# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## ผลการทดสอบสารอินดิเคเตอร์อย่างง่าย

ทำการทดลองนำกลีบดอกไม้สดทั้งหมด 20 ชนิด มาบดให้ละเอียด แล้วเติม $C_2H_5OH$ 95% เขย่า จากนั้นนำไปกรอง แล้วนำของเหลวที่ได้ไปทดสอบสีด้วย 0.1 M HCl และ 0.1 M NaOH ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สีของของเหลวในดอกไม้เมื่ออยู่ในสารละลายกรด และเบส

| ชื่อดอกไม้ | สีของดอก | สีเมื่ออยู่ในกรด | | สีเมื่ออยู่ในเบส | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | สังเกตครั้งแรก | สังเกตครั้งหลัง | สังเกตครั้งแรก | สังเกตครั้งหลัง |
| บานเย็น | ชมพู | ม่วง | ม่วง | น้ำตาล | น้ำตาล |
| บานไม่รู้โรย | ชมพู | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |
| เทียนหยด | ส้ม | ส้มแดง | ส้ม | เหลือง | เหลือง |
| ชบาซ้อน | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียว |
| ชบาหลอด | แดง | ส้ม | ส้ม | เขียว | เขียว |
| กุหลาบ | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |
| ดาวกระจาย | น้ำตาล | แดง | แดง | เหลือง | เหลือง |
| ดาวเรือง | เหลือง | เหลือง | เหลือง | น้ำตาล | น้ำตาล |
| พุทธรักษา | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียว |
| อัญชัน | น้ำเงิน | แดง | แดง | เขียว | เขียว |
| หงอนไก่ | แดง | ชมพู | ชมพู | เหลือง | เหลือง |
| แคร์ม่วง | ม่วง | ชมพู | ชมพู | เขียว | เขียว |
| เฟื่องฟ้า | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |
| โป๊ยเซียน | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียว |
| บัวสาย | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |
| บัวหลวง | ชมพู | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |
| เข็ม | แดง | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 6 (ต่อ) สีของของเหลวในดอกไม้เมื่ออยู่ในสารละลายกรด และเบส

| ชื่อดอกไม้ | สีของดอก | สีเมื่ออยู่ในกรด | | สีเมื่ออยู่ในเบส | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | สังเกตครั้งแรก | สังเกตครั้งหลัง | สังเกตครั้งแรก | สังเกตครั้งหลัง |
| ผักบุ้ง | ม่วง | แดง | แดง | เขียว | เหลือง |
| รัก | ม่วง | แดง | แดง | เหลือง | เหลือง |
| หางนกยูงไทย | ส้ม | แดง | แดง | เขียว | เขียวเหลือง |

การสังเกตสีของของเหลวในดอกไม้เมื่ออยู่ในสารละลายกรดและเบส พบว่าดอกไม้ตัวอย่างส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์ คือสามารถเปลี่ยนสีเมื่ออยู่ในกรด และเบส จากนั้นคัดเลือกดอกไม้ให้เหลือเพียง 10 ชนิด ที่มีลักษณะการเปลี่ยนสีเหมือนสารแอนโทไซยานิน ได้ผลการคัดเลือกดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ดอกไม้ที่คัดเลือกเพื่อนำไปสกัดแอนโทไซยานิน

| ชื่อดอกไม้ | สีของดอก | ชื่อวิทยาศาสตร์ | ชื่อวงศ์ |
|---|---|---|---|
| ชบาซ้อน | แดง | *Hibiscus rosa-sinensis* L. | MALVACEAE |
| ชบาหลอด | แดง | *Malvaviscus arboreus* Cav. var. *drummondii* (Torr. & A. Gray) *Schery.* | MALVACEAE |
| กุหลาบ | แดง | *Rosa spp.* | ROSACEAE |
| พุทธรักษา | แดง | *Canna spp.* | CANNACEAE |
| อัญชัน | น้ำเงิน | *Clitoria ternatea* L. | LEGUMINOSAE-PAPILIONOIDEAE |
| เฟื่องฟ้า | แดง | *Bougainvillea spp.* | NYCTAGINACEAE |
| โป๊ยเซียน | แดง | *Euphorbia millii.* | EUPHORBIACEAE |
| บัวสาย | แดง | *Nymphaea pubescens* Willd. | NYMPHEAECEAE |
| เข็ม | แดง | *Ixora chinensis lamk.* | RUBIACEAE |
| หางนกยูงไทย | ส้ม | *Caesalpinia pulcherrima* Sw. | DELONIX |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

**ผลการสกัดแอนโทไซยานิน และการหาช่วงการเปลี่ยนสีของแอนโทไซยานิน**

การสกัดแอนโทไซยานินใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ สกัดด้วยน้ำ และ 0.1% HCl ใน $CH_3OH$ จากการศึกษาพบว่าตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินได้ จากนั้นนำสารที่สกัดได้ด้วยน้ำมาทดสอบช่วงของการเปลี่ยนสีของแอนโทไซยานิน โดยนำไปทดสอบกับสารละลาย pH 1 - 13 ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การทดสอบช่วงของการเปลี่ยนสี (pH range) ของแอนโทไซยานินในดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

| pH | สีของสารสกัดจากดอกไม้ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ชบาซ้อน | ชบาหลอด | กุหลาบ | พุทธรักษา | อัญชัน |
| 1 | แดง | แดง | แดง | แดง | แดง |
| 2 | แดง | แดง | แดง | แดง | แดง |
| 3 | ม่วง | ส้มแดง | ม่วง | ส้มแดง | ม่วงแดง |
| 4 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 5 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 6 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 7 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 8 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 9 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 10 | เขียว | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 11 | เขียว | เขียว | เขียว | เขียว | เขียว |
| 12 | เหลือง | เขียว | เหลือง | เหลือง | เหลือง |
| 13 | เหลือง | เหลือง | เหลือง | เหลือง | เหลือง |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 (ต่อ) การทดสอบช่วงของการเปลี่ยนสี (pH range) ของแอนโทไซยานินในดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

| pH | สีของสารสกัดจากดอกไม้ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | เฟื่องฟ้า | โป๊ยเซียน | บัวสาย | เข็ม | หางนกยูงไทย |
| 1 | แดง | แดง | แดง | แดง | แดง |
| 2 | แดง | แดง | แดง | แดง | แดง |
| 3 | ส้มแดง | ส้มแดง | ม่วง | แดง | ส้มแดง |
| 4 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 5 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 6 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 7 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 8 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 9 | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง | ม่วง |
| 10 | ม่วง | ม่วง | เขียว | ม่วง | ม่วง |
| 11 | เขียว | เขียว | เขียว | เขียว | เขียว |
| 12 | เขียว | เหลือง | เหลือง | เหลือง | เหลือง |
| 13 | เหลือง | เหลือง | เหลือง | เหลือง | เหลือง |

จากตารางที่ 8 พบว่าสารที่สกัดจากดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ด้วยน้ำเมื่อนำมาทดสอบช่วงของการเปลี่ยนสีกับสารละลาย pH 1- 3 เมื่อบันทึกสีของสารละลายพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีคล้ายคลึงกันดังนี้ pH 1-2 สีของสารที่สกัดได้จากดอกไม้ทุกชนิดมีสีแดง

pH 3 สีของสารที่สกัดได้จากดอกชบาซ้อน กุหลาบ และบัวสายมีสีม่วง ส่วนชบาหลอดพุทธรักษา เฟื่องฟ้า โป๊ยเซียน และหางนกยูงไทยมีสีส้มแดง ส่วนที่เหลือคืออัญชันมีสีม่วงแดง และเข็มมีสีแดง

pH 4-10 สีของสารที่สกัดได้จากดอกไม้ทุกชนิดมีสีม่วง ยกเว้นที่ pH 10 ของชบาซ้อน และบัวสายมีสีเขียว

pH 11-12 สีของสารที่สกัดได้จากดอกไม้มีสีเขียว หรือเหลือง

pH 13 สีของสารที่สกัดได้จากดอกไม้ทุกชนิดมีสีเหลือง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

**ผลการหา pH ของสารในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากดอกไม้ ยูนิเวอร์ซัล-อินดิเคเตอร์ และ pH meter**

เพื่อต้องการทดสอบว่าอินดิเคเตอร์จากดอกไม้ที่สกัดได้ด้วยน้ำสามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ โดยนำมาทดสอบหา pH กับสารในชีวิตประจำวัน 7 ชนิด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับการหา pH จาก ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ และ pH meter ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 9-16

ตารางที่ 9 สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ในสารละลาย pH 1-13

| pH | สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ | pH | สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ |
|---|---|---|---|
| 1 | แดง | 8 | เขียว |
| 2 | แดง | 9 | เขียวเข้ม |
| 3 | ส้มเหลือง | 10 | ม่วง |
| 4 | ส้มเหลือง | 11 | ม่วง |
| 5 | เหลือง | 12 | ม่วง |
| 6 | เหลือง | 13 | ม่วง |
| 7 | เขียวเหลือง | | |

ตารางที่ 10 การประมาณค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

| สาร | สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ | pH |
|---|---|---|
| น้ำสบู่ | ม่วง | >10 |
| น้ำผงซักฟอก | ม่วง | >10 |
| น้ำส้มสายชู | ส้ม | 3-4 |
| น้ำประปา | เขียว | 7-9 |
| น้ำโซดา | เหลือง | 3-7 |
| น้ำเกลือ | เขียว | 7-9 |
| น้ำปูนขาว | ม่วง | >10 |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 11 การประมาณค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสกัดจากชบาซ้อน และชบาหลอด

| สาร | สีของสารสกัดชบาซ้อน | pH | สีของสารสกัดชบาหลอด | pH |
|---|---|---|---|---|
| น้ำสบู่ | ม่วง | 3-9 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำผงซักฟอก | เขียว | 10-11 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำส้มสายชู | ม่วง | 3-9 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำประปา | ม่วง | 3-9 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำโซดา | ม่วง | 3-9 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำเกลือ | ม่วง | 3-9 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำปูนขาว | เขียว | 10-11 | เขียว | 11-12 |

ตารางที่ 12 การประมาณค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสกัดจากกุหลาบ และพุทธรักษา

| สาร | สีของสารสกัดกุหลาบ | pH | สีของสารสกัดพุทธรักษา | pH |
|---|---|---|---|---|
| น้ำสบู่ | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำผงซักฟอก | เขียว | 11 | เขียว | 11 |
| น้ำส้มสายชู | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำประปา | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำโซดา | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำเกลือ | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำปูนขาว | เขียว | 11 | เขียว | 11 |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 13 การประมาณค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสกัดจากอัญชัน และเฟื่องฟ้า

| สาร | สีของสารสกัดอัญชัน | pH | สีของสารสกัดเฟื่องฟ้า | pH |
|---|---|---|---|---|
| น้ำสบู่ | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำผงซักฟอก | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำส้มสายชู | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำประปา | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำโซดา | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำเกลือ | ม่วง | 3-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำปูนขาว | เขียว | 11 | เขียว | 11-12 |

ตารางที่ 14 การประมาณค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสกัดจากโป๊ยเซียน และบัวสาย

| สาร | สีของสารสกัดโป๊ยเซียน | pH | สีของสารสกัดบัวสาย | pH |
|---|---|---|---|---|
| น้ำสบู่ | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 3-9 |
| น้ำผงซักฟอก | ม่วง | 4-10 | เขียว | 3-9 |
| น้ำส้มสายชู | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 3-9 |
| น้ำประปา | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 3-9 |
| น้ำโซดา | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 3-9 |
| น้ำเกลือ | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 3-9 |
| น้ำปูนขาว | เขียว | 11 | เขียว | 10-11 |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 15 การประมาณค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้สารสกัดจากเข็ม และหางนกยูงไทย

| สาร | สีของสารสกัดเข็ม | pH | สีของสารสกัดหางนกยูง | pH |
|---|---|---|---|---|
| น้ำสบู่ | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำผงซักฟอก | ม่วง | 4-10 | เขียว | 11 |
| น้ำส้มสายชู | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำประปา | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำโซดา | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำเกลือ | ม่วง | 4-10 | ม่วง | 4-10 |
| น้ำปูนขาว | เขียว | 11 | เขียว | 11 |

ตารางที่ 16 ค่า pH ของสารในชีวิตประจำวันโดยใช้ pH meter

| สาร | pH |
|---|---|
| น้ำสบู่ | 9.5 |
| น้ำผงซักฟอก | 10.5 |
| น้ำส้มสายชู | 4.0 |
| น้ำประปา | 6.7 |
| น้ำโซดา | 4.5 |
| น้ำเกลือ | 7.0 |
| น้ำปูนขาว | 11.0 |

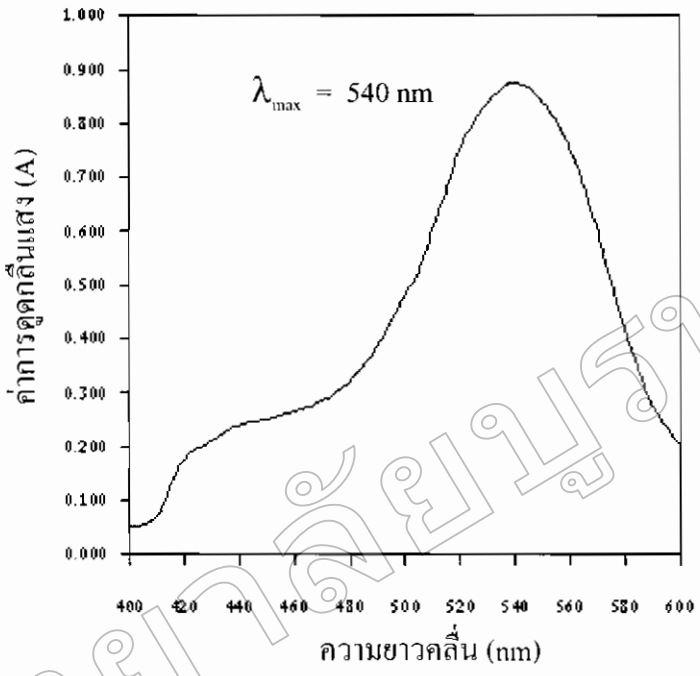
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

## ผลการพิสูจน์เอกลักษณ์ของแอนโทไซยานินโดยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี

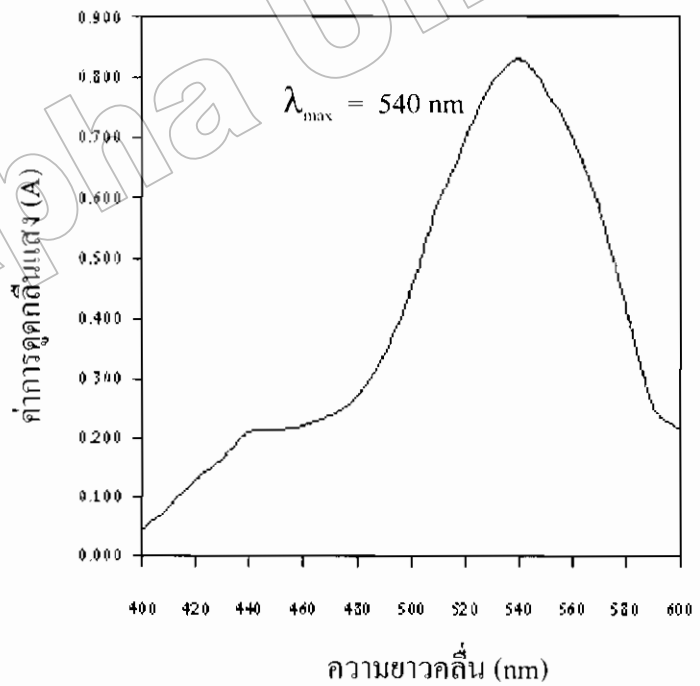
ตารางที่ 17 ค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสูงสุด ($\lambda_{max}$)

| ชื่อดอกไม้ | $\lambda_{max}$ (nm) |
|---|---|
| ชบาซ้อน | 540.0 |
| ชบาหลอด | 540.0 |
| กุหลาบ | 525.0 |
| พุทธรักษา | 525.0 |
| อัญชัน | 540.0 |
| เฟื่องฟ้า | 520.0 |
| โป๊ยเซียน | 515.0 |
| บัวสาย | 505.0 |
| เข็ม | 505.0 |
| หางนกยูงไทย | 515.0 |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

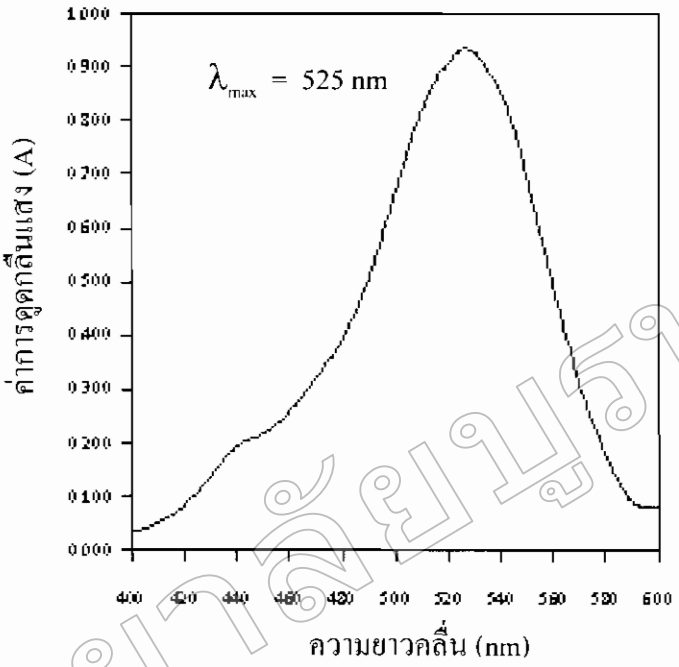



ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากชบาซ้อน

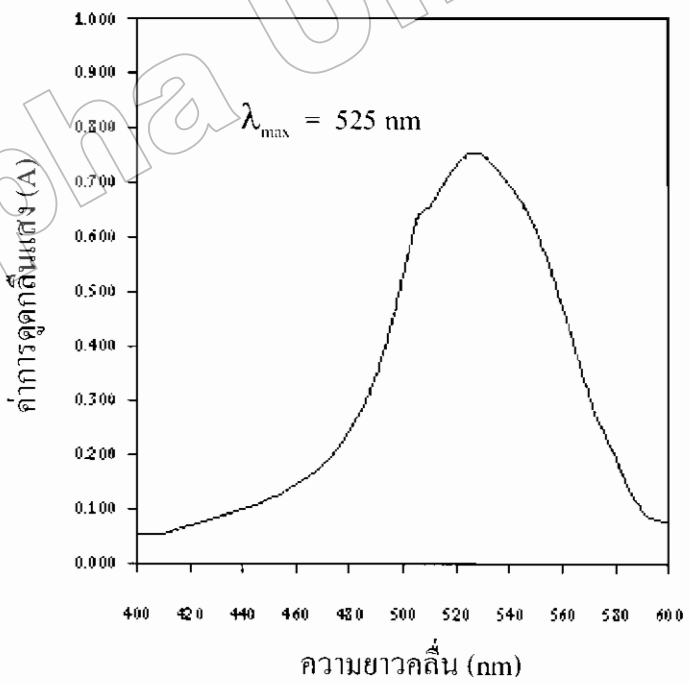



ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากชบาหลอด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

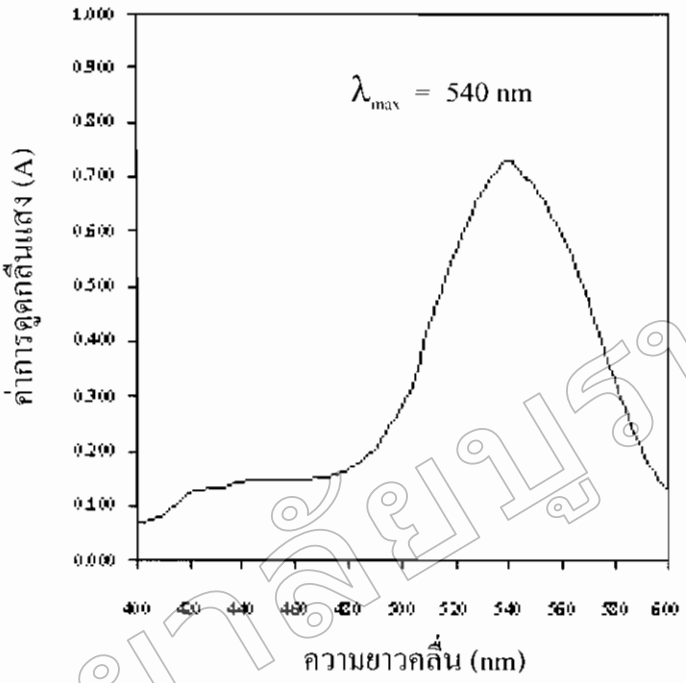



ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากกุหลาบ

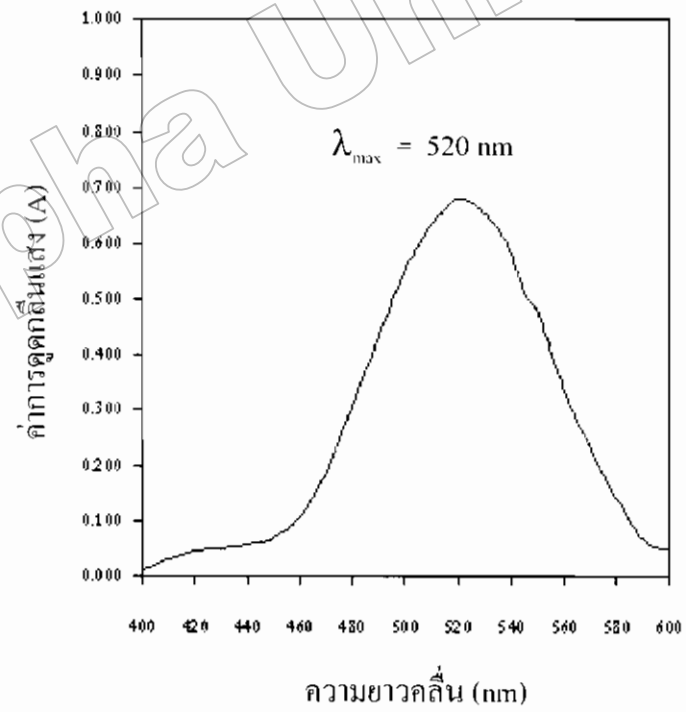



ภาพที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากพุทธรักษา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

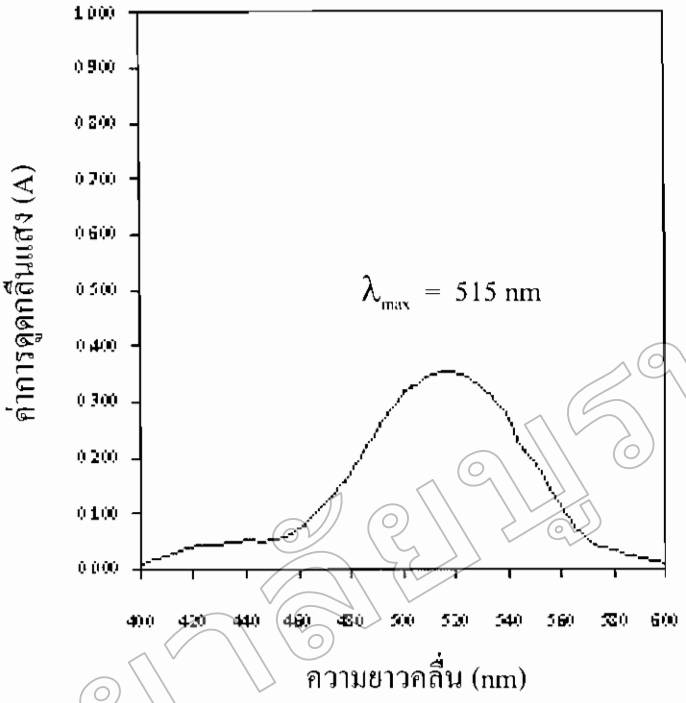



ภาพที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากอัญชัน

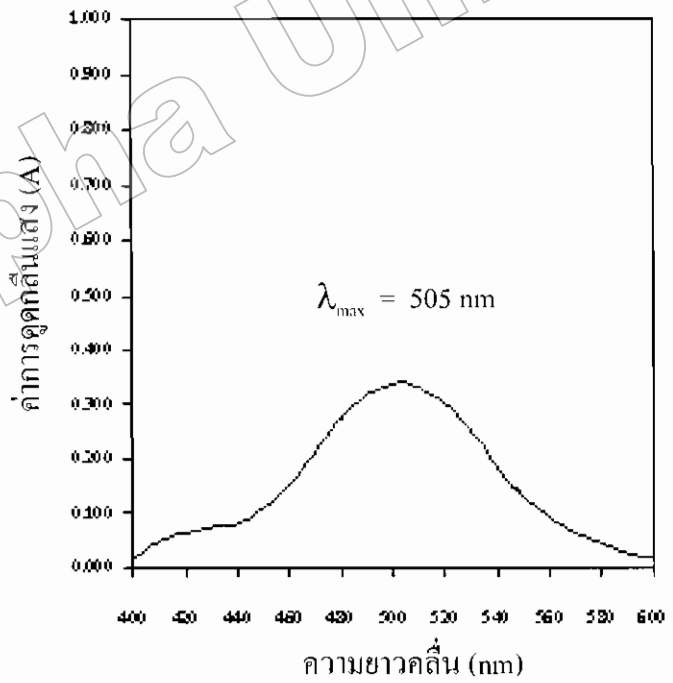



ภาพที่ 15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากเฟื่องฟ้า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

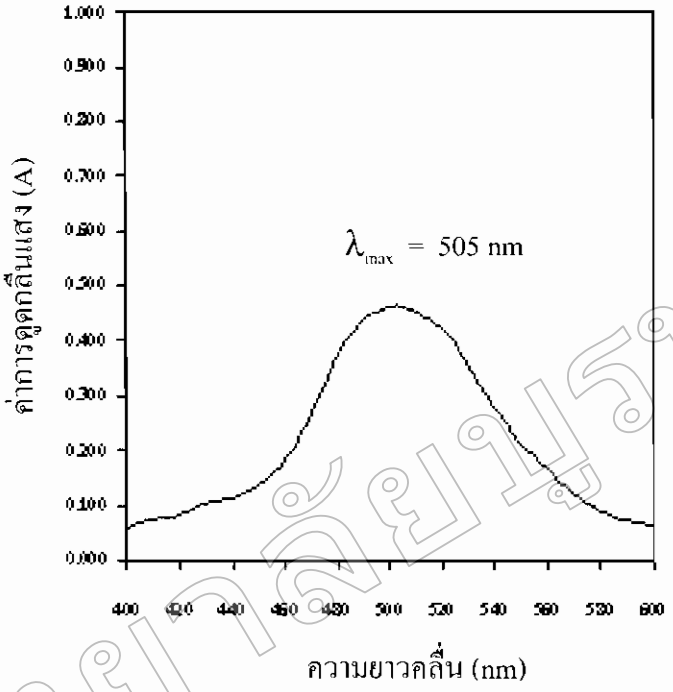



ภาพที่ 16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากโป๊ยเซียน

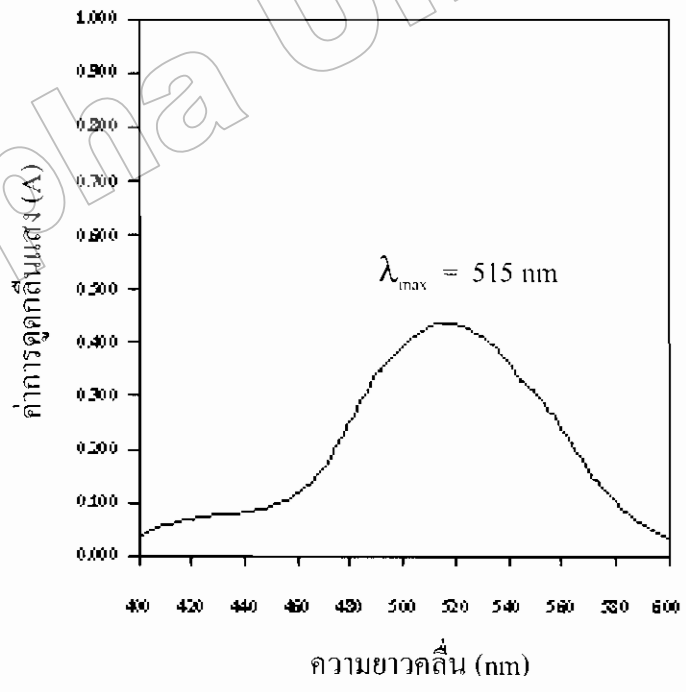



ภาพที่ 17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากบัวสาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากเข็ม




ภาพที่ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่น (nm) กับค่าการดูดกลืนแสง (A) ของแอนโทไซยานินจากหางนกยูงไทย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากตารางที่ 17 และจากภาพที่ 10-19 การวัดค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสูงสุดของสารตัวอย่างสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง โดยแปรผันช่วงคลื่นในช่วง 400-600 nm แล้วหา $\lambda_{max}$

2. ค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนสูงสุดอยู่ในช่วง 500-540 nm

3. ดอกไม้ที่มีค่าความยาวคลื่นต่ำสุดที่มีการดูดกลืน คือ บัวสาย และเข็ม ดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 505.0 nm

4. ดอกไม้ที่มีค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่มีการดูดกลืน คือ ชบาซ้อน ชบาหลอด และอัญชัน ดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 540.0 nm

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University