การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินจากสีย้อมอวดเชือก
The Quantitative Analysis of Anthocyanins from *Combretum latifolium* Dyestuff

ศศิมาภรณ์ สิทธิไกร[1] และอรุณรัตน์ สัณฐิติกวินสกุล[1*]

[1]*สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*
[*]*corresponding author: arunrat28@npru.ac.th*

บทคัดย่อ

เถาอวดเชือกแห้งบดละเอียดแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้สารสกัดน้ำของอวดเชือกสีน้ำตาลแดง มีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) เท่ากับ 7 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดด้วยวิธี single pH โดยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโทเมทรี ที่ความยาวคลื่นสูงสุด 523 นาโนเมตร ผลพบว่า สารละลายของสารสกัดอวดเชือกที่ pH 2 และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดมากที่สุด เท่ากับ 42.4157 มิลลิกรัมต่อพืชแห้ง 1 กรัม ซึ่งผลสอดคล้องกับค่าดัชนีการสลายตัวของแอนโธไซยานิน พบว่า เป็นค่าลบ เท่ากับ -11.26 แสดงว่าไม่เกิดการสลายตัวหรือสลายตัวน้อยมาก ในขณะที่เมื่อ pH เพิ่มขึ้น และอุณหภูมิมากกว่าหรือน้อยกว่า 50 องศาเซลเซียส ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ดังนั้น pH และอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด ทำให้สีของสารสกัดอวดเชือกเปลี่ยนไป

คำสำคัญ: แอนโธไซยานิน, อวดเชือก, สีย้อม, สีย้อมธรรมชาติ

Abstract

The air-dried ground Combretum latifolium stems were macerated with water at 30 ℃ to give the water extract as a reddish brown solution that had a pH value of 7. A quantitative analysis of total anthocyanins content (Tacy) was determined by single pH method using UV-VIS spectrophotometry at the maximum wavelength (λ_{max}) 523 nm. As the result, it was found that the C. latifolium solution at pH 2 and 50 ℃ showed highly the Tacy to be 42.4157 mg/g of dry plant. As well as, a degradation index of anthocyanins gave a value of -11.26. This means that the anthocyanins were no decomposed. While the increasing pH and temperature >50 ℃ or <50 ℃ had trend the decreased Tacy. Accordingly, pH and temperature had affected to the total anthocyanin content with that be changing a color of the C. latifolium extract.

Keywords: anthocyanin, *Combretum latifolium*, dyestuff, natural dyestuff

1. บทนำ

ปัจจุบัน เกิดกระแสการอนุรักษ์และส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเฉพาะประโยชน์ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากพืช ได้แก่ เป็นสีย้อม ซึ่งเป็นภูมิปัญญาในแต่ละท้องถิ่นที่มีคุณค่าควรอนุรักษ์ไว้ สีย้อม (dyestuff) คือ สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่ใช้ย้อมวัสดุสิ่งทอ บางชนิดละลายน้ำได้ แต่บางชนิดละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ สีย้อมธรรมชาติ (natural dyestuff) และสีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyestuff) ข้อดีของสีย้อมธรรมชาติ คือ ไม่เป็นพิษ ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างสีย้อมธรรมชาติ เช่น สีเขียวได้จากเปลือกต้นเพกาและใบหูกวาง สีดำได้จากเปลือกสมอ ลูกมะเกลือ และเปลือกรกฟ้า สีน้ำเงินได้จากต้นคราม สีเหลืองได้จากเมล็ดคำแสด แก่นขนุน และแก่นแกแล สีแสดได้จากดอกกรรณิการ์ สีแดงได้จากรากต้นเข็ม รากยอ และดอกคำฝอย สีน้ำตาลได้จากเปลือกไม้โกงกาง และสีชมพูได้จากต้นมหากาฬผสมต้นฝาง เป็นต้น (ปิ่นเพชร ชูทรงช่วย, 2539)

ต้นอวดเชือก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Combretum latifolium* เป็นไม้เถาอยู่ในวงศ์คอมเบรทาซีอี (Combretaceae) ชื่ออื่น ได้แก่ มันอวด แกดำ (จังหวัดหนองคาย) ถั่วแป๋เถา (จังหวัดเชียงใหม่) มันแดงและอวดเชือก (ภาคใต้) แหนเหลือง (จังหวัดกาญจนบุรี) (เต็ม สมิถินันท์, 2544) ต้นอวดเชือกมีถิ่นกำเนิดแถบประเทศร้อนชื้นทางตอนใต้ของทวีปแอฟริกา ประเทศไทยพบมากทางภาคใต้ ลักษณะเป็นใบเดี่ยวคล้ายรูปไข่ ขอบเรียบ ผิวเกลี้ยงเป็นมัน โคนสอบมน ปลายเรียวแหลม ยาว 10-20 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบที่ปลายยอด สีขาวแกมเขียวเหลือง มีกลีบดอก 4 กลีบ ค่อนข้างกลม เกสรกลางดอก 8 อัน ยาว 5-20 เซนติเมตร ออกเวียนเรียงสลับตรงข้ามเป็นคู่ ผลค่อนข้างกลม มี 4 กลีบ เมล็ดใหญ่ 1 เมล็ด ยาว 2-3 เซนติเมตร เมื่อผลแก่มีสีเหลือง ด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น พบว่า คนจีนจะแช่ในอ่างน้ำ ใช้อาบเพื่อบำรุงโลหิตและช่วยให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น (Li et al., 2006) ส่วนคนไทยจะนำเปลือกของอวดเชือกแช่น้ำ ดื่มเพื่อบำรุงโลหิต ชาวบ้านแถบภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าน้ำยางของอวดเชือกมีสีแดง สามารถนำมาย้อมผ้าได้

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับอวดเชือกพบจำนวนน้อยมาก คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาในเบื้องต้น โดยนำเถาอวดเชือกสกัดด้วยน้ำ ได้สารสกัดสีน้ำตาลแดง ซึ่งสามารถนำมาย้อมกับด้ายฝ้ายได้ ผลการตรวจสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น (phytochemical screening) พบแอนโธไซยานินเป็นองค์ประกอบทางเคมีซึ่งเป็นสารสีธรรมชาติ (ตรีตุพา ศรีศักดา, 2556) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดจากสารสกัดน้ำของอวดเชือก ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปขยายองค์ความรู้ เพื่อให้เกิดกระบวนการย้อมที่มีคุณภาพ ช่วยส่งเสริมและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการย้อมผ้าด้วยสีย้อมธรรมชาติ รวมทั้งเพิ่มมูลค่าของพืชท้องถิ่นและเพิ่มรายได้ของคนในท้องถิ่นอีกด้วย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วิธีการทั่วไป

ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) และค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) วัดด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์รุ่น U - 1800 บริษัท HITACHI และควอตซ์เซลล์ เถาอวดเชือกจากตำบลครน อำเภอสวี จังหวัดชุมพร เก็บเมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ตัวอย่างพืชอัดแห้งส่งพิสูจน์เอกลักษณ์ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน คณะเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม

2.2 การเตรียมสารสกัดน้ำของอวดเชือก

นำอวดเชือกสับให้มีขนาดเล็กลง ตากให้แห้งในที่อากาศถ่ายเทสะดวก นำอวดเชือกแห้ง 20.08 กรัม แช่ในน้ำ กวนเป็นครั้งคราว กรอง นำกากเดิมสกัดด้วยน้ำหลาย ๆ ซ้ำ จนกระทั่งได้สารสกัดใสไม่มีสี ระเหยน้ำออกจากสารสกัดอวดเชือกด้วยเครื่องระเหยลดความดันแบบหมุน (rotatory reduce pressure evaporator) จนกระทั่งแห้ง ได้สารสกัดหยาบ คิดเป็นผลได้เป็นร้อยละ (%yield) เท่ากับ 2.7

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด

ดัดแปลงจากวิธีการของ Fluleki & Francis (1968a) ดังนี้

ปิเปตต์สารละลายของสารสกัดอวดเชือกเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชั่งสารสกัดหยาบอวดเชือก 0.05 กรัม (**SW**) ละลายในน้ำ 100 มิลลิลิตร (**TEW**)) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร (**SV**) (3 ซ้ำ) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร

(**DV**) วัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) 7 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บสารละลายไว้ในที่มืดเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสง (**O.D.**) ที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) 523 นาโนเมตร วิเคราะห์ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทร-โฟโทมิเตอร์ คำนวณปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanins content, Tacy) ด้วยวิธี single pH ดังสมการที่ (1)

$$Tacy = [O.D. \times \frac{TEW}{SW} \times \frac{DV}{SV} \times \frac{1}{E_{lcm}^{1\%}/10} \; / \; 1.85 \qquad (1)$$

โดยที่ Tacy หมายถึง ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อพืชแห้ง 1 กรัม)
O.D. หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสง
TEW หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้นของสารละลายของสารสกัดอวดเชือก (มิลลิลิตร)
SW หมายถึง น้ำหนักของสารสกัดหยาบอวดเชือก (กรัม)
DV หมายถึง ปริมาตรของสารละลายที่ปรับก่อนวัดค่าการดูดกลืนแสง (มิลลิลิตร)
SV หมายถึง ปริมาตรของสารละลายก่อนปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
$E_{lcm}^{1\%}$ หมายถึง ค่าคงที่การดูดกลืนแสง (Extinction coefficient) เฉลี่ย เท่ากับ 688

ทำการทดลองซ้ำ แต่ปรับ pH ของสารละลายของสารสกัดอวดเชือกด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1, 2, 3, 4 และ 5 ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บไว้ในที่มืดเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง วัดค่า O.D. ที่ λ_{max} 523 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ คำนวณค่า Tacy ด้วยวิธี single pH ดังสมการที่ (1) และวิธี pH differential ดังสมการที่ (2)

$$Tacy = [\Delta O.D. \times \frac{TEW}{SW} \times \frac{DV}{SV} \times \frac{1}{E_{lcm}^{1\%}/10} \; / \; 1.85 \qquad (2)$$

โดยที่ Tacy หมายถึง ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อพืชแห้ง 1 กรัม)
ΔO.D. หมายถึง ผลต่างของค่าการดูดกลืนแสงที่ pH 7 – ค่าการดูดกลืนแสงที่ pH และอุณหภูมิใด ๆ
TEW หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้นของสารละลายของสารสกัดอวดเชือก (มิลลิลิตร)
SW หมายถึง น้ำหนักของสารสกัดหยาบอวดเชือก (กรัม)
DV หมายถึง ปริมาตรของสารละลายที่ปรับก่อนวัดค่าการดูดกลืนแสง (มิลลิลิตร)
SV หมายถึง ปริมาตรของสารละลายก่อนปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
$E_{lcm}^{1\%}$ หมายถึง ค่าคงที่การดูดกลืนแสง (Extinction coefficient) เฉลี่ย เท่ากับ 688

2.4 การวิเคราะห์ดัชนีการสลายตัว (Degradation Index) ของแอนโธไซยานิน

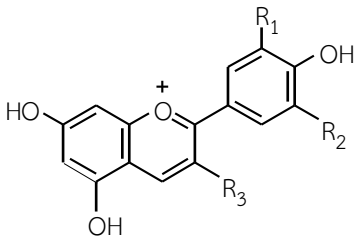
ดัดแปลงจากวิธีการของ Fluleki & Francis (1968b) และนภาพร รอดเฉื่อย (2548) ดังนี้

นำค่า Tacy ที่คำนวณด้วยวิธี single pH ดังสมการที่ (1) และวิธี pH differential ดังสมการที่ (2) แทนค่าในสูตรการคำนวณดัชนีการสลายตัวของแอนโธไซยานินในสารละลายของสารสกัดอวดเชือก ดังสมการที่ (3)

$$Degradation\ Index = \frac{Tacy\ (single\ pH\ method)}{Tacy\ (pH\ differential\ method)} \qquad (3)$$

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

สารสกัดน้ำของอวดเชือก มีค่า pH 7 เป็นสารละลายสีน้ำตาลแดง เกิดจากแอนโธไซยานินต่าง ๆ ดังรูปภาพที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น (ตรีตุพา ศรีศักดา, 2556) เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแอนโธไซยานินทั้งหมด พบว่า มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 451.1 นาโนเมตร λ_{max} 523 นาโนเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง เท่ากับ 30,570 นำค่าต่าง ๆ ดังกล่าวมาคำนวณหาค่าคงที่การดูดกลืนแสง ($E_{lcm}^{1\%}$) ได้เท่ากับ 688 ดังตารางที่ 1 เพื่อนำค่า $E_{lcm}^{1\%}$ คำนวณหาปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดของสารสกัดหยาบขอวดเชือก 0.05 กรัม หรือคิดเป็นพืชแห้ง 1.85 กรัม ด้วยวิธี single pH และวิธี pH differential (ตารางที่ 2) หลังจากเก็บสารละลายของสารสกัดอวดเชือกไว้ในที่มืดเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อทำให้แอนโธไซยานินต่าง ๆ เกิดสมดุลของโครงสร้าง



pelargonidin (Pg); $R_1 = R_2 = H, R_3 = OH$
Pg-3-glu; $R_1 = R_2 = H, R_3 =$ O-glucose
cyanidin (Cy); $R_1 = H, R_2 = R_3 = OH$
Cy-3-glu; $R_1 = H, R_2 = OH, R_3 =$ O-glucose
Cy-3-gal; $R_1 = H, R_2 = OH, R_3 =$ O-galactose
Cy-3-ara; $R_1 = H, R_2 = OH, R_3 =$ O-arabinose
Cy-3-rut; $R_1 = H, R_2 = OH, R_3 =$ O-rutinose
peinidin (Pn); $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 = OH$
Pn-3-glu; $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 =$ O-glucose
Pn-3-gla; $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 =$ O-galactose
Pn-3-ara; $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 =$ O-arabinose

รูปภาพที่ 1 โครงสร้างแอนโธไซยานิน

ตารางที่ 1 แอนโธไซยานินที่มีสีส้มถึงสีแดง

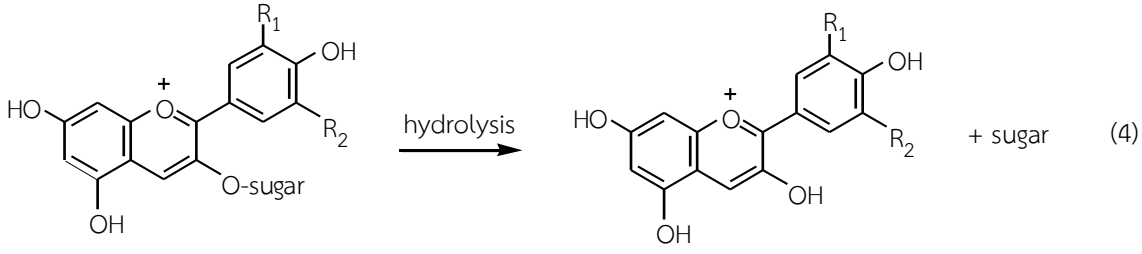
แอนโธไซยานิน	สี	มวลโมเลกุล (MW)	λ_{max} (nm)	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (molar absorptivity, **ε**mol)	$E_{lcm}^{1\%}$ = **ε**/MWx 10
Pg	ส้ม	324.5	504.5	17,800	549
Pg-3-glu		486.5	496.0	27,300	561
Cy	ส้มถึงแดง	340.5	510.5	24,600	722
Cy-3-glu		502.5	530.0	34,300	683
Cy-3-gal		502.5	530.0	34,300	683
Cy-3-ara		472.5	538.0	44,400	940
Cy-3-rut		472.5	510.0	70,00	148
Pn	ส้มถึงแดง	345.5	532.0	40,800	1181
Pn-3-glu		516.5	536.0	11,300	219
Pn-3-gal		516.5	532.0	48,400	937
Pn-3-ara		486.5	532.0	46,070	947
ค่าเฉลี่ย		**451.5**	**523.0**	**30,570**	**688**

หมายเหตุ Pg (pelargonidin), Cy (cyanidin), Pn (peonidin), glu (glucoside), gal (galactoside), ara (arabinoside), rut (rutinoside)
ที่มา (Giusti et al., 1999)

ตารางที่ 2 ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดวิธี single pH และวิธี pH differential

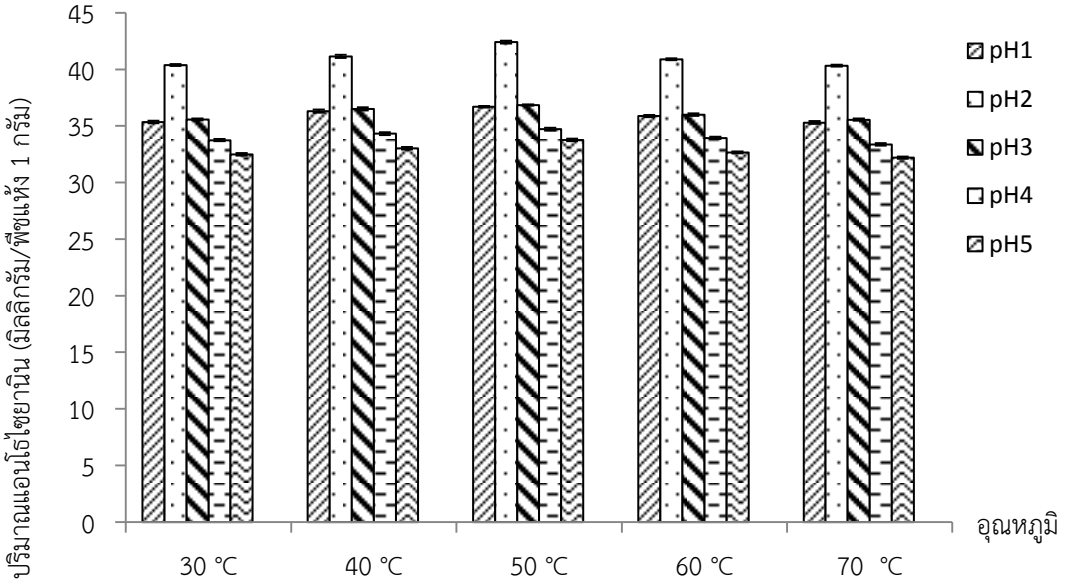
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อพืชแห้ง 1 กรัม)	
		วิธี single pH	วิธี pH differential
30	7 (control)	38.6445 ± 0.12	-
	1	35.3551 ± 0.11	3.1951 ± 0.11
	2	40.3834 ± 0.08	-1.7389 ± 0.08
	3	35.5751 ± 0.08	2.9960 ± 0.08
	4	33.7524 ± 0.11	5.0178 ± 0.11
	5	32.4953 ± 0.10	6.2330 ± 0.10
40	1	36.3084 ± 0.15	2.3465 ± 0.15
	2	41.1481 ± 0.13	-2.4932 ± 0.13
	3	36.5179 ± 0.14	2.1370 ± 0.14
	4	34.3285 ± 0.13	4.3264 ± 0.13
	5	33.0295 ± 0.11	5.6254 ± 0.11
50	1	36.6960 ± 0.07	1.9589 ± 0.07
	2	42.4157 ± 0.13	-3.7607± 0.13
	3	36.8531± 0.05	1.8018 ± 0.05
	4	34.7161 ± 0.13	3.9388 ± 0.13
	5	33.7733 ± 0.11	4.8816± 0.11
60	1	35.8789 ± 0.10	2.7760 ± 0.10
	2	40.8967 ± 0.08	-2.2418 ± 0.08
	3	35.9941 ± 0.12	2.6608 ± 0.12
	4	33.9514 ± 0.11	4.7035 ± 0.11
	5	32.6629 ± 0.10	5.9920 ± 0.10
70	1	35.3027 ± 0.13	3.3522 ± 0.13
	2	40.3310 ± 0.10	-1.6761 ± 0.10
	3	35.5542 ± 0.10	3.1008 ± 0.10
	4	33.3648 ± 0.12	5.2902 ± 0.12
	5	32.2020 ± 0.10	6.4530 ± 0.10

จากรูปภาพที่ 2 สารละลายของสารสกัดอวดเชือกที่ pH 2 ของทุก ๆ อุณหภูมิมีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดสูงสุด ในขณะที่ pH 1 และ 3 มีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดใกล้เคียงกัน สังเกตได้ว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้น ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง คาดว่าเนื่องจากพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic linkage) ในโครงสร้างแอนโธไซยานินจะถูกแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysed) ดังสมการที่ (4) เมื่อพิจารณาปัจจัยของอุณหภูมิ พบว่า ที่ 50 องศาเซลเซียส ของสารละลายทุก ๆ pH มีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดสูงที่สุด โดยอุณหภูมิที่ 40 และ 60 องศาเซลเซียส และที่ 30 และ 70 องศาเซลเซียส ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดลดลงใกล้เคียงกันตามลำดับ

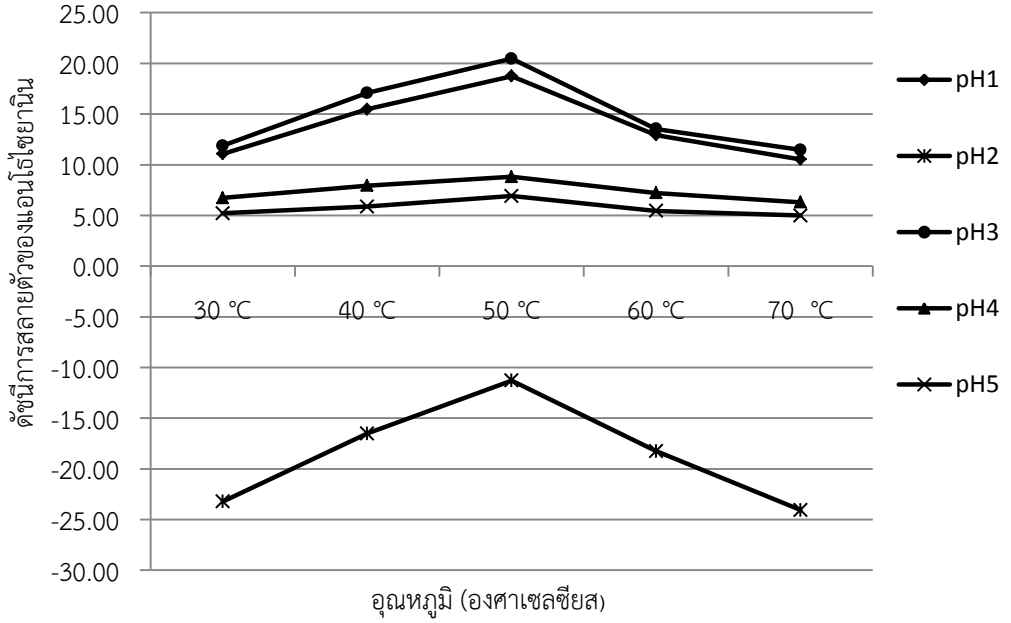


(4)

จากผลการศึกษาปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดด้วยวิธี single pH จะเห็นว่าอุณหภูมิและ pH มีผลต่อปริมาณแอนโธไซยานิน กล่าวคือ เมื่อสารละลาย pH เพิ่มขึ้น และอุณหภูมิมากกว่าหรือน้อยกว่า 50 องศาเซลเซียส ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดจะลดลง สัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์ดัชนีการสลายตัวของแอนโธไซยานินที่อุณหภูมิและ pH ต่าง ๆ ซึ่งเทียบกับสารละลายของสารสกัดอวดเชือกที่ pH 7 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผลดังรูปภาพที่ 3 ถ้าดัชนีการสลายตัวเป็นค่าบวก (+) มาก แสดงถึงแอนโธไซยานินจะเกิดการสลายตัวน้อย (นภาพร รอดเฉื่อย, 2548) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดัชนีการสลายตัวของแอนโธไซยานินจะสูงขึ้นตามลำดับหรือกล่าวว่าแอนโธไซยานินเกิดการสลายตัวน้อยลง ผลสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดมากที่สุด แต่เมื่อให้อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส การสลายตัวของแอนโธไซยานินจะลดลง ในขณะที่ pH 2 ของทุก ๆ อุณหภูมิ ดัชนีการสลายตัวของแอนโธไซยานินจะอยู่ในช่วงกราฟที่ติดลบ แสดงว่า แอนโธไซยานินไม่เกิดการสลายตัวหรือสลายตัวน้อยมาก



รูปภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมดด้วยวิธี single pH



รูปภาพที่ 3 ดัชนีการสลายตัวของแอนโธไซยานิน

4. สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมที่ pH 2 และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่สารสกัดน้ำของอวดเชือกมีปริมาณแอน-โธไซยานินทั้งหมดมากที่สุด เมื่อเทียบกับ pH 7 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิและ pH มีผลต่อการสลายตัวของแอนโธไซยานิน ส่งผลให้สีของสารสกัดอวดเชือกเปลี่ยนแปลง ซึ่งต้องหาปริมาณของแอนโธไซยานินแต่ละชนิดเทียบกับพารามิเตอร์สีของสารสกัดต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม งบประมาณประจำปี 2557

6. เอกสารอ้างอิง

ตรีตุพา ศรีศักดา. (2556). **ศึกษาสารสกัดสีย้อมอวดเชือก**. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

เต็ม สมิตินันท์. (2544). **ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้, ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). ประชาชน: กรุงเทพฯ.

นภาพร รอดเฉื่อย. (2548). **สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและความคงตัวของแอนโทไซยานินจากเปลือกมังคุด.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันเกษม

ปิ่นเพชร ชูทรงช่วย. (2539). **การใช้วัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นทำสีย้อมผ้าไหมในจังหวัดสุรินทร์**. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์.

Fuleki, T. & Francis, F. J. (1968a). Quantitative methods for anthocyanins. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, 33, 72-77.

_____ . (1968b). Quantitative methods for anthocyanins. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberries juice. **Journal of Food Science**, 33, 78-83.

Guisti, M. M., Rodriguez-Saona, L. E. & Wrolstad, R. E. (1999). Molar absorptivity and color characteristics of acylated and non-acylated pelargonidin-based anthocyanins. J**ournal of Agricultural Food Chemistry**, 47, 4631-4637.

Li, S., et al. (2006). Herbs for medicinal baths among the traditional Yao communities of China. **Journal of Ethnopharmacology**, 108, 59-67.