

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์การทดลอง

การศึกษาเพื่อพัฒนาการทำสีเหล็กจากไคตินซึ่งได้จากแกนปลาหมึก<sup>(15)</sup> ได้เตรียมไคตินให้อยู่ในรูปคอลลอยด์ เพื่อให้มีขนาดเล็กซึ่งทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวที่จะดูดซับสีได้มาก<sup>(25)</sup> ซึ่งเป็นสภาวะหรือปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเป็นสับสเตรทที่ดีสำหรับการดูดซับสี<sup>(5)</sup> เมื่อได้ไคติน คอลลอยด์มาแล้วก็นำมาดูดซับกับสี 3 ชนิด ซึ่งเป็นตัวแทนของสีกลุ่มประจุลบ สีกลุ่มประจุนอก และสีจากธรรมชาติในตัวกลางที่เป็นน้ำ โดยปรับให้มีค่าพีเอช ประมาณ 4 เนื่องจากไคตินดูดซับสีได้ดีในสภาวะนี้<sup>(21,23)</sup> จากนั้นจึงคนส่วนผสม เป็นเวลา 4 ชั่วโมงทิ้งระยะเวลาการดูดซับสีไว้ 1 คืน แล้วนำมาตรวจสอบการดูดซับสี ความอึดตัวของไคตินต่อสี แต่ละชนิด เมื่อได้ไคตินคอลลอยด์ที่ดูดซับสีแล้วนำไปสเปรย์ครายจนได้เลคส์ผงแห้ง จากนั้นนำไปตรวจสอบขนาดอนุภาค รูปร่าง ลักษณะพื้นผิว ของเลคส์ที่ได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่งกราด (SEM) และสรุปผลการศึกษาทั้งหมดดังนี้

1. ไคตินคอลลอยด์ที่ได้จากไคตินเริ่มต้น 1.5 กรัมจะมีเนื้อไคตินเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 กรัม คิดเป็น percent yield ของไคตินคอลลอยด์เท่ากับ 94.6% โดยจะใช้ไคตินคอลลอยด์ที่ยังคงมีน้ำอยู่(ไม่ต้องทำให้แห้งเนื่องจากอาจจะเสียคุณสมบัติการดูดซับสีที่ดีไป)

2. การหาความยาวคลื่นสูงสุด ในการดูดกลืนแสงสูงสุดของสีที่จะศึกษาการดูดซับกับไคตินทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง ของสีทั้ง 3 ชนิด ด้วย สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ได้ค่าความยาวคลื่นสูงสุดดังนี้ สีซันเซตเฮลโลว์ เอฟ ซี เอฟ(ตัวแทนสีประจุลบ) , สีโรดามีนบี (ตัวแทนสีประจุนอก), สีอัญชัน (ตัวแทนสีจากธรรมชาติ)มีค่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุดคือ 486, 550 และ 612 นาโนเมตรตามลำดับ

3. การสร้างกราฟมาตรฐานของสี 3 ชนิดที่จะดูดซับกับไคติน พบว่า

กราฟมาตรฐานการดูดกลืนแสงของสีซันเซตเฮลโลว์ เอฟ ซี เอฟ ที่ความยาวคลื่นสูงสุด 486 นาโนเมตร ได้ค่า  $R^2 = 0.9987$  สมการ  $Y = 0.0355X + 0.0104$

กราฟมาตรฐานการดูดกลืนแสงของสีโรดามีนบี ที่ความยาวคลื่นสูงสุด 550 นาโนเมตร ได้ค่า  $R^2 = 0.9993$  สมการ  $Y = 0.1859 X + 0.0051$

กราฟมาตรฐานการดูดกลืนแสงของสีอิฐชั้น ที่ความยาวคลื่นสูงสุด 612 นาโนเมตร ได้ค่า  $R^2 = 0.9994$  สมการ  $Y = 0.4488X + 0.0027$

จะเห็นว่าค่า  $R^2$  อยู่ในช่วงที่ดีมาก กล่าวคือน่าจะสามารถใช้ในการเทียบเคียงความเข้มข้นของการดูดซับสีได้ใกล้เคียงกับค่าจริง

4. การจับสีของไคตินกับสีซันเซตเฮลโลว์ที่ปริมาณสีเริ่มต้นต่าง ๆ กัน พบว่าการจับสีของไคตินกับสีซันเซตเฮลโลว์ที่ความเข้มข้น 30.2 mg ต่อปริมาตร 100 ml ยังไม่อิ่มตัว จะเริ่มอิ่มตัวที่ความเข้มข้น 40.5 mg / 100 ml ขึ้นไปการทดลองต่อไปควรจะทำที่ความเข้มข้นช่วง 31 mg – 40 mg / 100 ml เพื่อจะได้ทราบอย่างละเอียดว่าไคตินเริ่มอิ่มตัว ณ ความเข้มข้นใด ส่วนในการจับสีกับสีซันเซตเฮลโลว์ไม่ได้เติมแทนนินเนื่องจากการจับสีคืออยู่แล้ว

5. การเปรียบเทียบผลการจับสีของไคตินกับสีโรดามีนบี เมื่อเติมแทนนิน (ใช้กรดแทนนิกซึ่งเป็นสารช่วยติดสี) และไม่เติมแทนนิน ณ ความเข้มข้น 1.0 mg พบว่าหากไม่เติมแทนนิน ไคตินจะดูดซับสีประจุบวกได้น้อยมากเพียง 0.069 mcg แต่เมื่อเติมแทนนินลงไป 1 ml การติดสีเพิ่มขึ้นเป็น 0.933 mg คิดเป็นการเพิ่มขึ้น 13.5 เท่า เนื่องจากว่าในสูตรโครงสร้างของไคตินจะมีประจุบวกอยู่ จึงไม่ชอบจับกับสีที่เป็นประจุบวกด้วยกัน ดังนั้นต้องเติมสารช่วยติดสีจึงจะติดสีได้ดีขึ้น

6. ผลการจับสีของไคตินกับสีโรดามีนบี ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเมื่อเติมแทนนิน พบว่า มีการจับสีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงความเข้มข้น 2.000 mg จึงเริ่มอิ่มตัว ความจุการจับสีเริ่มคงที่ และสีที่ได้มีความเข้มดี

7. การเปรียบเทียบผลการจับสีของไคตินกับสีอิฐชั้นเมื่อเติมแทนนินและไม่เติมแทนนิน พบว่าที่ความเข้มข้นสี 100 mg นั้นหากไม่เติมแทนนินจะจับสีได้ 5.800 mg และเมื่อเติมแทนนินการจับสีจะเป็น 43.792 mg คิดเป็น 7.6 เท่า แสดงว่าไคตินโดยปกติจะจับสีอิฐชั้นได้ไม่ค่อยดีนัก ต้องเติมสารช่วยติดสี และสีอิฐชั้นที่ใช้เป็น Crude extract<sup>(27)</sup> จึงน่าจะมีสารอื่น ๆ ในธรรมชาติ ที่ไม่ใช่สารสีถูกสกัดออกมาด้วย และสีที่ได้ก็ไม่เข้ม ไม่ทนต่อแสง และความร้อน สลายตัวชัดเจนได้ง่าย

8. ผลการจับสีของไคตินกับสีอัญชันที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เมื่อมีการเติมแทนนิน พบว่า มีการจับสีเพิ่มขึ้นจนถึงความเข้มข้นที่ 140 mg ไคตินเริ่มอิ่มตัวในการจับสี ซึ่งดูเหมือนว่าไคตินสามารถจับสีอัญชันไว้ได้มาก แต่ผลิตภัณฑ์เลคส์ที่ได้มีสีไม่เข้มนัก เมื่อเทียบกับสีอัญชันสกัดก่อนจับสี

9. การเปรียบเทียบผลการจับสีของไคตินกับสีทั้ง 3 ชนิด เมื่อไม่เติมแทนนิน พบว่า สีชันเขตเฮลโลว์ ถูกดูดซับโดยไคตินได้มากที่สุด คือ 97.792 % รองลงมาคือ สีโรดามีนบี ถูกดูดซับโดยไคตินได้ 6.900 % และสุดท้าย คือสีอัญชันถูกดูดซับโดยไคตินได้ 5.789 %

10. การทดลองเปรียบเทียบความจุในการดูดซับสีของไคตินกับสีทั้ง 3 ชนิด โดยสีชันเขตเฮลโลว์ ไม่เติมแทนนินกับสีอัญชันเติมแทนนินและ สีโรดามีนบีเติมแทนนิน เพื่อจะดูความสามารถในการถูกดูดซับที่เพิ่มขึ้นมาเมื่อเติมแทนนินเทียบเคียงกับ สีชันเขตเฮลโลว์ไม่เติมแทนนินพบว่าสีชันเขตเฮลโลว์ ถูกดูดซับโดยไคตินได้สูงกว่าสีประจุบวกและสีจากธรรมชาติแม้ว่าจะเติมสารช่วยติดสีแล้วก็ตาม

11. การศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด (SEM)จากรูปถ่าย SEM ของเลคส์ ทั้ง 3 ชนิด รวมทั้งไคตินคอลลอยด์ที่ยังไม่ได้ดูดซับสี พบว่าขนาดอนุภาคของคอลลอยด์ และเลคส์ที่ได้มีขนาดตั้งแต่ 1-10 ไมครอน และการกระจายขนาดของอนุภาคค่อนข้างสม่ำเสมอคือกระจายตัวในช่วงแคบๆ แสดงว่าการเตรียมไคตินคอลลอยด์ให้ขนาดของคอลลอยด์สม่ำเสมอดี รูปร่างของอนุภาคโดยรวมมีลักษณะเป็นทรงกลม ผิวไม่เรียบมีร่องหลุมบนพื้นผิว คล้ายเป็นอนุภาคที่เกิดจากอนุภาคเล็กมารวมกันจึงทำให้มีพื้นผิวสำหรับจับกับสีมาก

12. ความคงตัวและความเข้มของสีเลคส์ที่ได้ทั้ง 3 ชนิดพบว่า เลคส์ชันเขตเฮลโลว์ มีความเข้มของสีมากที่สุด สามารถดูดซับสีได้มากที่สุดโดยไม่เติมสารแทนนินเพื่อช่วยการดูดซับ เลคส์อัญชัน มีความเข้มของสีน้อยที่สุด และสามารถดูดซับสีรองลงมาจากชันเขตเฮลโลว์ เลคส์โรดามีนบี มีความเข้มของสีที่ดี แต่สามารถดูดซับสีได้น้อยที่สุด ส่วนความคงตัวของเลคส์เมื่อเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ปี พบว่าสีเลคส์จากชันเขตเฮลโลว์และเลคส์จาก โรดามีนบี มีความเข้มสีเท่าเดิมแต่สีเลคส์อัญชันกลับสีซีดจางลงจนเป็นสีเทา

13. สีอัญชันที่ใช้ในการทดลองได้จากสารสกัดสีที่นำไปประเหยแห้งใน hot air oven ตั้งอุณหภูมิ 50° C อบไว้ 2 วัน ซึ่งสีสกัดที่ได้ก็ยังไม่แห้งสนิทแต่ไม่ควรอบแห้งนานกว่านี้เนื่องจากสีอัญชันไม่คงตัว

ต่อความร้อน ดังนั้นจึงควรใช้วิธีทำให้แห้งโดยการสเปรย์ครายเพื่อให้ได้น้ำหนักแห้งของสียกัต์  
 อัญชันที่แท้จริง

14. เหตุผลในการเลือกใช้ไคตินเป็นสับสเตรทสำหรับการเตรียมเลคส์ในการศึกษานี้เนื่องจากใน  
 การเคลือบฟิล์มยาเม็ดโดยใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบที่พีเอชประมาณ 4-5 ด้วยคุณสมบัติการไม่  
 ละลายในกรดอ่อนของไคตินจึงทำให้ไคตินเลคส์สามารถแต่งสีในสารเคลือบชนิดนี้ได้โดยให้สีที่  
 สม่ำเสมอสวยงามได้ ในทางตรงข้ามหากใช้ไคโตซานเป็นสับสเตรทสำหรับการเตรียมเลคส์ใน  
 กรดนี้การแต่งสีในการเคลือบยาเม็ดไม่สวยงาม เนื่องจากเกิดการละลายของไคโตซานเลคส์ เหตุผล  
 อีกประการคือไคโตซานมีต้นทุนสูงกว่าไคตินถึงเท่าตัว ในทางอุตสาหกรรมหากสามารถลดต้น  
 ทุนการผลิตได้ย่อมดีกว่าอย่างแน่นอน

15. กลไกการเพิ่มการดูดซับสีของแทนนิน<sup>(28)</sup> น่าจะเกิดจากแทนนิน(กรดแทนนิก)ทำปฏิกิริยาเป็น  
 สารประกอบเชิงซ้อนกับสี ทำให้สามารถยึดติดกับโมเลกุลของสับสเตรทได้ดีขึ้นและยังไปเพิ่ม  
 ความเป็นประจุบวกให้กับสับสเตรทเพิ่มแรงพันธะอไออนิกในการยึดติดกัน ได้มากขึ้นอีกด้วย

## ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อที่จะให้มีการศึกษา ค้นคว้าทดลอง ในระดับที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นดังนี้

1. ไคตินยังมีคุณสมบัติการดูดซับสีไม่ถ้อยดึนัก เมื่อเทียบกับไคโตซาน<sup>(21)</sup> แต่ไคตินมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเป็นเลคส์คือ ไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้ยังมีราคาถูกลงกว่าไคโตซาน ดังนั้นจึงน่าที่จะทดลองใช้ไคตินที่มีค่า %DD อยู่ระหว่าง 40 – 50 % เนื่องจากจะมีความเป็นประจุมากขึ้นจึงน่าจะสามารถดูดซับสีได้มากขึ้น
2. ควรจะมีการศึกษาความคงตัวโดยมีการเปรียบเทียบความเข้มของสีเลคส์ที่ได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างในสภาวะต่าง ๆ กัน เช่น ระยะเวลา อุณหภูมิ เป็นต้น
3. การทดลองดูดซับสีของชั้นเซตเซลโลว์ ควรจะศึกษาที่ความเข้มข้นช่วง 31 mg – 40 mg / 100 ml เพื่อจะได้ทราบอย่างละเอียดว่าไคตินเริ่มอิ่มตัว ณ ความเข้มข้นใด