียกว่าฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม (Fourier Transform) ซึ่งจะคำนวณพลังงานของแต่ละความยาวคลื่นและแปรผลออกมาเป็นสเปกตรัม เนื่องจากสารแต่ละชนิดให้สเปกตรัมที่มีลักษณะเฉพาะ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับสเปกตรัมของสารที่มีอยู่ในฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการพิสูจน์ และบ่งชี้ชนิดของสารตัวอย่างได้
(แม้น และคณะ, 2552)

ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานของเครื่อง FT-IR

ในปี พ.ศ. 2560 ฮาซัน และคณะ ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Neat method จากกราฟ FT-IR พบว่าลักษณะสัญญาณที่ปรากฏขึ้นมีกลุ่มสัญญาณคล้ายสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ โดยจะปรากฏพีคที่ 3434 cm^{-1} เป็นคุณลักษณะของ OH, Polymeric พีคที่ช่วง 2930 cm^{-1} เป็คุณลักษณะของ C-H methoxy และพีคที่ช่วง 1636 cm^{-1} เป็นคุณลักษณะจำเพาะของหมู่คาร์บอนิล (r-pyrone) ดังนั้นสัญญาณ FT-IR อาจยืนยันเบื้องต้นได้ว่าสารสกัดหยาบพรอพอลิส สายพันธุ์ Heterotrigona itama ที่สกัดด้วยเอทานอล มีส่วนประกอบของฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกกลุ่มอื่น ๆ

ในปี พ.ศ. 2555 อนุสรา ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยอินฟราเรด พบว่าการวัดการดูดกลืนรังสีในย่านอินฟราเรด (IR) ของสารขณะที่มีการสั่นนของอะตอมระหว่างพันธะของสาร รังสีอินฟราเรดจะมีความยาวคลื่นในช่วง 12,500-50 cm^{-1} พบว่าหมู่ฟังก์ชันที่พบในสารระเหยของใบเตยอบแห้ง ได้แก่ แอลกอฮอล์ (alcohol) ซึ่งมีค่าดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในช่วง 1,000-1,260 cm^{-1} คีโตน (ketone) มีค่าดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในช่วง 1,100-1,715 cm^{-1} เอสเทอร์ (ester) มีค่าดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในช่วง 1,160-1,750 cm^{-1} และอีเทอร์ (ether) มีค่าดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในช่วง 1,000-1,300 cm^{-1} ซึ่งแหล่งพลังงานความร้อนที่ใช้อบแห้งใบเตยพบหมู่ฟังก์ชันดังกล่าว

2.14.2 Scanning Electron Microscope-Energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX)

เป็นเครื่องมือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะผิวหน้าของตัวเร่งปฏิกิริยาในระดับอะตอมและสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุในเชิงปริมาณได้ ภาพที่ได้จากเครื่องนี้เป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งมีกำลังขยายถึง 10 นาโนเมตร หลักการทำงานของ SEM เริ่มจากอิเล็กตรอนจากแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบปืนอิเล็กตรอน (Electron gun) เคลื่อนผ่านเลนส์รวมแสง (Condenser lens) เป็นลำอิเล็กตรอน ซึ่งลำอิเล็กตรอนนี้จะผ่านเลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) ซึ่งลำอิเล็กตรอนจำกราดลงบนพื้นผิวของชิ้นงานเกิดเป็นอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary electron) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณภาพบนจอรับภาพ (เอกรัตน์, 2557)

เครื่องมือมีส่วนประกอบอยู่ในท่อสุญญากาศ โดยมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้ (เอกรัตน์, 2557)

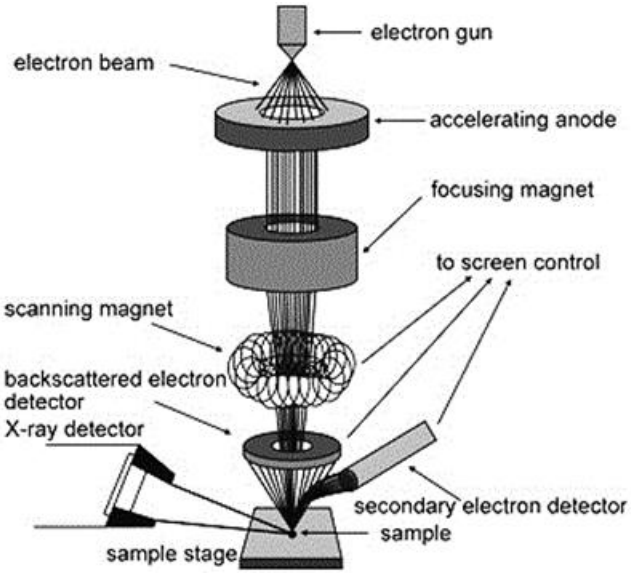
1) แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบปืนอิเล็กตรอน (Electron gun) โดยทั่วไปใช้เป็นขดลวดทังสเตนอิเล็กตรอนที่ใช้คืออิเล็กตรอนที่ใช้คืออิเล็กตรอนที่กระเจิงกลับและอิเล็กตรอนทุติยภูมิ(SecondaryElectron)

2) เลนส์รวมแสง (Condenser lens) ทำหน้าที่บังคับให้อิเล็กตรอนมีขนาดและความเข้มข้นเหมาะสมกับตัวอย่าง

3) ขดลวดสำหรับส่องกราด (Scanning coil) ทำหน้าที่บังคับให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในแนวนอนและสแกนตั้งบนระนาบของตัวอย่างที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

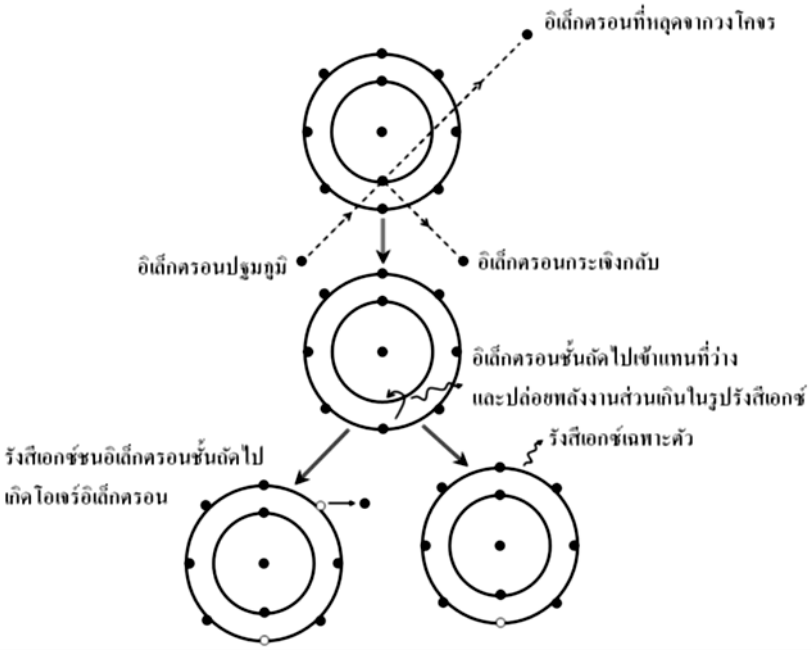
4) เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) เป็นเลนส์อิเล็กตรอนที่ทำให้เกิดภาพขั้นต้น อาศัยอำนาจสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กปรับเลี่ยนความคมชัดของภาพ

5) ตัวตรวจวัดอิเล็กตรอน (Detector) ตัวเปลี่ยนสัญญาณอิเล็กตรอนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณภาพโดยจะเก็บสัญญาณภาพแต่ละจุดจากปลายอิเล็กตรอน ปรากฏเป็นภาพบนจอ

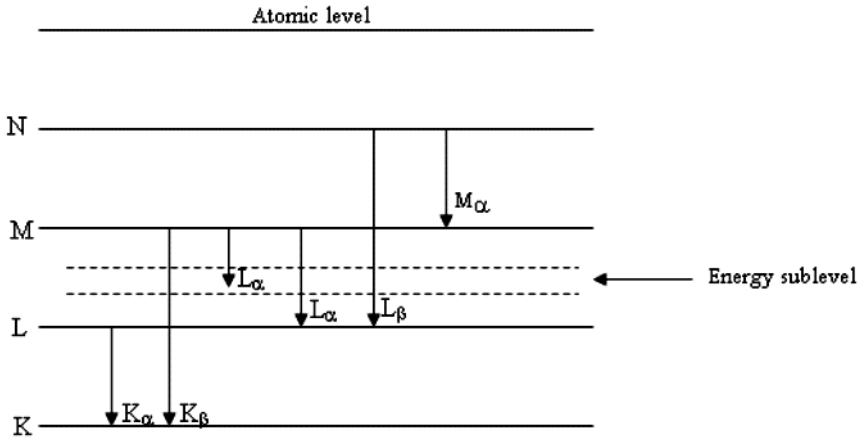


ภาพที่ 2.8 องค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

สำหรับหลักการทำงานของเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน ซึ่งต่อพ่วงกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ได้อธิบายหลักการทำงานไว้ดังนี้ เมื่ออิเล็กตรอนพลังงานสูงเข้าชนอิเล็กตรอนชั้นในของอะตอม แล้วถ่ายโอนพลังงานให้แก่อิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนชั้นในที่ได้รับพลังงานดังกล่าวมีพลังงานสูงขึ้นมากกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของชั้นโคจรจึงหลุดออกมาจากวงโคจร ทำให้เกิดที่ว่างของอิเล็กตรอนในชั้นโคจร จากนั้นอะตอมที่อยู่ในสถานะกระตุ้นลดระดับพลังงานลงสู่สภาวะปกติในช่วงระยะเวลาอันสั้น (10^{-15} วินาที) โดยอิเล็กตรอนของวงจรชั้นถัดออกไปลดระดับพลังงานลงมาเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวของวงจรที่เกิดที่ว่างของอิเล็กตรอนด้วยการปล่อยพลังงานส่วนเกินในรูปของรังสีเอกซ์ แล้วอิเล็กตรอนจะเข้ามาแทนที่พลังงานส่วนเกินนี้มีพลังงานเท่ากับความต่างของระดับพลังงานยึดเหนี่ยวเฉพาะชั้นโคจรของอิเล็กตรอนและเฉพาะธาตุนั้น ๆ จึงมีค่าพลังงานเฉพาะค่าซึ่งเรียกรังสีชนิดนี้ว่า “รังสีเอกซ์ลักษณะเฉพาะ” (พัชราวรรณ, 2561)



ภาพที่ 2.9 การกระตุ้นให้เกิดรังสีเอกซ์ลักษณะเฉพาะโดยใช้ลำอิเล็กตรอน (พัชราวรรณ, 2561)



ภาพที่ 2.10 การเกิดรังสีเอกซ์ลักษณะเฉพาะที่ระดับพลังงานของชั้นโคจรต่าง ๆ (พัชราวรรณ, 2561)

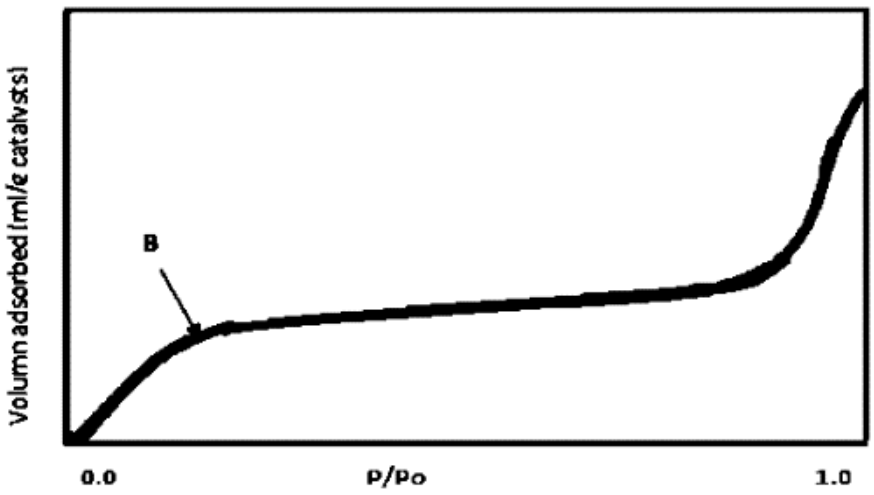
ในปี 2017 Karthik และคณะ ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางเคมีของ *Aealypha indica* ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราดและเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน พบว่าจากการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราด ภาพ SEM ลักษณะสัณฐานวิทยาของอนุภาคนาโนแสดงให้เห็นว่า *Aealypha indica* ของสมุนไพรมีความสม่ำเสมอบนผิวหน้า และการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของ *Aealypha indica* ด้วยเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน ภาพ EDX แสดงผลปรากฏเป็นเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) ที่สูงกว่าธาตุชนิดอื่นในส่วนของธาตุ โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) ซิลิกอน (Si) คลอรีน (Cl) โพแทสเซียม (K) และแคลเซียม (Ca)

ในปี 2017 Nagpal และคณะ ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางเคมีของ *Curcumin* ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราด หรือ SEM การกระจายตัวของ nano curcumin พบว่าการสร้างอนุภาคนาโนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 40 นาโนเมตร SEM ของตัวอย่างผงและตัวอย่างของเหลวพบว่าอนุภาคมีขนาดประมาณ 40-70 นาโนเมตร

2.14.3 Brunauer-Emmett-Teller Method (BET)

พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุ เป็นสมบัติทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อการนำไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อนำวัสดุนั้นไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการหรือตามที่มาตรฐานกำหนดการวัดพื้นที่ผิวจำเพาะทำได้หลายวิธีแต่วิธีที่จะกล่าวในที่นี้เป็นการวัดปริมาณของแก๊สไนโตรเจนที่ถูกดูดซับบนผิวของวัสดุ แล้วนำมาคำนวณเป็นค่าพื้นที่ผิวจำเพาะและปริมาตรรูพรุนของวัสดุ

เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ผิว ขนาดรูพรุน การกระจายตัวของรูพรุนและการศึกษารูปร่างของรูพรุน โดยอาศัยหลักการดูดซับระหว่างของแข็งกับตัวเร่งปฏิกิริยาและก๊าซไนโตรเจนหรือก๊าซชนิดอื่นที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น อาร์กอน เป็นตัวดูดซับ โดยการดูดซับของก๊าซไนโตรเจนบนพื้นผิวของแข็งจะเกิดขึ้นเร็วในช่วงแรกโดยจะเพิ่มความดันจนกระทั่งถึงจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่ง Bเส้นกราฟจะราบ แสดงถึงการดูดซับบนพื้นผิวแบบชั้นเดียวและเมื่อความดันย่อยของก๊าซไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจนเกินจุดที่เป็นการดูดซับแบบชั้นเดียวจะเกิดการควบแน่นของไนโตรเจนเหลวในรูพรุนทำให้ปริมาตรการดูดซับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2.11 การวัดพื้นที่ผิวโดยอาศัยหลักการดูดซับของก๊าซ

สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สที่ถูกดูดซับ (W) กับความดันสัมพัทธ์ (P/P_o) ของวัสดุที่เพิ่มขึ้น เป็นสมการที่เรียกว่า “สมการของ BET” ได้ดังนี้

$$\frac{1}{W\left[\left(\frac{P_0}{P}\right)-1\right]} = \frac{1}{W_m C} - \frac{C-1}{W_m C}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

โดย W = ปริมาณของแก๊สไนโตรเจนที่ถูกดูดซับที่ความดันสัมพัทธ์ P/P_O

W_m = ปริมาณของแก๊สไนโตรเจนที่ถูกดูดซับเคลือบบนผิวของสารในลักษณะที่เป็นโมเลกุลชั้นเดียว

P = ความดันของแก๊สไนโตรเจนที่ใช้ในขณะทำการทดลอง (หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท)

P_o = ความดันอิ่มตัวของแก๊สไนโตรเจน (หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท)

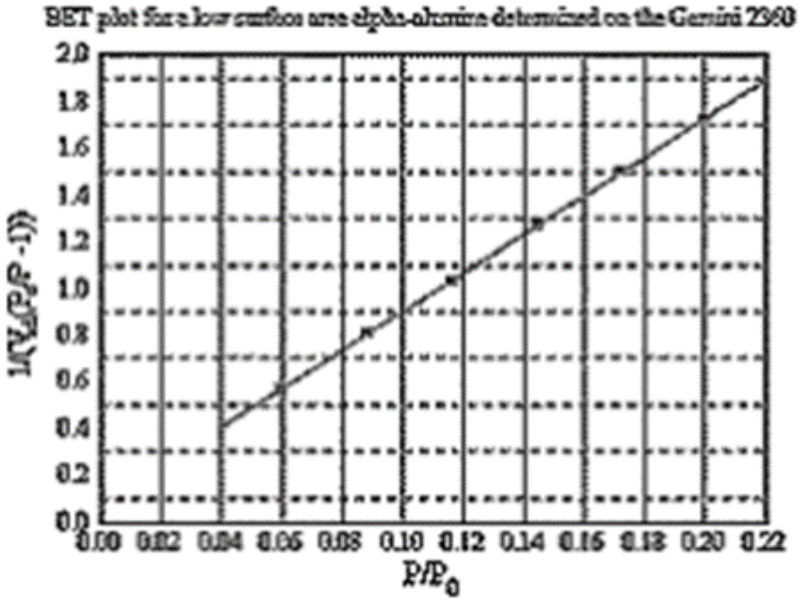
C = ค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้ในการดูดซับ

จากความสัมพันธ์สมการ BET เมื่อพล็อตกราฟระหว่าง $1/W[(P_0/P) -1]$ กับ P/P_0 จะได้กราฟเส้นตรง ดังแสดงในภาพที่ 2.6 มีความชัน (slope, s) ดังสมการ ;

$$S = \frac{C-1}{W_m C}$$

และจุดตัดแกน y (y-intercept, i) ดังสมการ ;

$$i = \frac{1}{W_m C}$$

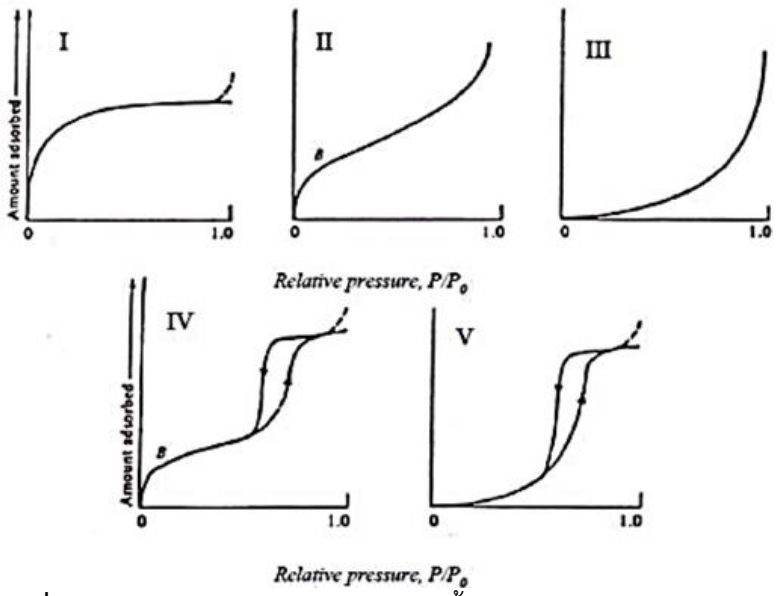


ภาพที่ 2.12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สที่ถูกดูดซับกับความดันสัมพัทธ์ (สุพะไชย์, 2560)

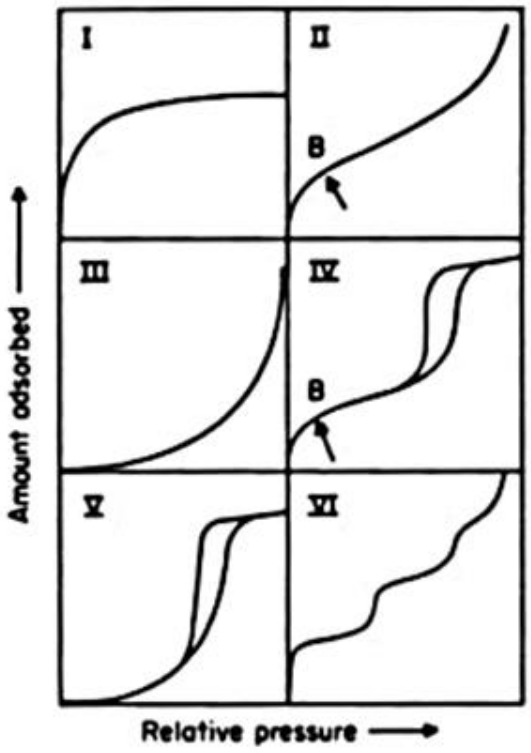
2.14.3.1 ไอโซเทอมของการดูดซับ

ไอโซเทอมการดูดซับมีหลายแบบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสารดูดซับ ชนิดสารที่ถูกดูดซับและอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลกับพื้นผิวของสารดูดซับ ในปี ค.ศ.1940 ได้มีการจำแนกไอโเทอม การดูดซับของสมดุลวัฏภาคแก๊สกับของแข็งขึ้นโดย Brunauer, Deming, Deming และ Teller เรียกว่า BDDT ได้แบ่งลักษณะไอโซเทอมการดูดซับออกเป็น 5 แบบ ซึ่งการแบ่งประเภทไอโซเทอมการดูดซับของ BDDT ได้เป็นหลักในการแบ่งประเภทไอโซเทอม การดูดซับของ

IUPAC และปัจจุบันได้มีการเสนอประเภทไอโซเทอมการดูดซับเพิ่มอีก 1 ประเภท ซึ่งทำให้ไอโซเทอมการดูดซับของ IUPAC สมบูรณ์เป็น 6 ประเภท



ภาพที่ 2.13 ประเภทไอโซเทอมการดูดซับพื้นฐาน 5 ชนิด (วรวิทย์, 2558)



ภาพที่ 2.14 ประเภทไอโซเทอมของการดูดซับของ IUPAC (วรวิทย์, 2558)

2.14.3.2 ไอโซเทอมของการดูดซับทางกายภาพแต่ละประเภทอธิบายได้ดังนี้

แบบที่ I เป็นไอโซเทอมของการดูดซับลักษณะเฉพาะของสารดูดซับที่มีขนาดเล็กกว่า 2 nm (microporous adsorbent) การดูดซับส่วนใหญ่จะเป็นการดูดซับในรูพรุนขนาดเล็ก ลักษณะไอโซเทอมจะเป็นโค้งเข้า (concave) หาแกน P/P_0 สารดูดซับมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลที่ถูกดูดซับไม่มาก สารดูดซับมีพื้นที่ผิวภายนอกน้อย ดังนั้นการดูดซับจะถูกจำกัดเนื่องจากไม่สามารถเข้าไปยังรูพรุนขนาดเล็กได้ การบรรจุโมเลกุลลงในรูขนาดเล็กของสารดูดซับนอย่างสมบูรณ์และมีการอิ่มตัวที่แน่นอนโดยเกิดการเรียงเป็นชั้นเดียว ไอโซเทอมแบบนี้บางครั้งเรียกว่า Langmuir หรือ L-shape isotherm

แบบ II เป็นรูปแบบปกติของไอโซเทอมที่เกิดในสารดูดซับที่ไม่มีรูพรุน (nonporous) หรือ ตัวดูดซับที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ (microporous) โดยในแบบนี้จะเกิดการดูดซับที่ต่อเนื่องจากการเรียงตัวโมเลกุลเพียงชั้นเดียว (monolayer) อย่างสมบูรณ์ก่อนจึงเกิดเป็นหลายชั้น (multilayer) ในต่อมา จากไอโซเทอมตรงบริเวณจุดเปลี่ยนโค้งหรือจุด B (break through) จะแสดงถึงการดูดซับแบบชั้นเดียวนั้นเสร็จสมบูรณ์ จากนั้นที่ความดันสูงขึ้นจะเกิดการดูดซับที่ต่อเนื่องจากชั้นแรกต่อไปและจะเกิดการดูดซับเสร็จสมบูรณ์ที่ความดันย่อยสูง ๆ ไอโซเทอมแบบนี้บางครั้งเรียกว่า Sigmoid หรือ S-shape isotherm

แบบ III เป็นรูปแบบของการดูดซับที่มีแรงดึงดูดที่อ่อนระหว่างตัวดูดซับและตัวถูกดูดซับ แต่ แรงดึงดูดระหว่างตัวถูกดูดซับด้วยกันมีค่อนข้างมาก จากกรณีนี้จะทำให้เกิดการรวมตัวกันของตัวถูกดูดซับก่อนที่การดูดซับชั้นแรกจะเสร็จสมบูรณ์ในแบบที่ III จะมีแรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวสารดูดซับมากกว่าแบบ II ซึ่งเส้นกราฟจะโค้งออก (convex) จากแกน P/P_0 จำนวนสารที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้นอย่างไม่จำกัด ซึ่งเป็นแบบพิเศษ

แบบ IV เป็นไอโซเทอมของการดูดซับที่มีรูพรุนที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุลที่ถูกดูดซับมาก จึงเกิดการเรียงตัวของโมเลกุลที่ผิวของสารดูดซับเป็นสองชั้น (bilayer) ความชันของกราฟเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อความดันเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าตัวถูกดูดซับเริ่มเข้าเต็มในรูพรุนอีกครั้ง และการเปลี่ยนระดับของกราฟเมื่อความดันเพิ่มขึ้นอีกเป็นผลมาจากการควบแน่นภายในรูพรุนของของแข็ง (Capillary Condensation in Pores) โดยลักษณะของกราฟในช่วงแรกจะเหมือนกับชนิดที่ 2 ซึ่งจุดเปลี่ยนโค้งจะแสดงถึงการดูดซับชั้นแรกอย่างสมบูรณ์

แบบ V เป็นไอโซเทอมรูปแบบพิเศษมีความคล้ายกับแบบ III เกิดขึ้นเมื่อแรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวของสารดูดซับมีค่าน้อย ซึ่งจะพบในสารดูดซับที่มีขนาดรูพรุนในช่วงเดียวกับไอโซเทอมแบบ IV สำหรับไอโซเทอมแบบ III และแบบ V นี้จะคำนวณหาพื้นที่ผิวได้ยากเนื่องจากชั้นการดูดซับชั้นที่ 2 จะถูกสร้างขึ้นก่อนที่ชั้นแรกจะเสร็จสมบูรณ์

แบบ VI เป็นการดูดซับแบบ multilayer เป็นชั้น ๆ ขึ้นบนผิวของ nonporous โดยความสูงของแต่ละชั้นจะเป็นความสามารถของ monolayer ในชั้นนั้น ๆ (วรวิทย์, 2558)

ในปี 2555 เกษราพร และโกวิทย์ ได้ศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดของรูพรุนด้วยเทคนิคบีอีที ผลการศึกษาปริมาตรรูพรุน พื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดรูพรุนของเรซินไคโตซาน พบว่าก่อนการดูดซับเรซินไคโตซานมีปริมาตรรูพรุน พื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดรูพรุนเท่ากับ 3.3×10^{-3} ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม 8.8×10^{-2} ตารางเมตรต่อกรัม และ 151.3 นาโนเมตร

ตามลำดับ ในขณะที่ภายหลังการดูดซับไอออนเงิน เรซินไคโตซานมีปริมาตรรูพรุน พื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดรูพรุนเท่ากับ 2.6×10^{-3} ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม 8.2×10^{-2} ตารางเมตรต่อกรัมและ 126 นาโนเมตร ตามลำดับ โดยปริมาตรรูพรุน พื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดรูพรุนของเรซินไคโตซานหลังการดูดซับมีปริมาณเล็กลง เนื่องจากการเกาะติดของเงินภายในรูพรุนของเรซินไคโตซานจัดแบ่งขนาดรูพรุนของถ่านกัมมันต์ เป็น 3 ขนาด ดังนี้ ถ่านกัมมันต์โพรงเล็ก (micropore) มีขนาดโพรงน้อยกว่า 2 นาโนเมตร ถ่านกัมมันต์โพรงกลาง (mesopore) มีขนาดโพรงอยู่ระหว่าง 2–50 นาโนเมตร และถ่านกัมมันต์โพรงใหญ่ (macropore) มีขนาดโพรงมากกว่า 50 นาโนเมตร ดังนั้นขนาดรูพรุนของเรซินไคโตซานที่เตรียมได้จัดอยู่ในขนาดโพรงใหญ่

2.15 งานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในปี 2555 เกษราพร และโกวิทย์ ได้ศึกษาประจุที่ผิวเป็นศูนย์ของเรซินไคโตซาน โดยในการทดลองจะนำน้ำปราศจากไอออน มาปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้อยู่ในช่วง pH 3.0 ถึง pH 12.0 ใช้เรซินไคโตซานปริมาณ 0.2 กรัม นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและนำไปเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น (pH_i) และสุดท้าย (pH_f) พบว่า เรซินไคโตซานมีค่าประจุที่ผิวเป็นศูนย์เท่ากับ pH 6.2 และ 6.4 ตามลำดับ อธิบายว่า เมื่อความเป็นกรด-ด่างมีค่าน้อยกว่าประจุที่ผิวเป็นศูนย์ ประจุที่ผิวของเรซินไคโตซานจะมีค่าเป็นบวกในทางตรงกันข้ามเมื่อความเป็นกรด-ด่าง มีค่ามากกว่าประจุที่ผิวเป็นศูนย์ แสดงว่าประจุที่ผิวของเรซินไคโตซานมีค่าเป็นลบ

ในปี ค.ศ. 2016 Thao และคณะ ได้ศึกษาส่วนประกอบต้านการอักเสบในหลอดทดลองที่แยกได้จากพืชที่กินแมลงเป็นอาหาร *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Rafarin พืช Nepenthes mirabilis ที่กินแมลงเป็นอาหารสามารถใช้เป็นยาพื้นบ้านในการรักษาโรคดีซ่าน ตับอักเสบ แผลในกระเพาะอาหาร นิ่วในท่อไต ท้องร่วง โรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูงได้ จากการทดลองพบว่าสารประกอบที่แยกได้มีฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยอาศัยการยับยั้งการผลิตไซโตไคน์ที่ทำให้เกิดการอักเสบ

ในปี 2017 Karthik และคณะ ได้ศึกษาหาหมู่ฟังก์ชันของสมุนไพร *Acalypha indica* ด้วยเทคนิค FTIR พบพีคที่ความยาวคลื่นระหว่าง 3200 cm^{-1} ถึง 3500 cm^{-1} ถูกกำหนดให้กับน้ำที่มีการซึมซับแบบเผิน ๆ และโหมดยืดของกลุ่ม O-H และ N-H ตามลำดับ พีคที่ความยาวคลื่น 2920 cm^{-1} และ 2858 cm^{-1} สอดคล้องกับการสั่นสะเทือนการยืดตัวของพันธะ C-H อะลิฟาติกและอะโรมาติกในอนุภาคนาโน พีคที่ความยาวคลื่น 1626 cm^{-1} ระบุว่าเป็นแรงสั่นสะเทือนของคาร์บอนิล (C-O) ในการเชื่อมโยง amide ของโปรตีนจากพืช พีคที่ 1384 cm^{-1} (N-H) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมที่สุดของ flavanones และ terpenoids ที่มีอยู่ในใบพืช *Acalypha indica* พีคที่ความยาวคลื่น 1317 cm^{-1} และ 1243 cm^{-1} หมายถึงกลุ่ม carboxylic acid (C-O) พีคที่ความยาวคลื่น 1060 cm^{-1} แสดงการสั่นสะเทือนของ C-N ของ aliphatic amines และพีคที่ความยาวคลื่น 660 cm^{-1} เกิดจากการเปลี่ยนรูปของคาร์โบไฮเดรต **α**-glucopyranose ของคาร์โบไฮเดรต

ในปี 2012 Shibi และคณะ ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางเคมีของ Arumuga Chendooram ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราดและเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (Scanning Electron Microscope/Energy dispersive analysis of X-ray) ภาพจาก SEM ของ Arumuga chendooram แสดงความแตกต่างของขนาดและการรวมตัวกันของอนุภาค การรวมตัวของอนุภาคเกิดจากการทำซ้ำของวัลคาไนซ์ที่เกิดขึ้นในการเตรียมตัวอย่าง ซึ่งขนาดอนุภาคลดลงอย่างมากน้อยกว่าไมโครเมตร เนื่องจากการทำซ้ำ ความแตกต่างของลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แสดงให้เห็นว่าใน micrographs พบว่ามีพื้นผิวผลึกมากกว่าหนึ่งในตัวอย่าง เนื่องจากมีสารเคมีต่าง ๆ อยู่ในตัวอย่าง และการวิเคราะห์การกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ องค์ประกอบธาตุของตัวอย่างยา การประเมินความเข้มข้นขององค์ประกอบหลักในตัวอย่างเมื่อเทียบกับวิธี ICP - OES พบว่า % มวลของปรอท .ซัลเฟอร์ เหล็ก โซเดียม คลอรีน และซิลิคอนใน Arumuga chendooram คือ 38.79, 22.85, 21.67, 8.79, 6.27 และ 1.62 ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2015 Thanh และคณะ ได้ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชที่กินแมลงเป็นอาหาร*Nepenthes mirabilis* พบว่าส่วนประกอบของฟีนอลิกใน *Nepenthes mirabilis* มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยอาศัยความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของเปอร์ออกไซด์ทำให้เกิดการลดไอออนและการป้องกันโรคกระดูกพรุน สารสกัด *Nepenthes mirabilis* อุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอล ซึ่งอธิบายได้ว่า *Nepenthes mirabilis* เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ *Nepenthes mirabilis* ยังเป็นแหล่งของสารธรรมชาติในการป้องกัน และรักษาโรคกระดูกพรุน

ในปี 2559 บุญเลี้ยง และคณะ ได้ศึกษาสารสกัดเฮกเซนของกระชายดำเสริมฤทธิ์ของยาปฏิชีวนะต่อการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์ ดื้อยาเมธิซิลิน จากการศึกษาพบว่าผลของสารสกัดกระชายดำต่อการปรับเปลี่ยนความไวของเชื้อ *Staphylococcus. aureus* ต่อยาปฏิชีวนะ พบว่าสารสกัดกระชายดำสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ S. aureus สายพันธุ์ ดื้อยาเมธิซิลินได้ และเมื่อทดสอบร่วมกับยาปฏิชีวนะได้แก่ ยาแวนโคมัยซินและเพนิซินิลิน พบว่าส่วนใหญ่มีฤทธิ์แบบเสริมฤทธิ์กัน ดังนั้นผลการศึกษาในครั้งนี้อาจสามารถนำไปสู่การพัฒนากลยุทธ ในการนำสารจากธรรมชาติมาใช้ร่วมกับยาปฏิชีวนะ และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้าน MRSA ในสารสกัดกระชายดำที่ผลิตเป็นการค้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำเอาสมุนไพรไปพัฒนาเป็นยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคติดเชื้อ MRSA ต่อไป

ในปี 2559 วัชรินทร์ และคณะ ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทย 10 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้ 95% เอทานอลเป็นตัวสกัด (ขมิ้นชัน ชุมเห็ดเทศ จันทน์แดง จันทน์แปด กลีบ ฝาง พริกไทยดำ ฟ้าทะลายโจร ยี่หร่า สมอไทย และอบเชย) ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ATCC 25922 โดยวิธี agar well diffusion พบว่าสารสกัดสมุนไพรไทยด้วยเอทานอลจำนวน 10 ชนิด สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ โดยสารสกัดจากฝางมีประสิทธิภาพดีที่สุด ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการยืนยันฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทยต่อแบคทีเรีย และการเลือกทำวิจัยในระดับลึกของสมุนไพรไทยชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งจะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาแผนโบราณสำหรับรักษาโรคติดเชื้อ เพื่อทดแทนหรือใช้ร่วมกับยาต้านจุลชีพแผนปัจจุบัน หรือใช้เป็น

ผลิตภัณฑ์ถนอมอาหาร เพื่อช่วยลดผลข้างเคียงจากสารเคมีและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ยาแผนปัจจุบันในอนาคต

ในปี 2555 สุคนธ์ และคณะ ได้ศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งแบคทีเรียและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเปลือกผลไม้ 5 ชนิด ได้แก่ ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง มังคุดสุก ส้มเขียวหวาน กล้วยน้ำว้าดิบและหมากสงดิบ สกัดด้วยน้ำร้อน เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 และอะซิโตน จากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากเปลือกผลไม้โดยเฉพาะเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดด้วยอะซิโตน มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *B. subtilis, S.aureus, E. coli* และ *S. typhimurium* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารหรือมีส่วนในการทำให้อาหารเน่าเสีย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำสารสกัดจากเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดไปพัฒนาเป็นสารถนอมอาหารชนิดใหม่ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารหรือเป็นสมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรคทางเดินอาหารที่เกิดจากแบคทีเรียเหล่านี้

บทที่ 3

วัสดุและวิธีการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

ผงสมุนไพรที่มีส่วนผสมของหม้อข้าวหม้อแกงลิงที่มีจำหน่ายในหมู่บ้าน ต้นมะขาม

3.2 เครื่องมือ

1) เครื่องมือศึกษาเอกลักษณ์ของสารด้วยอินฟาเรด (Fourier transform Infrared Spectroscopy /FTIR) JASCO 6800, KBr patlet
2) โปรแกรม ImageJ Vertion 1.8.0_112 ดังภาคผนวก ง
3) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius) ยี่ห้อ (EJ-610, AND, Japan)
4) pH meter (Mettler Toledo FEP20 FiveEasy^{TM} Plus)
5) Magnetic Stirrer (Variomag)

3.3 อุปกรณ์

1) ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric pipette)
2) ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Graduated pipette)
3) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
4) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
5) หลอดหยด (Dropper)
6) บีกเกอร์ (Beaker)
7) แท่งกวนแม่เหล็ก (Magnetic bar)
8) พาราฟิล์ม (Parafilm)

3.4 สารเคมี

1) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, Meack, Germany)
2) กรดไนตริก (HNO_3, Analytical reagent, Thailand)
3) น้ำปราศจากไอออน

3.5 วิธีการหาประจุบนพื้นผิว (เกษราพร และโกวิทย์, 2555)

ปิเปตน้ำปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตรปรับค่า pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ด้วยกรดไนตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์บันทึกค่า pH

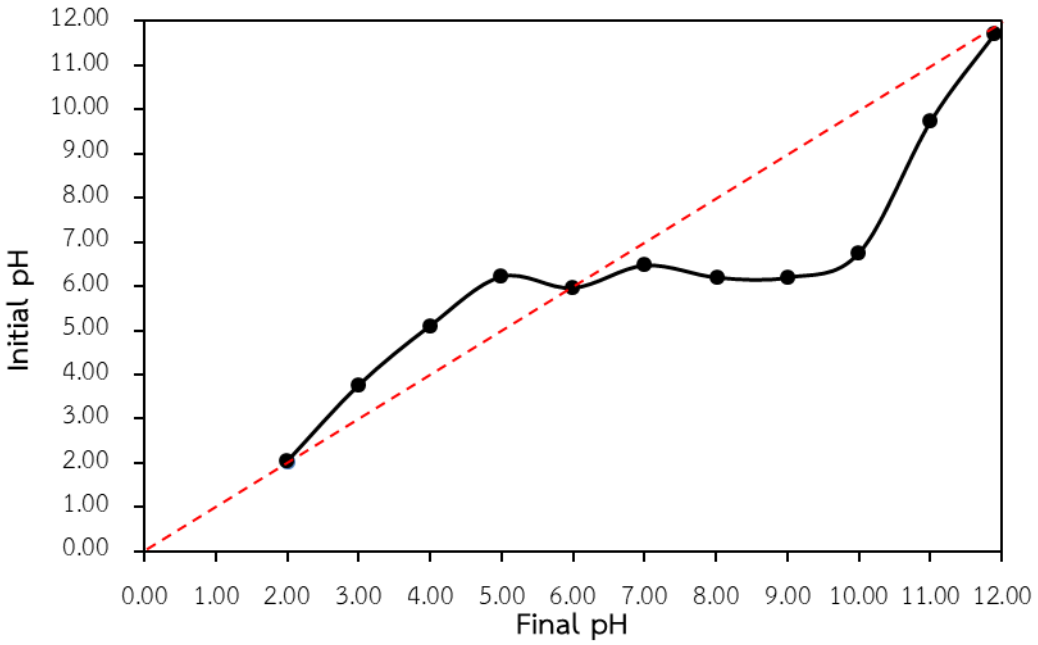
ชั่งสมุนไพร 0.2 กรัม ใส่ในแต่ละขวดที่เตรียม ปิดด้วยพาราฟิล์ม กวนด้วยความเร็ว 300 รอบต่อนาที เป็น 24 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน วัดค่า pH หลัง เขียนกราฟระหว่างค่า pH_i เทียบ pH_f ตัดกับเส้นทแยงมุม เป็นค่า pH_{PZC} ของผงสมุนไพร ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ประจุบนพื้นผิวผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิง

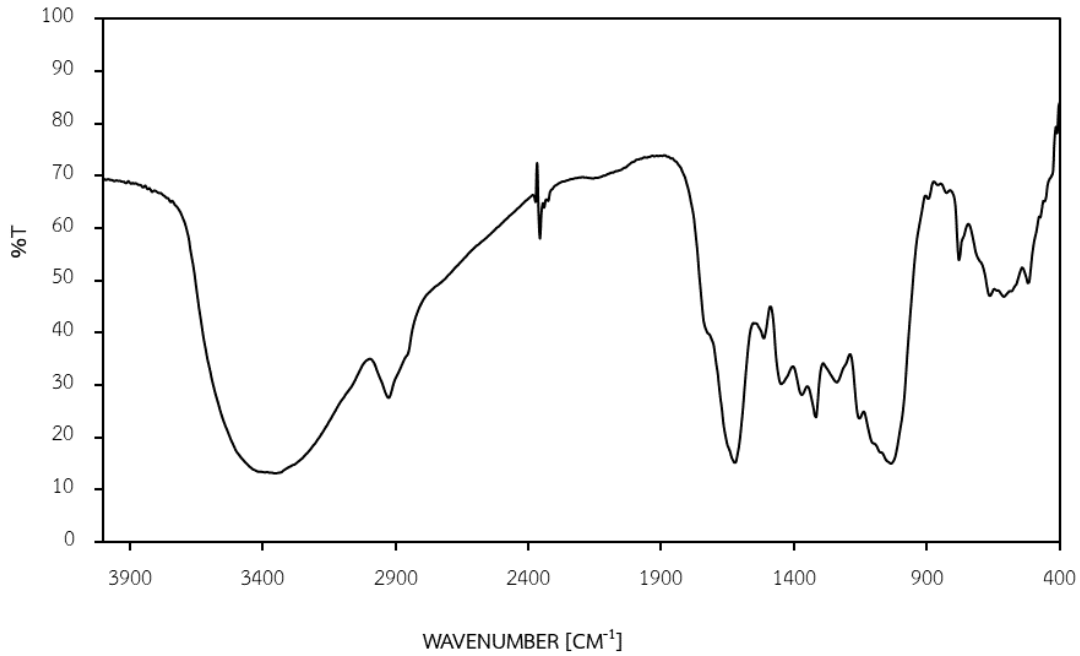
ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่วิเคราะห์ได้จากผงสมุนไพรด้วยวิธี pH-drift method โดยใช้น้ำปราศจากไอออนเป็นตัวทำละลาย ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้อยู่ในช่วง 2.00 - 12.00 ด้วยสารละลายกรดไนตริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ นำสมุนไพร 0.2 กรัม ใส่ในสารละลาย และตัวอย่างถูกกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่า pH สุดท้าย ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นและความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายตัดกับเส้นทแยงมุมเป็นค่า pH_{PZC} ของผงสมุนไพร โดยประจุที่ผิวเป็นศูนย์ หมายถึงประจุที่พื้นผิวมีสภาพเป็นศูนย์หรือประจุบวกและประจุลบบนพื้นผิวมีค่าเท่ากัน เมื่อ $pH < pH_{PZC}$ จะเกิดโพลาไรซ์แล้วให้ประจุที่เป็นบวกได้ดี ถ้าที่ $pH > pH_{PZC}$ จะเกิดโพลาไรซ์แล้วให้ประจุที่เป็นลบได้ดี (วราภรณ์, 2540) จากการทดลองพบว่าผงสมุนไพรมีค่าประจุที่ผิวเท่ากับ 6 ซึ่งอธิบายว่าเชื้อโรคส่วนใหญ่จะมีประจุเป็นบวกและมีค่า pH 4-4.5 ดังนั้นผงสมุนไพรสามารถดูดซับเชื้อโรคที่เป็นประจุบวกได้ดี



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของพรอพอลิสจากรังชันโรง

4.2 ผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของผงสมุนไพรด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟาเรดสเปกโตมิเตอร์

จากการศึกษาการตรวจหาหมู่ฟังก์ชันของผงสมุนไพรด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) เพื่อยืนยันโครงสร้างของผงสมุนไพร โดยทำการวิเคราะห์ในช่วงความยาวคลื่น 400-4000 cm^{-1} แสดงในภาพที่ 4.2 และการเปลี่ยนแปลงของหมู่ฟังก์ชันในผงสมุนไพร ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแถบการสั่นที่ช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.1 สเปกตรัมที่ได้จากผงสมุนไพร จะแสดงในภาพที่ 4.2 พบสัญญาณการดูดกลืนที่กว้างแสดงแถบ O-H Stretching ของน้ำที่ความยาวคลื่น 3332.87 cm^{-1} พบสัญญาณ C-H Stretching ของแอลเคน ที่ความยาวคลื่น 2924.52 cm^{-1} พบสัญญาณการสั่นในโมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ความยาวคลื่น 2357.07 cm^{-1} พบสัญญาณ C=C Stretching ของอะโรมาติกที่ความยาวคลื่น 1619.91 cm^{-1} พบสัญญาณ C-O Stretching ของเอสเทอร์ที่ความยาวคลื่น 1031.25 cm^{-1} และพบสัญญาณ C-H Bending ของฟีนิลที่ความยาวคลื่น 612.28 cm^{-1}

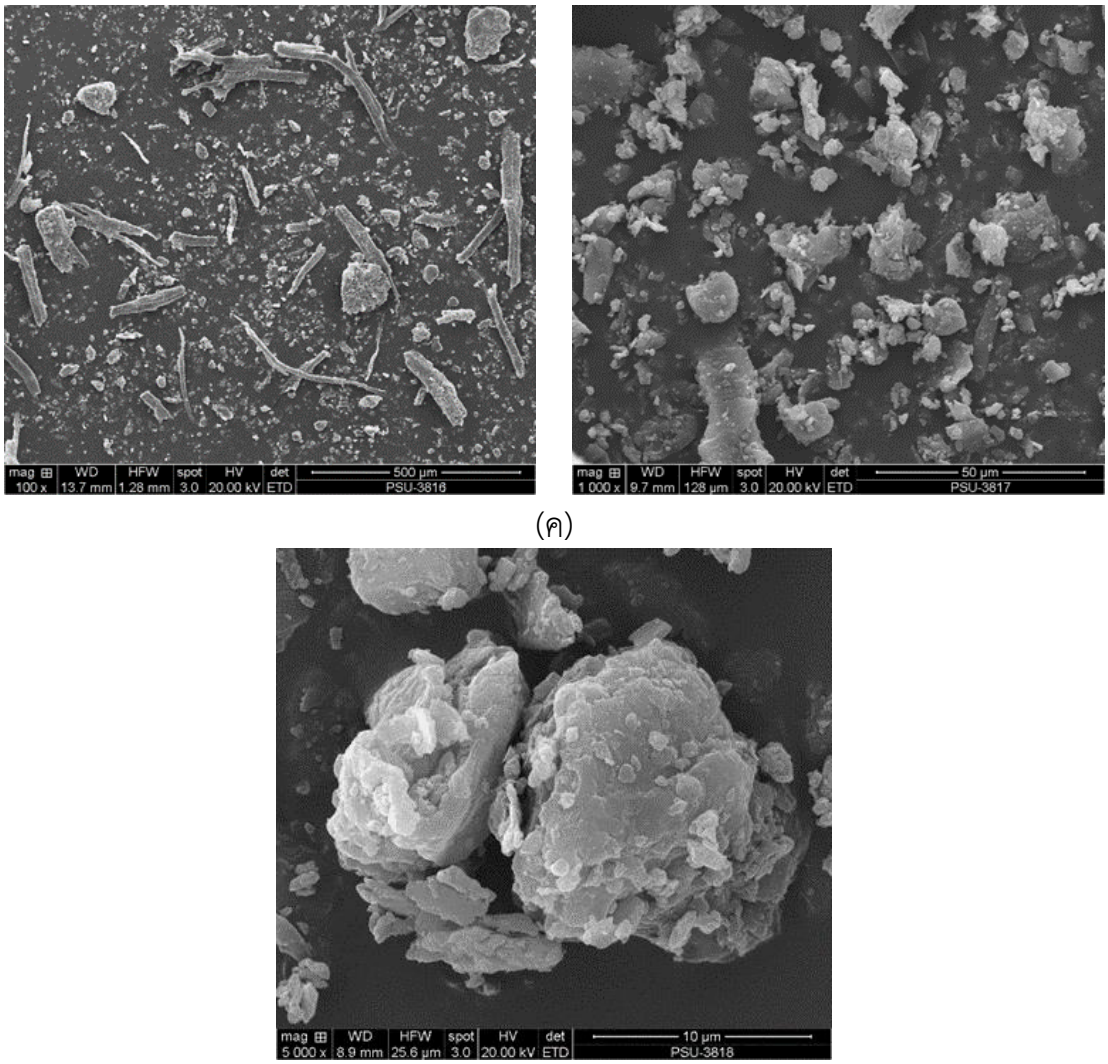


ภาพที่ 4.2 สเปกตรัมFT-IR ของผงสมุนไพร

4.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของสารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราดและเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX)

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของผงสมุนไพรด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยายต่างกัน ภาพที่ 4.3 (ก) พบว่าพื้นผิวจะมีรูปร่างเป็นก้อนใหญ่ ก้อนเล็กและเป็นแท่ง การคำนวณด้วยโปรแกรม ImageJ โดยใช้วิธีการวัดด้านกว้างและด้านยาวที่สุดของแต่ละกลุ่มก้อน และนำมาเฉลี่ยเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มก้อน แบบก้อนใหญ่ที่กำลังขยาย 500 เท่าจะอยู่ในช่วง 100.4 ไมโครอน แบบก้อนเล็กที่กำลังขยาย 500 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ในช่วง 37.1 ไมโครอน และแบบเป็นแท่งที่กำลังขยาย 500 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 199.8 ไมโครอน ดังภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าพื้นผิวผงสมุนไพรมีขนาดไม่สม่ำเสมอและมีอนุภาคขนาดเล็กปะปนอยู่จำนวนมากในบริเวณผิวหน้า ภาพที่ 4.3 (ข) ที่กำลังขยาย 1,000 เท่าพบรูปร่างเป็นกลุ่มก้อนกระจายตัวอยู่ในพื้นผิว เมื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 12.12 ไมครอน ดังภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.3 (ค) แสดงให้เห็นว่าที่กำลังขยาย 5,000 เท่าพื้นผิวของผงสมุนไพรมีรูปร่างเป็นก้อนใหญ่และผิวขรุขระ

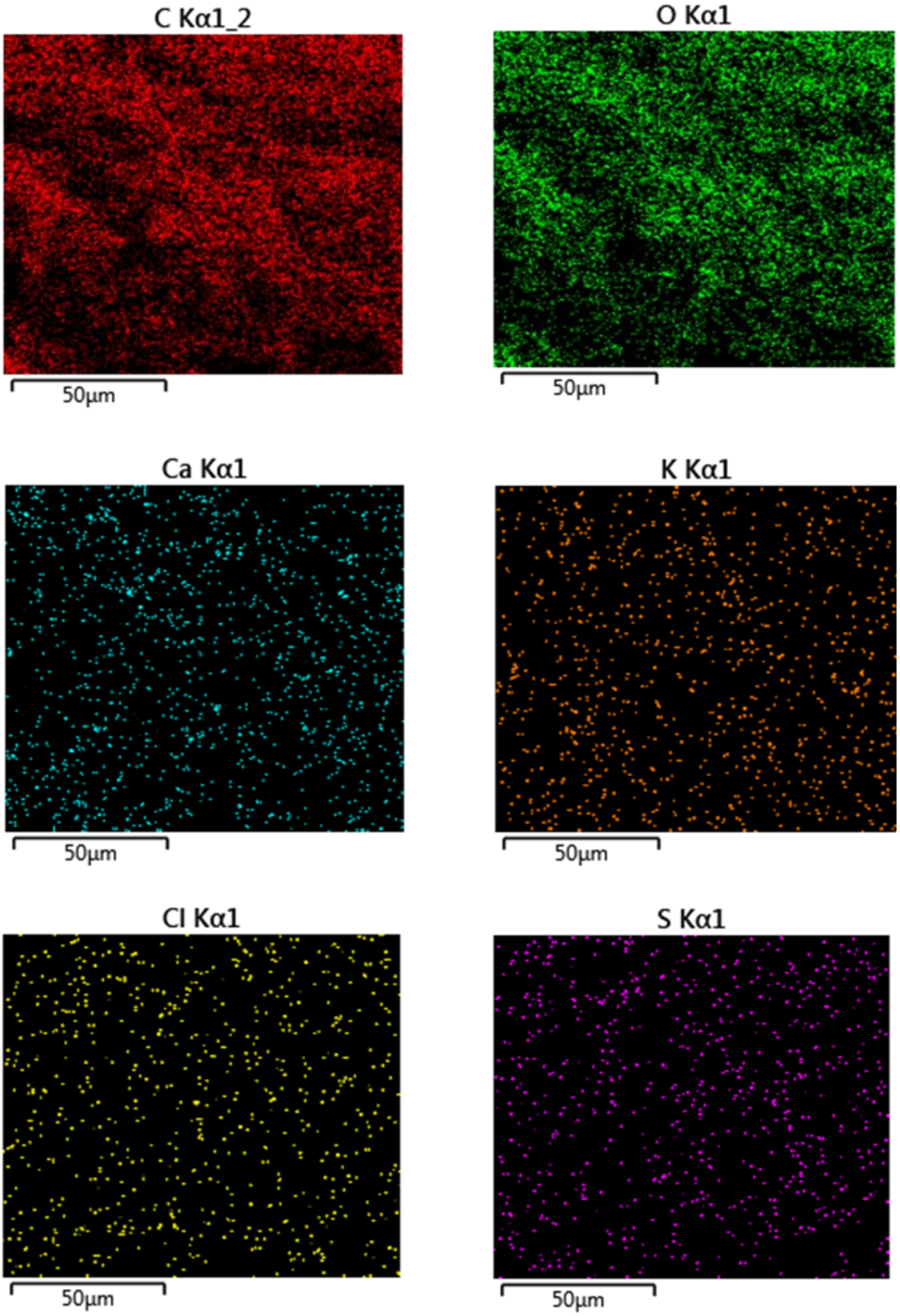
(ก) (ข)

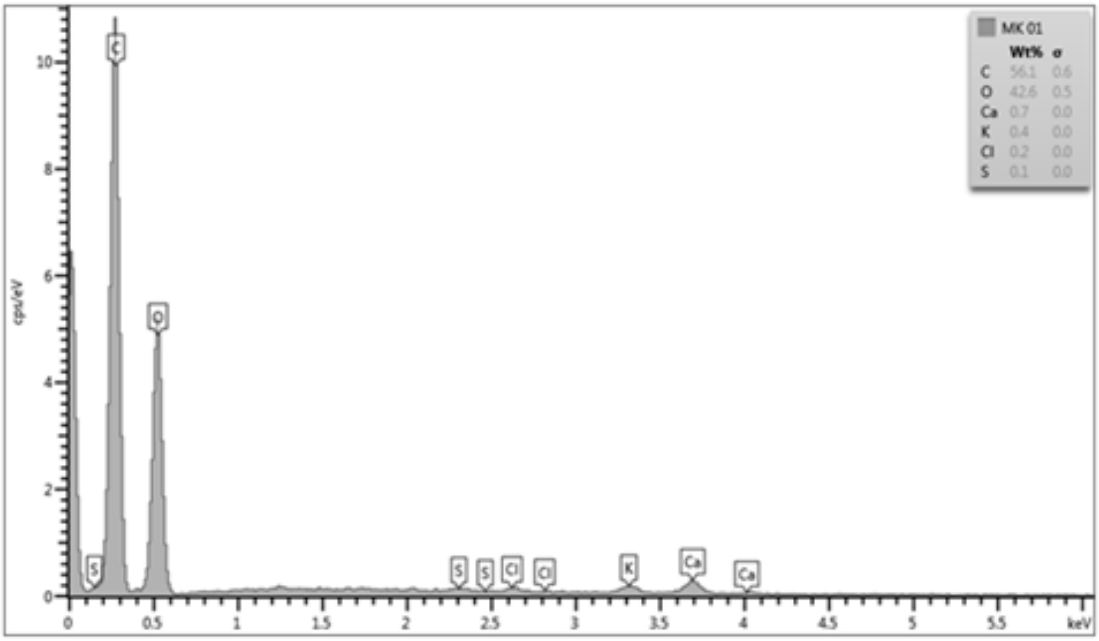


ภาพที่ 4.3 ภาพ Scanning Electron Microscope ของตัวอย่างผงสมุนไพรกำลังขยาย 500 เท่า (ก) กำลังขยาย 1,000 เท่า (ข) และกำลังขยาย 5,000 เท่า (ค)

4.4 เอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX)

และยังสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (EDS) โดยภาพที่ 4.5 (ก) เป็นการแสดงลักษณะพื้นผิวของผงสมุนไพร ในบริเวณที่ถูกทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ซึ่งผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS จะแสดงผลออกมาในลักษณะของจุดสีต่าง ๆ ที่มีขนาดของจุดสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคของธาตุองค์ประกอบในผงสมุนไพร ในภาพที่ 4.5 (ข) และ 4.5 (ค) แสดงให้เห็นถึงลักษณะการจับกันเป็นกลุ่มก้อนของคาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) ซึ่งทั้งสองธาตุนี้เป็นองค์ประกอบหลักที่อยู่ในผงสมุนไพรและอาจมีการปนเปื้อนของออกซิเจนที่อยู่ในบรรยากาศเข้ามาร่วมด้วย ในส่วนของธาตุแคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) คลอรีน (Cl) และกำมะถัน (S) ดังภาพที่ 4.5 (ง, จ, ฉ, ช) แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของผงสมุนไพรอย่างสม่ำเสมอ


C Kα1_2
50µm
O Kα1
50µm
Ca Kα1
50µm
K Kα1
50µm
Cl Kα1
50µm
S Kα1
50µm



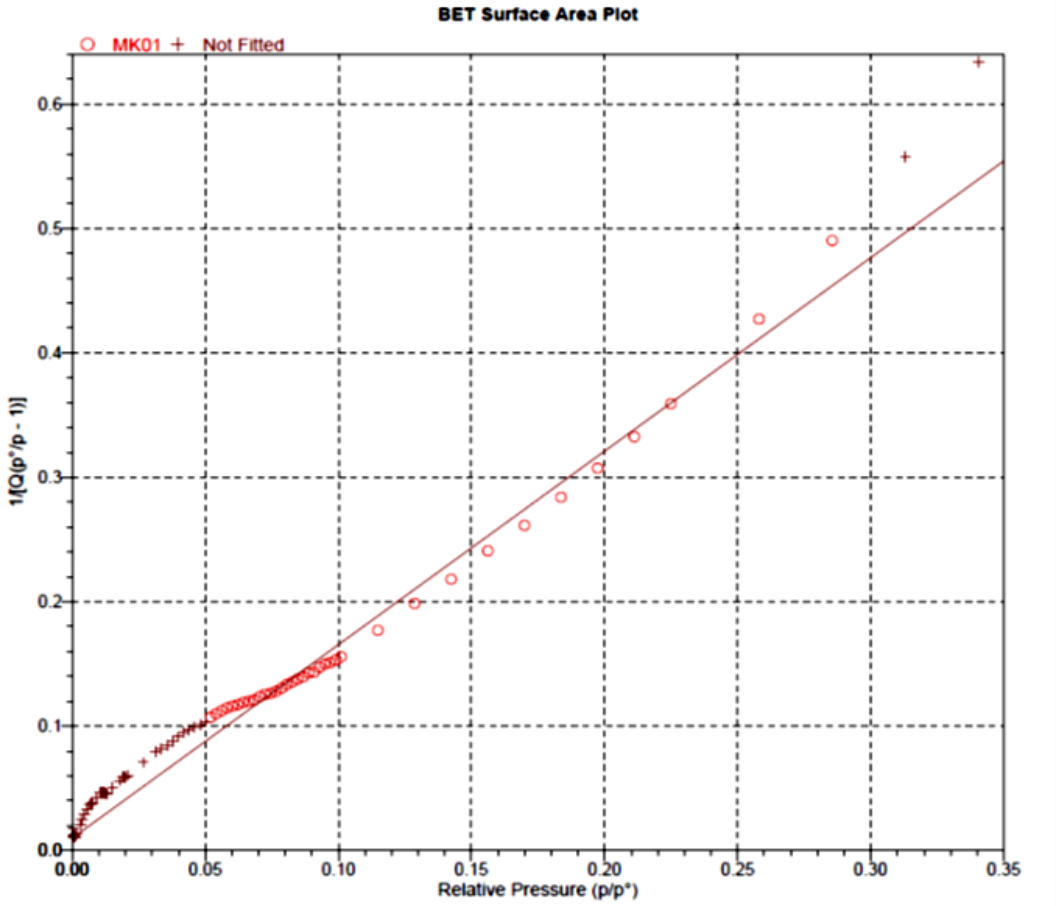
ภาพที่ 4.4 ลักษณะการกระจายตัวของธาตุตัวอย่างผงสมุนไพร (ก), Carbon (ข), Oxygen (ค), Calcium (ง), Potassium (จ), Chlorine (ฉ), Sulfur (ช) และปริมาณธาตุองค์ประกอบ (ซ)

ตารางที่ 4.1 ชนิดและปริมาณของธาตุในผงสมุนไพร *Nepenthes mirabilis*

Elements	Wt. %	Atomic weight (σ)
C	56.1	0.6
O	42.6	0.5
Ca	0.7	0.0
K	0.4	0.0
Cl	0.2	0.0
S	0.1	0.0

4.5 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller Method (BET)

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค BET พบว่าพื้นผิวจำเพาะของผงสมุนไพรมีค่าเท่ากับ 2.7817 m^2/g ซึ่งจากภาพที่ 4.5 แสดงไอโซเทอม ที่เป็นรูปแบบปกติของไอโซเทอมที่เกิดในสารดูดซับที่ไม่มีรูพรุน (nonporous) หรือตัวดูดซับที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ (microporous) โดยจะเกิดการดูดซับที่ต่อเนื่องจากการเรียงตัวโมเลกุลเพียงชั้นเดียว (monolayer) อย่างสมบูรณ์ก่อน จึงเกิดเป็นหลายชั้น (multilayer) ในขั้นต่อมา จากไอโซเทอมตรงบริเวณจุดเปลี่ยนโค้ง จะแสดงถึงการดูดซับแบบชั้นเดียวนั้นเสร็จสมบูรณ์จากนั้นที่ความดันสูงขึ้นจะเกิดการดูดซับที่ต่อเนื่องจากชั้นแรกต่อไป และจะเกิดการดูดซับเสร็จสมบูรณ์ที่ความดันย่อยสูง ๆ ไอโซเทอมแบบนี้บางครั้งเรียกว่า Sigmoid หรือ S-shape isotherm



ภาพที่ 4.5 ลักษณะการดูดซับแก๊ส N_2 ด้วยเทคนิค BET

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะทางพื้นผิวของผงสมุนไพรต่อประสิทธิภาพการรักษาโรคโดยเลือกศึกษาสมุนไพรชนิดผงที่มีส่วนประกอบของพืชหม้อข้าวหม้อแกงลิง การวิเคราะห์ประจุบนพื้นผิว ด้วยวิธี pH-drift พบว่ามีค่าpH $_{PZC}$ เท่ากับ 6 เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง FTIR พบว่าสเปกตรัมของผงสมุนไพรมีสัญญาณการดูดกลืนที่กว้างแสดงแถบ O-H Stretching ที่ความยาวคลื่น 3332.87 cm^{-1} และพบสัญญาณการสั่นในโมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ความยาวคลื่น 2357.07 cm^{-1} การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของผงสมุนไพรด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบพื้นผิวมีรูปร่างเป็นก้อนใหญ่ ก้อนเล็กและเป็นแท่ง จะเห็นได้ว่าพื้นผิวผงสมุนไพรมีขนาดไม่สม่ำเสมอและมีอนุภาคขนาดเล็กปะปนอยู่จำนวนมากในบริเวณผิวหน้า และยังสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (EDS) แสดงพื้นผิวผงสมุนไพรในลักษณะของจุดสีต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับขนาดอนุภาคของธาตุองค์ประกอบที่มีการจับกันเป็นกลุ่มก้อนของคาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) ซึ่งทั้งสองธาตุนี้เป็นองค์ประกอบหลักที่อยู่ในผงสมุนไพรและอาจมีการปนเปื้อนของออกซิเจนที่อยู่ในบรรยากาศเข้ามาร่วมด้วย ในส่วนของธาตุแคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) คลอรีน (Cl) และกำมะถัน (S) ที่แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของผงสมุนไพรอย่างสม่ำเสมอ และจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค BET พบว่าพื้นผิวจำเพาะของผงสมุนไพรมีค่าเท่ากับ 2.7817 m^2/g แสดงไอโซเทอมที่เป็นรูปแบบปกติของไอโซเทอมที่เกิดในสารดูดซับที่ไม่มีรูพรุน(nonporous) ไอโซเทอมแบบนี้เรียกว่า Sigmoid หรือ S-shape isotherm

บรรณานุกรม

กนกพร อะทะวงษา. (2561). พิชิตไข้หวัดด้วยฟ้าทะลายโจร. มหาวิทยาลัยมหิดล.

เกษราพร สุอรุณ และโกวิทย์ ปิยะมังคลา. (2555). จลนศาสตร์การดูดซับไอออนเงินโดยเรซินไคโตซาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ณัฐพงษ์ พรหมเวช. (2560). ผลของการเสริมบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิตในไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.

นฤมล มาแทน. (ม.ป.ป.). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญจุลินทรีย์.บุญญารัช ชาลีผาย. (2560). สมุนไพร Champion Products ปี 2560มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บุญเลี้ยง สุพิมพ์ และคณะ. (2559). สารสกัดเฮกเซนของกระชายดำเสริมฤทธิ์ของยาปฏิชีวนะต่อการยับยั้งเชื้อ Staphylococcus aureus สายพันธุ์ดื้อยาเมธิซิลลิน. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

ประสาทพร บริสุทธิ์. (2551). การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อของสมุนไพรในห้องปฏิบัติการ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยะพงษ์ ปานแก้ว และคณะ. (2557). การพัฒนาวัสดุทดแทนกระดูกจากการปลูกผลึกนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ บนเส้นไหมไฟโบรอิน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ปิยรัษฎ์ เจริญทรัพย์. (2554). การอนุรักษ์พันธุกรรมสมุนไพรไทยกับสถานการณ์ตลาดสมุนไพรในปัจจุบัน. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.).

พวงทอง ไกรพิบูลย์. (2558). ไข้ อาการไข้ ตัวร้อน. [Online]. Available: http://haamor.com/th [2558, มีนาคม 21].

พัชญ์สิตา ฐิตะเลิศวงศ์ และคณะ (2554). รายงานการศึกษาชนิดพันธุ์ไม้“หม้อข้าวหม้อแกงลิง” (*Nepenthes*). ศูนย์ศึกษาและพัฒนาวนศาสตร์ชุมชนที่ 9สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 9 (ชลบุรี) กรมป่าไม้.

พัชราวรรณ วรรณทวี. (2561). การวัดความหนาของฟิล์มบางอะลูมิเนียมด้วยเทคนิคเอกซเรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน. สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

แม้น อมรสิทธิ์, อมร เพชรสม, ยุวดี เชี่ยววัฒนา, อทิตยา ศิริภิญญานนท์, ศรีวิไล โอมอภิญญาณ และ อุมาพร สุขม่วง. (2552). หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ชวนพิมพ์ 50 จำกัด.

รุจิจันทร์ วิชิวานิเวศน์. (2554). การพัฒนาระบบฐานความรู้ด้านการรักษาโรคด้วยสมุนไพร. สังกัด คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

วัชรินทร์ รังสีภาณุรัตน์ และคณะ. (2559). ฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทย 10 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ATCC25922. มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

วราภรณ์ คีรีพัฒน์. (2553).มัชฌิมาปฏิปทา สมดุลเพื่อชีวิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

วราภรณ์ เมธาวิริยะศิลป์. (2540). จุดไร้ประจุของออกไซด์กับการเตรียมคะตะลิสท์.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2558). ประสิธิภาพการดูดซับไอออนตะกั่วจากสารละลายโดยอิฐมวลเบาเป็นตัวดูดซับ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ศรัญญา จุฬารี และคณะ. (2557). สมุนไพรและการนำไปใช้: กรณีศึกษาพื้นที่รอบเขื่อนน้ำพุงจังหวัดสกลนคร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศิรินารถ วาสนะวัฒน. (2553). สมุนไพรในผลิตภัณฑ์สุขภาพ.สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

สุคนธ์ ตันติไพบูลย์วุฒิ และคณะ. (2555). ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุนีย์ จันทร์สกาว. (ม.ป.ป.).การคัดเลือกวัตถุดิบสมุนไพรอย่างมีคุณภาพ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2557). การพัฒนาศักยาภาพพืชสมุนไพรเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งสู่มาตรฐานสากล. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุภาภรณ์ ปิติพร. (2558). หลักการใช้ยาสมุนไพร. [Online]. Available: http://www.rakkhaoyai.com/jungle-path/4953 [2558, กุมภาพันธุ์ 26].

เอกรัตน์ วงษ์แก้ว. (2557). การศึกษาสภาวะในการเตรียมโลหะออกไซด์ผสมทองแดง และเหล็กต่อคุณสมบัติเฉพาะและการเร่งปฏิกิริยากำจัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนุสรา นาดี. (2555). ปัจจัยของวิธีและสภาวะการอบแห้งต่อจลนพลศาสตร์และคุณภาพของใบเตย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อมรทิพย์ ภิรมย์บูรณ์ และคณะ. (2558). สมุนไพรประจำบ้าน. กรมส่งเสริมการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรัญญา ศรีบุศราคัม. (2560). ย่านาง ผักพื้นบ้านสารพัดประโยชน์. มหาวิทยาลัยมหิดล.

ฮาซัน ดอปอ และคณะ. (2560). ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของพรอพอลิสจากชันโรงและผลิตภัณฑ์สบู่พรอพอลิส. สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

Karthik S., Suriyaprabha R., Vinoth M., Srither S.R., Manivasakan P., Rajendran V. and Valiyaveettil S. (2017). Larvicidal, super hydrophobic and antibacterial properties of herbal nanoparticles from *Acalypha indica* for biomedical applications. Royal society of chemistry. **7:** 41763.

Nagpal S., Gera M., Kuman R., Jain V.K. (2017). Nano curcumin A Novel herbal drug enhanced apoptosis and Inhibit ehrlich ascites tumor cells in vivo. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. **3:** 670-680.

Shibi I.G., Shalu G. and Jagannathan K. (2012). Physico-Chemical analysis of *Arumuga Chedooram*. *Research Article*. **3(3)**.

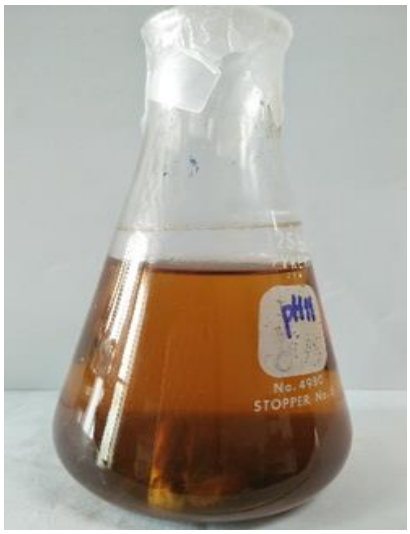
Thanh N.V., Thao N.P., Dat L.D., Thanh Huong P.T., Lee S.H., Jang H.D., Cuong N.X., Nam N.H., Kiem P.V., Minh C.V. and Kim Y.H. (2015). Two new naphthalene glucosides and other bioactive compounds from the carnivorous plant *Nepenthes mirabilis*. *Archives of PhaRmacal Research*. **38:** 1774-1782.

Thao N.V., Luyen B.T., Koo J.E., Kim S., Koh Y.S., Thanh N.V., Coung N.X., Kiem P.V., Minh C.V. and Kim V.H. (2016). In vitro anti-inflammatory components isolated from the carnivorous plant *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Rafarin. *Pharmaceutical Biology*. **54(4):** 588-594.

ภาคผนวก ก
ผงสมุนไพรผงหม้อข้าวหม้อแกงลิง

ภาคผนวก ข

ผงหม้อข้าวหม้อแกงลิงกระจายตัวในน้ำปราศจากไอออน



ภาคผนวก ค

ผลการวัดค่า pH ก่อนและหลัง

Initial pH					Final pH				
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	S.D.	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	S.D.

2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	2.16	1.89	2.06	2.04	0.14
3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	3.72	3.25	4.31	3.76	0.53
4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	5.48	5.43	4.40	5.10	0.61
5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	5.67	5.81	7.17	6.22	0.83
6.00	6.00	6.00	6.00	0.00	5.66	5.75	6.47	5.96	0.44
7.00	7.01	7.01	7.01	0.01	6.58	6.44	6.39	6.47	0.10
8.05	8.01	8.02	8.03	0.02	6.22	6.05	6.31	6.19	0.13
9.03	9.00	9.01	9.01	0.02	6.04	6.75	5.80	6.20	0.49
10.01	10.00	10.01	10.01	0.01	6.83	7.19	6.25	6.76	0.47
11.03	11.00	11.00	11.01	0.02	9.95	9.8	9.46	9.74	0.25
12.00	12.00	11.71	11.90	0.20	11.79	11.72	11.61	11.71	0.09

ภาคผนวก ง
ผงหม้อข้าวหม้อแกงลิงกระจายตัวในน้ำปราศจากไอออน

	Label	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length

ภาคผนวก จ

ตารางการคำนวณโดยใช้ ImageJ ที่กำลังขยาย 100 เท่า แบบก้อนใหญ่

1		111.812	143.017	73.583	244.278	-1.591	89.142
2		133.256	126.529	81	200	0	106.434
3		133.256	137.575	52	222	0	106.434
4	Mean	126.108	135.707	68.861	222.093	-0.53	100.67
5	SD	12.38	8.401	15.066	22.139	0.919	9.984
6	Min	111.812	126.529	52	200	-1.591	89.142
7	Max	133.256	143.017	81	244.278	0	106.434

ภาคผนวก ฉ

ตารางการคำนวณโดยใช้ ImageJ ที่กำลังขยาย 100 เท่า แบบก้อนเล็ก

	Label	**Area**	**Mean**	**Min**	**Max**	**Angle**	**Length**
1		47.482	122.774	60	199	180	37.128
2		50.545	156.727	97	225	180	39.603
3		65.862	151.209	53	247	0	51.98

4		44.419	147.966	95	202	0	34.653
5		38.292	130.24	46	222	0	29.703
6		32.165	150.667	102	227	0	24.752
7		53.609	156.813	55.882	237.118	-176.634	42.151
8	Mean	47.482	145.199	72.697	222.731	26.195	37.139
9	SD	10.903	13.342	24.123	17.382	123.286	8.816
10	Min	32.165	122.774	46	199	-176.634	24.752
11	Max	65.862	156.813	102	247	180	51.98

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายฮาซัน ดอปอ
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
โทรศัพท์ 089-9776494
อีเมล E-mail: hasan.d@yru.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ปริญญาเอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต หลักสูตรโทควบเอก เคมี (เคมีอินทรีย์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ความเชี่ยวชาญ

การสังเคราะห์วัสดุอนินทรีย์

ผลงานวิจัย/ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1) ตีพิมพ์ผลงานวิจัย เรื่อง Flower-like Ag/AgCl microcrystal: Synthesis and activity ในวารสาร Materials Chemistry and Physics ปี 2015

2) ตีพิมพ์ผลงานวิจัย เรื่อง Urchinlike Ag/AgCl photocatalyst: Synthesis and photocatalysts ในวารสาร Applied Catalysis A: General ปี 2014