

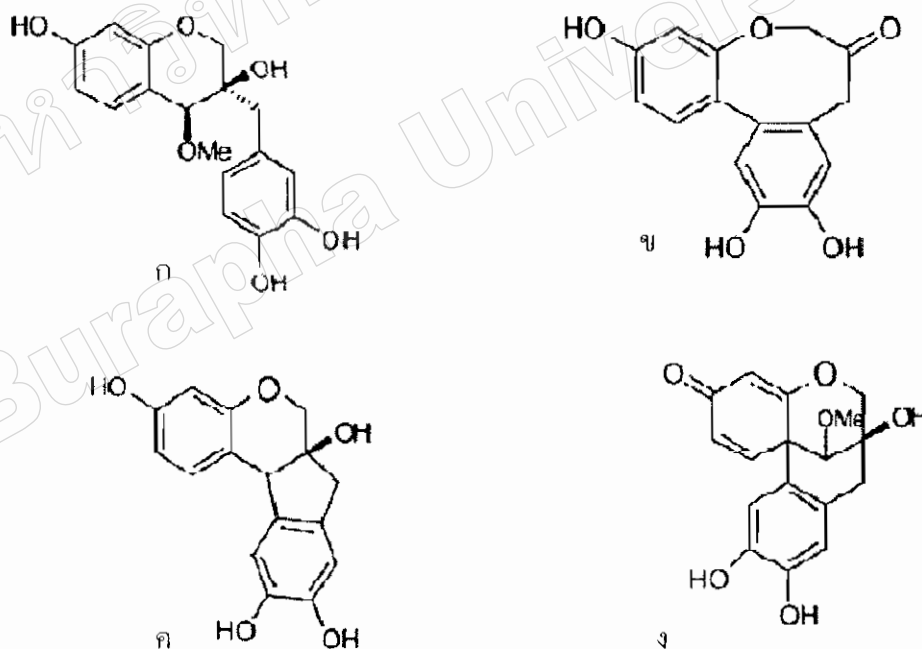
บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

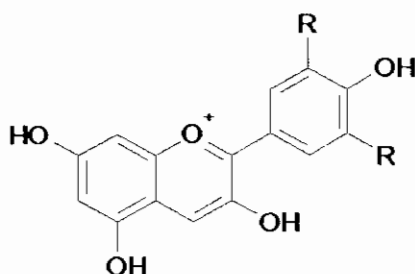
อภิปรายผล

การสกัดสารจากพืชธรรมชาติ

จากการศึกษาการสกัดสารจากแก่นฝางและดอกหมามู่ย พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสารสำคัญในแก่นฝาง โดยพบว่าในสารสกัดจากแก่นฝางเป็นสารกลุ่ม homoisoflavonoids คือ 4-O-methylsappanol, protosappanin A, brazilin และ caeasalpin (พรเทพ เต็มรังสี, 2554) ดังภาพที่ 5-1 ส่วนดอกหมามู่ยโดยลักษณะทางกายภาพคือ ดอกมีสีม่วงเข้ม ซึ่งจากข้อมูลงานวิจัยพบว่าพืชที่มีสีม่วงส่วนใหญ่จะมีสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบคือสาร เอนไซไซยานิน (กัญทิมา แสงวงศ์, 2551) ดังภาพที่ 5-2



ภาพที่ 5-1 โครงสร้างทางเคมีของสารสกัดจากแก่นฝาง (ก) 4-O-methylsappanol, (ข) protosappanin A, (ค) brazilin และ (ง) caeasalpin (พรเทพ เต็มรังสี, 2554)



ภาพที่ 5-2 โครงสร้างทางเคมีแอนโธไซยานินในสารสกัดจากดอกหมามุ่ย (Rein, 2005)

การศึกษาหาตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัด โดยตัวทำละลายที่ศึกษา ได้แก่ น้ำ น้ำเดือด และเอทานอล ผลการศึกษาพบว่า เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุดทั้งแก่นฝางและดอกหมามุ่ย เพราะให้ลักษณะสีของสารสกัดที่ใส ไม่มีตะกอน และสามารถเปลี่ยนสีที่ชัดเจนในสภาวะกรดและเบส เนื่องด้วยในสารที่สกัดด้วยเอทานอลจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารเหมือนกับการสกัดด้วยน้ำและน้ำเดือด เพราะในโมเลกุลของเอทานอลหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ไม่มีการแตกตัว เนื่องด้วยยึดเหนี่ยวด้วยพันธะโคเวเลนต์ แต่ในโมเลกุลของน้ำจะเกิดการแตกตัวเป็นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เนื่องสารยึดเหนี่ยวด้วยพันธะไอออนิก ซึ่งสามารถแตกตัวได้ง่าย โดยไอออนเหล่านี้จะเข้าไปสร้างพันธะกับโครงสร้างวงแหวนฟีนิล ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของสารสำคัญในสารสกัดจากแก่นฝางและสารสกัดจากดอกหมามุ่ย โดยถ้ามีการเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิลให้มากขึ้นก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีทำให้สีมีความเข้มมากขึ้น อีกทั้งอุณหภูมิในน้ำเดือดยังมีผลต่อปริมาณของสารทั้งกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารกลุ่มแอนโธไซยานิน ทำให้ปริมาณสารดังกล่าวถูกสลายไปหรือมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นสารชนิดอื่นที่ไม่เสถียร (ยุพาพร ผลิตจรัสศักดิ์, 2547)

การศึกษาอัตราส่วนของน้ำหนักของพืชจากธรรมชาติต่อปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ที่อัตราส่วน 1 ต่อ 100, 2 ต่อ 100 และ 5 ต่อ 100 ในหน่วยกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการทดสอบพบว่าที่อัตราส่วน 2 ต่อ 100 ทั้งแก่นฝางและดอกหมามุ่ย ให้สารสกัดที่มีลักษณะใส มีสีที่ชัดเจน และสามารถเปลี่ยนสีที่ชัดเจนในสภาวะกรดและเบสได้เหมาะสม เพราะในอัตราส่วน 1 ต่อ 100 อาจให้ปริมาณของสารที่เป็นสารสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสีในปริมาณที่น้อยกว่าที่จะสามารถมองเห็นการเปลี่ยนสีที่ชัดเจน ส่วนที่อัตราส่วน 5 ต่อ 100 อาจให้ปริมาณของสารที่เป็นสารสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสีในปริมาณที่มากเกินไปสำหรับการเปลี่ยนแปลงสี

การศึกษาด้านเวลาที่ใช้สกัด โดยศึกษาที่ระยะเวลา 30 60 และ 90 นาที ผลการทดสอบพบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดทั้งแก่นฝางและดอกหมามู่ย คือที่เวลา 60 นาที เพราะให้ลักษณะสีของสารสกัดที่ใสและสามารถเปลี่ยนสีที่ชัดเจนในสภาวะกรดและเบส ที่ดีกว่าที่เวลา 30 นาทีและให้ผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างจากที่เวลา 90 นาที เพราะที่ 30 นาที เวลาที่ใช้การสกัดสารมีผลทำให้ได้ปริมาณของสารที่เป็นสารสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสีในปริมาณที่น้อยกว่าที่จะสามารถมองเห็นการเปลี่ยนสีที่ชัดเจน ส่วนในเวลาที่ 90 นาที สามารถสกัดให้ปริมาณของสารที่เป็นสารสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสีในปริมาณที่มากเกินไปหรือเลยจุดอิ่มตัวของสารสกัด สกัดทำให้ลักษณะของสารสกัดและการทดสอบการเปลี่ยนสีในสภาวะกรด-เบสไม่แตกต่างจากที่ใช้เวลาในการสกัดเวลา 60 นาที

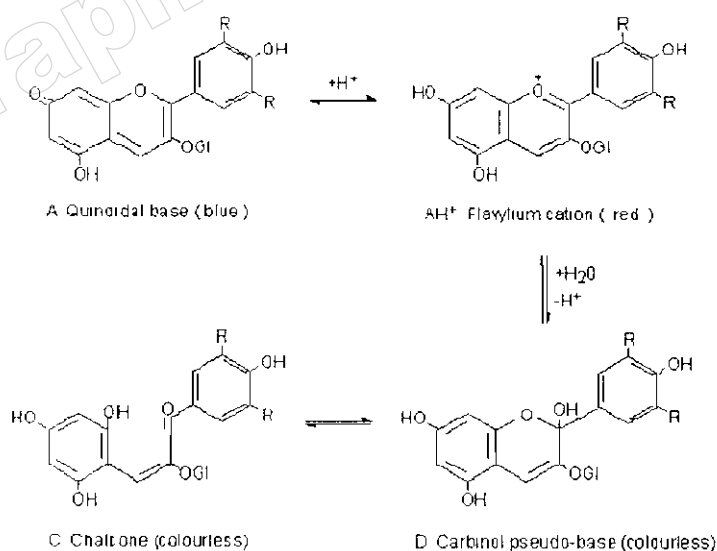
การศึกษาความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารจากพืชธรรมชาติ โดยศึกษาที่ความเข้มข้นร้อยละ 10, 30, 50, 70 และ 95 โดยปริมาตร ซึ่งความเข้มข้นของเอทานอลที่เหมาะสมสำหรับใช้สกัดสารจากแก่นฝางและดอกหมามู่ย คือที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร เพราะให้ลักษณะสีของสารสกัดที่ใสและสามารถเปลี่ยนสีที่ชัดเจนในสภาวะกรดและเบส ที่ดีกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10, 30, 50 และ 70 โดยปริมาตร เพราะในที่ความเข้มข้นของเอทานอลน้อยจะมีปริมาณของน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายเป็นองค์ประกอบอยู่มากทำให้ลักษณะของสารที่ได้เหมือนกับ การสกัดด้วยน้ำ ดังนั้นที่ความเข้มข้นของเอทานอลสูงจะสามารถสกัดสารออกมาได้เหมาะสมที่สุด

การทดสอบความเสถียรของสารสกัดจากพืชธรรมชาติ

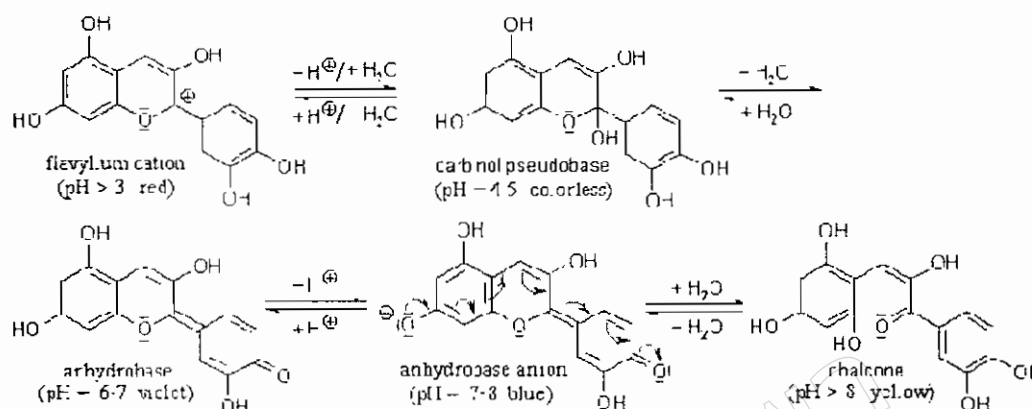
ศึกษาความเสถียรของสารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามู่ย ในรูปของสารละลายที่สกัดด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร ในการศึกษาความเสถียรของสารสกัดทำการควบคุมสารสกัดที่ได้ไม่ให้ถูกแสงโดยเก็บสารสกัดไว้ในขวดสีชาและเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง เนื่องด้วยทั้งแสงและอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความเสถียรของสารสกัด จากนั้นศึกษาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นช่วง 300-700 นาโนเมตร ได้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดจากแก่นฝางที่ความยาวคลื่น 448 นาโนเมตรและสารสกัดจากดอกหมามู่ยที่ความยาวคลื่น 368 นาโนเมตร จากนั้นศึกษาความเสถียรของสารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามู่ยโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดในช่วงเวลาภายในวันเดียวกันที่เวลา 0, 30, 60, 90, 120, 240 และ 360 นาที และช่วงเวลาระหว่างวันที่เวลา 1, 3, 5, 7 และ 14 วัน พบว่าทั้งสารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามู่ยมีความเสถียรดีทั้งช่วงระยะเวลาภายในวันเดียวกันและระหว่างวันในช่วงเวลา 14 หลังจากการเตรียมสารสกัดเพราะมีการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงน้อย ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนต่ำ

การทดสอบความเป็นอินดิเคเตอร์

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของสารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามุ่ยในสารละลายช่วงพีเอช 1-12 โดยสารสกัดจากแก่นฝางมีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างชัดเจนช่วงพีเอช 5-7 จากสารละลายสีเหลืองเป็นสารละลายสีชมพู เมื่อศึกษาค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่พีเอช 5 และ 7 มีค่าเท่ากับ 448 และ 541 นาโนเมตรตามลำดับ และสารสกัดดอกหมามุ่ย มีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างชัดเจนช่วงพีเอช 6-7 สารละลายใสไม่มีสีเป็นสารละลายสีเหลืองจาง เมื่อศึกษาค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่พีเอช 6 และ 7 มีค่าเท่ากับ 366 และ 596 นาโนเมตร การที่สารสกัดมีการเปลี่ยนสีเนื่องมาจากปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นแปลงความเป็นกรด-เบส เช่น การเปลี่ยนแปลงสีของสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของพืชธรรมชาติที่มีสีม่วง น้ำเงิน หรือแดง โดยแอนโทไซยานินอยู่ในสภาพสมดุลในสารละลายที่เป็นกรดมาก ($\text{pH} < 0.5$) จะอยู่ในรูป ของ flavylium cation (red) อยู่เพียงชนิดเดียว ซึ่งจะทำให้สารละลายมีสีแดง เมื่อค่า pH สูงขึ้นจนอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง ปริมาณ flavylium cation จะเริ่มลดลงเนื่องจากเกิด hydration ไปเป็น carbinol base ซึ่งไม่มีสี ส่วนสมดุลระหว่างแอนโทไซยานินที่อยู่ในรูป flavylium cation และ quinoidal base (anhydro base) จะเกิดสมดุลที่ $\text{pH} = 4.25$ ดังนั้นเมื่อแอนโทไซยานินอยู่ในสารละลายที่มี pH สูงกว่า 4.25 ขึ้นไปหรืออยู่ในสภาวะเบสจึงมีโครงสร้างของ carbinol base และ chalcone ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไม่มีสีสำหรับโครงสร้างของ quinoidal base เป็นโครงสร้างที่มีสีน้ำเงิน (ยุพาพร ผลาจรศักดิ์, 2547) ดังภาพที่ 5-3 และ 5-4



ภาพที่ 5-3 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินเมื่อค่า pH เปลี่ยน (ยุพาพร ผลาจรศักดิ์, 2547)



ภาพที่ 5-4 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ flavylum cation เมื่อค่า pH เปลี่ยน
(ยูพาพร ผลาจรศักดิ์, 2547)

ซึ่งจากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสีของแอนโทไซยานินข้างต้นแล้ว สารสกัดจากแก่นฝางและสารสกัดจากดอกหมุยซึ่งมีโครงสร้างหลักเหมือนกันจึงมีกลไกการเปลี่ยนแปลงสีคล้าย ๆ กันแต่ลักษณะของสีที่เปลี่ยนแปลงอาจไม่ชัดเจนเนื่องจากอาจเป็นเพราะปริมาณของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารกลุ่มแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในแก่นฝางและดอกหมุยอาจมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันออกไป

การทดสอบหาช่วงการเปลี่ยนแปลงสีของสารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมุยความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส ประเภทกรดแก่-เบสแก่ และกรดแก่-เบสอ่อนเพราะมีช่วงการเปลี่ยนแปลงสีที่สามารถใช้เป็นจุดยุติครอบคลุมจุดสมมูลของการไทเทรตทั้ง 2 ประเภท แต่ไม่เหมาะสมกับการไทเทรตชนิดกรดอ่อน - เบสแก่ เพราะช่วงการเปลี่ยนแปลงสีที่เป็นจุดยุติไม่ครอบคลุมจุดสมมูลของการไทเทรตประเภทนี้ จึงได้ทำการศึกษาหาจุดสมมูลของการไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ และการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อนโดยวิธีโพเทนชิโอเมตริกไทเทรชัน โดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ สำหรับเป็นกรดแก่ เบสแก่ และเบสอ่อน ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.05, 0.01 และ 0.001 โมลต่อลิตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารลดลงช่วงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของค่าพีเอชจะแคบลง ทำให้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า 0.001 โมลต่อลิตร การใช้สารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมุยเป็นอินดิเคเตอร์อาจบอกจุดสมมูลคลาดเคลื่อนได้

การทดสอบความเป็นอินดิเคเตอร์ของสารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามุ่ยในการไทเทรตกรด-เบส เปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์มาตรฐาน โบรโมไทมอลบลูสำหรับการไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ และเมทิลเรดสำหรับการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน ทำการทดสอบที่ระดับความเข้มข้นของสารเป็น 0.1, 0.05 และ 0.01 โมลต่อลิตร โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของปริมาตรของไทเทรนต์ที่ใช้ในการไทเทรตเมื่อใช้สารสกัดจากพืชธรรมชาติเป็นอินดิเคเตอร์เทียบกับปริมาตรของไทเทรนต์ที่ใช้ในการไทเทรตด้วยการใช้อินดิเคเตอร์มาตรฐาน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล คือทั้งการไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ และการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อนที่ทุกระดับความเข้มข้น ปริมาตรของไทเทรนต์ที่ใช้ในการไทเทรตมีความแตกต่างกันน้อยมาก ได้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนต่ำ ดังนั้นจึงสามารถใช้อินดิเคเตอร์จากการสกัดจากแก่นฝางและสารสกัดจากดอกหมามุ่ยแทนอินดิเคเตอร์สังเคราะห์สำหรับการไทเทรตการไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ และการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อนได้

สรุปผล

1. สารสกัดจากพืชธรรมชาติได้แก่ แก่นฝางและดอกหมามุ่ยที่ถูกสกัดด้วยเอธานอลเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร ที่อัตราส่วนน้ำหนักของพืชธรรมชาติต่อปริมาตรของเอธานอลคือ 2 ต่อ 100 เวลาที่ใช้สกัด 60 นาทีสามารถใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้
2. สารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามุ่ยมีความเสถียรเป็นภายใน 14 วัน หลังจากการสกัดสารและเมื่อเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง
3. สารสกัดจากแก่นฝางและดอกหมามุ่ยมีสมบัติของอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่ใช้ในการไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ และการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาค้นคว้าสารสกัดจากพืชธรรมชาติชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์ที่มีจุดยุติใกล้เคียงกับจุดสมมูลสำหรับการไทเทรตกรด-เบสทุกประเภท
2. ศึกษาค้นคว้าหาปริมาณของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารแอนโทไซยานินทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างพืชธรรมชาติทั้งแก่นฝางและดอกหมามุ่ย
3. นำข้อมูลจากการศึกษาการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์พืชธรรมชาติประยุกต์สร้างและพัฒนาเป็นชุดการเรียนการสอนในวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ขยายผลและเผยแพร่ความรู้เรื่องการทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารในชีวิตประจำวัน โดยใช้พืชธรรมชาติในห้องถิ่นเป็นตัวอย่าง