บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญอย่างรวดเร็วมาก แต่ชาวชนบทส่วนมากที่ได้มีการนำความรู้จากภูมิปัญญาไทยมาเป็นหลักในการใช้ชีวิต เช่น การรักษาโรค ชาวชนบทที่มีฐานะยากจนก็ยังมีการนำพืชสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ เพื่อทดแทนยาแผนปัจจุบันทั้งนี้เพราะส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น เปลือก แก่น ใบ ดอก เมล็ด ผล จะมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ซึ่งในการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านยา (วิทย์. 2548) หรือแม้แต่การดำรงชีวิตด้วยอาหารพื้นฐาน ส่วนใหญ่คนไทยก็ยังนำความรู้จากบรรพบุรุษมาช่วยเสริม หรือการนำพืชธรรมชาติบางชนิดนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เป็นการเพิ่มรายได้และสร้างเศรษฐกิจให้กับชุมชน

จากสถานการณ์เศรษฐกิจในปัจจุบัน ทิศทางการวิจัยของชาติจะอยู่ในทิศทางการวิจัยที่นำประเทศไปสู่การพึ่งตนเอง การเพิ่มผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่ม ความเป็นอยู่ที่ดีพอ สังคมเข้มแข็ง สิ่งแวดล้อมดี ซึ่งผลจากการที่สามารถพึ่งตนเองได้จะช่วยลดการนำเข้า เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น แต่ลดต้นทุนลง ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศเกิดมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นการพัฒนาพืชพื้นเมืองซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจจะเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนและประเทศ และประชาชนมีสุขภาพอนามัยที่ดี จึงจำเป็นต้องทำการวิจัยในด้านนี้ให้เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

ผลจากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในเรื่องพืชพื้นเมืองที่ดำเนินการในประเทศไทยโดยหน่วยงานต่างๆ เช่น กรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ องค์การเภสัชกรรม สถาบันวิจัยพืชสมุนไพร สถาบันการแพทย์แผนไทย เป็นต้น พบว่ามีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับพืชพื้นเมืองรวมกันไม่ต่ำกว่า 1,000 ชนิดโดยทำการศึกษาครอบคลุมด้านต่างๆ เช่น การอนุรักษ์และรวบรวมพันธุ์ การปลูก การเกษตรกรรม การดูแลรักษา การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารออกฤทธิ์ในพืชพันธุ์ ตลอดจนฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา อย่างไรก็ตามพบว่า ชนิดของพืชที่มีศักยภาพเหมาะสมน่าที่จะนำไปส่งเสริมและพัฒนาให้เป็นพืชเศรษฐกิจนั้นมีจำนวน 118 ชนิด ทั้งนี้โดยอาศัยข้อมูลด้านคุณสมบัติในการนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนความสำคัญทางเศรษฐกิจด้านอื่นๆ สำหรับภาวะการณ์ในปัจจุบันที่เทคโนโลยีด้านวิทยาศาสตร์ได้เจริญมากขึ้นทำให้ มีความพยายามที่จะนำความรู้ด้านภูมิปัญญาไทยที่มีจากบรรพบุรุษของไทยมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น คนไทยจึงให้ความสนใจกับสีที่ได้จากธรรมชาติไม่ว่าจะเกี่ยวข้องกับการย้อมผ้า (ด้วง. 2539) หรือการนำไปปรุงแต่งสีอาหาร ก็มีการนำไปใช้มากขึ้นเป็นลำดับ โดยปกติแล้ว

สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ และแร่ธาตุต่างๆ สีที่ได้จากพืชมักเป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากส่วนต่างๆของพืชตั้งแต่ราก เปลือกราก ลำต้น เปลือกไม้ แก่นไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ส่วนสีจากสัตว์มักเป็นสีที่ได้จากแมลงตากแห้ง เช่น โคชินิล เป็นสีแดงส้มที่ได้จากตัวแมลง *Coccus cacti* จากประเทศเม็กซิโก และเคอร์มัสเป็นสีแดง-แดงส้ม ที่ได้จากแมลงเปลือกแข็งขนาดเล็ก *Coccus illicis* พบมากในยุโรป ส่วนสีจากครั่งซึ่งพบมากในประเทศไทยนั้น เป็นสีในกลุ่มสีแดงที่ขับออกมาจากตัวแมลง *Laccifera lacca* หรือเรียกกันทั่วไปว่า “ครั่ง” นิยมนำมาใช้ย้อมเส้นไหมและขนสัตว์และยังนำไปใช้เป็นสีผสมอาหารอีกด้วย สีจากจุลินทรีย์พบมากในรา ยีสต์ และแบคทีเรีย สีแดงจากรา *Monascus* sp. ได้จากการหมักราบนข้าวซึ่งประเทศจีนทำเป็นอุตสาหกรรมสีผงใช้เป็นสีผสมอาหารและได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่มีสารพิษเจือปน ในประเทศอินเดียก็นิยมสกัดสีจากพืชเช่นกัน เช่น สกัดสารสีแดงจากเมล็ดคำแสด (Parkes. 2003)

สารที่ให้สีจากธรรมชาติที่นิยมนำมาใช้เป็นสีย้อมกันมากในภาคเหนือและภาคอีสาน จากการที่กล่าวแล้วข้างต้นทำให้การศึกษาการนำสีจากพืชให้สี (กรมวิชาการเกษตร. 2549) ซึ่งมีการรวบรวมความรู้มากมายเกี่ยวกับสีจากพืชให้สี ซึ่งมีเฉดสีต่างๆ ได้แก่ สีเขียว สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีเหลือง สีน้ำตาล ซึ่งสีต่างๆ เหล่านี้ได้มาจากพืชที่ถูกจัดไว้เป็นประเภทที่ให้สี ซึ่งมีพืชหลายชนิด เช่น ต้นเตยหอมมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า : *Pandanus amaryllifolius* Roxb. ใบของต้นเตยหอมให้สีเขียว ซึ่งเป็นสีที่นิยมใช้สำหรับแต่งสี ใช้แต่งกลิ่น ในอาหารหลายชนิด และมีสรรพคุณทางสมุนไพรรักษาโรคด้วย ซึ่งมีการนำสีจากใบเตยไปใช้ในรูปน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่ปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะผลิตจำหน่ายในรูสีผง (นัยวิท. 2543) ทับทิมมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า : *Punica granatum* L. var *granntum* เปลือกของต้นทับทิมให้สีเขียว ต้นย่านางมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า: *Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels ชื่อสามัญ: Bamboograss ชื่ออื่น: จ้อยนาง (เชียงใหม่) เถาย่านาง เถาวัลย์เขียว (กลาง) ยาดนาง (สุราษฎร์ธานี) ย่านางเป็นไม้เลื้อย กิ่งอ่อนมีขนอ่อนปกคลุม รากของต้นย่านางใช้ต้มกับน้ำ ดื่มเป็นยาแก้ไข้ทุกชนิด การทดลองพบว่าสารสกัดรากมีฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรียชนิดฟัลซิพารัมในหลอดทดลอง ชาวอีสานใช้เถาใบอ่อน ใบแก่ ตำคั้นเอาน้ำสีเขียว และนำไปต้มกับหน่อไม้ปรุงเป็นแกงหน่อไม้หรือซุบหน่อไม้ บางแห่งนำไปแกงกับขี้เหล็กเป็นการปรุงอาหารที่เชื่อว่าย่านางจะช่วยลดรสขื่นขมของหน่อไม้ได้ดี ทำให้หน่อไม้มีรสหวาน อร่อย นอกจากนี้น้ำคั้นจากย่านาง ยังนำไปใส่แกงขนุน แกงอีลอก แกงอ่อม และหมกซึ่งเป็นอาหารอีสานอีกด้วย น้ำสีเขียวจากใบย่านางนำไปใช้ย้อมสีผ้าได้อีกด้วย จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า พืชต่างๆ ให้สี แตกต่างกัน (เทียนศักดิ์. 2539) เพราะมีความแตกต่างกันในองค์ประกอบเคมีของสารให้สีในธรรมชาติ ได้แก่ สารประกอบฟลาโวนอยด์ สารประกอบเทอร์ปีนอยด์ หรือไอโซปรีนอยด์ สารประกอบแนฟทาควิโนนและแอนทราควิโนน และสารประกอบ

แอลคาลอยด์ ที่มีในพืชในปริมาณต่างกัน สำหรับโทนสีย้อมธรรมชาตินั้นมีสีโทนสีหลักอยู่ 6 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ (สิริวรรณ. 2547)

1.1 กลุ่มสีเขียว

พืชที่ให้สีย้อมในโทนสีเขียว ได้แก่ ใบหญ้าหวาน ใบติ้วขนหรือติ้วแดง ใบสาบเสือ ใบขี้เหล็กฝรั่ง ใบขี้เหล็กบ้าน ใบมะลิ ใบจามจุรี ใบฟ้าทะลายโจร ใบสมอป่า แก่นขนุน เปลือกต้นเพกา ใบแค ใบสับปะรดอ่อน ใบตะขบไทย ใบเลี่ยน เปลือกต้น/ผลสมอพิเภก ใบหูกวางแก่ เปลือกผลทับทิม ใบแคขาว เปลือกไม้ตีนนก เปลือกต้นกระบก ใบฝรั่ง ใบถั่วแปบ ใบชาทอง ใบเตย ใบกระถิน ใบย่านาง

1.2 กลุ่มสีน้ำตาล

พืชที่ให้สีย้อมโทนสีน้ำตาล ได้แก่ ใบสะเดา กาบมะพร้าวแห้ง เปลือกมังคุด เปลือกต้นเพกา (มะริดไม้) ผลมะเกลือดิบ เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้น/ใบยูคาลิปตัส ใบ/เปลือกต้นหูกวาง เปลือกต้นโกงกาง เปลือกต้นสนทะเล แก่น/รากขนุน เปลือกต้นคาง เปลือกต้นเคี่ยม เปลือกต้นติ้วขน เปลือกต้นนนทรี เปลือกต้นประสัก เปลือกต้นโปรงขาว เปลือกต้นพะยอม เปลือกต้น/ใบมะขามป้อม เปลือกต้นมะหาด เนื้อไม้สีเสียด เปลือกต้นแสมดำ เปลือกต้นอ้อยช้าง เปลือกต้นนมแมว ลูกตะโกนา ลูกหมาก ลูกมะพลับ เปลือกไม้สะแก ใบต้นสัก รากฮ่อม เปลือกต้นก้าแดง เปลือกต้นป๋วย หัวเคาะ เปลือกต้นคูณ เปลือกต้นประดู่ เปลือกต้นสมอ

1.3 กลุ่มสีเทาและสีดำ

พืชที่ให้สีย้อมโทนสีดำ ได้แก่ เปลือกต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นสมอ (แก่) ใบหูกวางสด ใบสาบเสือ ใบสะเดา เปลือกผลมะพร้าว เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้นกระโดน เปลือกต้นตะแบก เปลือก/เนื้อมะกอก ผลคนฑา ผลมะเกิ้ม ผลมะเกลือ ใบมะยมป่า ลูกสมอหิน เปลือกต้น/ผลสมอไทย ลูกสีพับ ลูกกระจาย ผลตับเต่าต้น ใบปู่เจ้า ใบหมากนะ

1.4 กลุ่มสีแดง

พืชที่ให้สีย้อมโทนสีแดง ได้แก่ เปลือกต้นสมอ รากยอป่า เปลือกรากยอบ้าน ด่างไม้เหมือด ผลคำแสด ราก/เมล็ดคำป่า ดอกคำฝอย เนื้อไม้แฉลบแดง ใบเทียนกิ่ง แก่นฝาง เนื้อหุ้มเมล็ดพุดซ้อน เปลือกฝาดแดง เนื้อไม้มะกล่ำต้น ดอกยมหอม เปลือกต้นสะเดา ใบสักอ่อน และตัวครั่ง (แมลง) เปลือกต้นแสนคำ

เปลือกต้นตะเคียนหนู เปลือกต้นมะนมวัว แก่นไม้ตีนนก เปลือกต้นงิ้วดอกแดง เปลือกต้นประดู่แดง เปลือกต้นก่อ เมล็ดคำเงาะ เมล็ดคำแสด เปลือกต้นฮ่อม เปลือกไม้กระทงลาย ใบสัปปะรด

1.5 กลุ่มสีเหลือง

พืชที่ให้สีย้อมโทนสีเหลือง ได้แก่ หัวขมิ้นชัน แก่นต้นขี้เหล็ก แก่นต้นก้านเหลือง แก่นต้นหม่อน ใบเสนียด แก่นต้นสุพรรณิการ์ รากเล็บรอก ยางรง ใบยูคาลิปตัส ราก/เปลือก/เนื้อไม้/ใบยอบ้าน เปลือกผลมังคุด เปลือกต้นมะพูด เปลือกผลดิบมะตูม ใบมะขามไทย ยางมะละขี้หนอน ดอกกรรณิการ์ เปลือกต้นก่อแก่นต้นแกแล ดอกทองกวาว เปลือกต้นมะม่วง เปลือกต้นสกึย เปลือกต้นมะนอด เปลือกต้นจินก รากยอป่า แก่นไม้/เปลือกต้นขนุน เปลือกต้นรกฟ้า

1.6 กลุ่มสีน้ำเงิน

ราก/ใบต้นคราม ใบฮ่อม ใบเม็ก เปลือกต้นลูกหว้า (มะห้า) เปลือกต้นหว่า ดอกอัญชัน

การสร้างเฉดสีเพิ่มเติมสามารถทำได้โดยการนำสีย้อมเหล่านี้มาผสมกัน การผสมกันของสีย้อมต้องคำนึงถึงความคงทนต่อแสงและการซักล้างด้วย สมบัติทั้งสองดังกล่าวของสีย้อมเป็นอีกปัจจัยที่ต้องพิจารณาด้วยเมื่อจะทำการผลิตในปริมาณมาก นอกจากการนำสีย้อมมาผสมกันเพื่อให้ได้เฉดสีที่ต้องการแล้ว การเลือกใช้สารมอร์แดนท์ (สารที่ช่วยให้สีติดบนเส้นใยได้ดียิ่งขึ้น) ที่ส่วนใหญ่เป็นสารจำพวกโลหะออกไซด์ต่างๆ นั้นก็มีผลกับสีย้อมด้วย เช่น สีย้อมจากใบสาบเสือจะเป็นสีเทาดำเมื่อใช้เหล็กออกไซด์เป็นมอร์แดนท์ แต่ถ้าใช้จุนสี (คอปเปอร์ออกไซด์) เป็นมอร์แดนท์จะได้สีย้อมเป็นสีเขียว ปริมาณของสารมอร์แดนท์ที่ใช้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อเฉดสีของสีย้อมด้วยเช่นกัน ใบสาบเสือที่ใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์นั้น หากใช้มอร์แดนท์ในปริมาณความเข้มข้น 0.25-0.75% ของน้ำหนักด้าย จะได้สีเขียวอ่อน ความคงทนต่อแสงพอใช้ แต่ถ้าใช้มอร์แดนท์ในปริมาณความเข้มข้น 1.00% ของน้ำหนักด้าย จะได้สีเขียว ความคงทนต่อแสงปานกลาง เป็นต้น

จากรายงานที่ศึกษาพบว่า การเตรียมสีย้อมจากพืชธรรมชาติ เท่าที่มีรายงาน ได้แก่

วีระชัย ธารมณีวงศ์ และคณะ (2531) ได้ศึกษาการสกัดสีจากแก่นฝาง พบว่าวิธีรีฟลักซ์ (reflux) ให้ปริมาณสารให้สีสูง แต่สารละลายที่ได้ไม่คงตัว เปลี่ยนแปลงตามความเป็นกรด-ด่าง โดยในสารละลายที่เป็นกรด สีจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีเหลืองจาง และอ่อนลงเรื่อยๆ ในสารละลายที่เป็นกลาง สีจะเปลี่ยนจาก

สีชมพูจาง และอ่อนลงเรื่อยๆ จนไม่มีสี ในสารละลายที่เป็นด่าง สีจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง และอ่อนลงเรื่อยๆ

ในขณะที่เกรียงศักดิ์ เดชอนันต์ (2518) ใช้วิธีการสกัดแก่นฝาง ซ้ำหลายครั้ง และได้ผลึกสารเฮมาโตซิลิน ที่ไม่มีสีหรือค่อนข้างเหลือง แต่เมื่อละลายในด่างจะได้สีชมพู และเมื่อทิ้งไว้ให้ถูกอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ธีรพล พรมโสภา และคณะ (2546) ได้เตรียมผงสีธรรมชาติจากพืชในท้องถิ่นได้แก่ เปลือกต้นมะขามเทศ ใบหูกวาง หัวขมิ้นชัน ผลมะเกลือ ดอกอัญชัน และกระเจี๊ยบแดง โดยการสกัดสีจากพืชด้วยการต้มในน้ำเดือด ด้วยอัตราส่วนพืชต่อน้ำ 1:30 เวลาในการสกัด 120 นาที ทำให้เป็นผงสีโดยการระเหยน้ำออกบนหม้ออังไอน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและราคาไม่แพง ศึกษาการย้อมสีไหมแบบไม่เติมสารช่วยย้อมและแบบเติมสารช่วยย้อม โดยใช้สารส้มและสนิมเหล็กเป็นสารช่วยย้อม ผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยย้อมจะให้สีที่มีความสว่างขึ้น แบบที่ใช้สารช่วยย้อมเป็นสนิมเหล็กให้สีที่คล้ำขึ้น ผลจากการทดสอบความคงทนต่อการอาบแสงพบว่าการย้อมแบบเติมสารช่วยย้อมและไม่เติมสารช่วยย้อมให้ค่าเกรย์เสกลเหมือนกัน

สุนันท์ สายกระสุน และ วรุณทิพย์ ฉัตรจุฑามณี (2548) ได้ทำการปรับปรุงการติดสีย้อมที่ได้จากครั่งของเส้นใยไหมโดยการปรับแต่งผิวเส้นใยด้วยวิธีพลาสมา เป็นการนำเทคนิคพลาสมาก๊าซออกซิเจนและอาร์กอนมาใช้ในการปรับแต่งผิวของเส้นใยไหมของไทยเพื่อปรับปรุงการติดสีย้อมที่ได้จากครั่งให้ดีขึ้น ทำการตรวจสอบโครงสร้างและสัณฐานวิทยาของเส้นใยไหมที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับแต่งผิวด้วยวิธีพลาสมาโดยใช้เทคนิค ATRFTIR และSEM ตามลำดับ พบว่าเส้นใยที่ผ่านการปรับผิวด้วยวิธีพลาสมาก๊าซออกซิเจนและอาร์กอนมีผิวขรุขระมากขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาในการปรับแต่งผิวแต่ไม่เห็นความแตกต่างชัดเจนระหว่างอินฟราเรดสเปคตราของเส้นใยไหมที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับผิว ศึกษาความสามารถในการติดสีของสีย้อมโดยใช้วิสิเบิลสเปคโตรสโคปีที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร และพบว่า ความสามารถในการติดสีของสีย้อมที่ได้จากครั่งขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ของการปรับผิวด้วยวิธีพลาสมา อุณหภูมิ และเวลาในการย้อม โดยปริมาณของสีที่ติดบนเส้นใยไหมมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 20 มิลลิกรัมต่อกรัมของเส้นใยไหม ถึง 60 มิลลิกรัมต่อกรัมเส้นใยไหม เมื่อเพิ่มเวลาในการปรับแต่งผิวตั้งแต่ 0 จนถึง 60 วินาที การติดของสีย้อมบนเส้นใยไหมแตกต่างกันเล็กน้อย เมื่อปรับผิวด้วยวิธีพลาสมา ก๊าซออกซิเจน และอาร์กอน

วรุณทิพย์ ฉัตรจุฑามณี (2547) ได้ทำการผลิตผงสีย้อมธรรมชาติและศึกษาการยึดติดสีย้อมเพื่อใช้ในการย้อมไหมจากพืชในท้องถิ่นที่หาได้ง่ายตัวอย่างเช่น เปลือกประดู่ ขมิ้นชัน ใบหูกวาง และใบสัก วิธีการ

ทำผงสีคือ นำพืชธรรมชาติที่ให้สีมาสับหรือบดให้ละเอียดแล้วต้มในน้ำเดือดในอัตราส่วนพืชต่อน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อ 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาทีแล้วกรองน้ำสีที่สกัดได้นำมาระเหยตัวทำละลายออกจนหมดก็จะได้ผงสีคือ ผงสีแดงจากประดู่ ผงสีเหลืองจากขมิ้นชัน ผงสีเขียวคล้ำจากใบหูกวาง และผงสีน้ำตาลจากใบสัก สารละลายสีย้อมจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.33-6.13 การศึกษาความสามารถในการยึดติดสีย้อมของสารละลายสีย้อมบนเส้นใยไหมโดยใช้ ยูวีวิสสิเบิลสเปคโตรสโคปีที่ความยาวคลื่นสูงสุด 499 นาโนเมตรจากสารละลายสีย้อมประดู่ 298 นาโนเมตรจากสารละลายสีย้อมขมิ้นชัน 339.5 นาโนเมตรจากสารละลายสีย้อมใบหูกวาง และ 395.5 นาโนเมตรจากสารละลายสีย้อมใบสัก เวลาที่เหมาะสมในการยึดติดสีย้อมบนเส้นใยไหมคือ 20 นาที เมื่อเปรียบเทียบการติดสีย้อมระหว่างน้ำสีที่สกัดกับผงสีที่ได้กับเส้นใยไหมพบว่า การยึดติดสีย้อมของเส้นใยไหมติดสีได้ไม่แตกต่างกัน และยังพบว่า ผงสีที่ได้สามารถเก็บไว้ได้นานและเมื่อจะนำมาย้อมไหมก็สามารถนำมาละลายในน้ำเดือดและย้อมไหมได้สีเหมือนเดิม จึงสะดวกต่อการนำมาใช้งาน

จากผลงานที่มีผู้รายงานนั้นพบว่า มีผู้พยายามเตรียมสีเพื่อย้อมในรูปผงสี แต่ส่วนมากจะใช้วิธีการสกัดสีด้วยการต้มพืชกับน้ำเท่านั้น เนื่องจากกลุ่มแม่บ้านโพธิ์คำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งมีอาชีพทำผ้าพื้นเมืองจำหน่ายภายหลังทำงานเกษตรกรรม โดยต้องนำพืชมาสกัดสีออก โดยการต้มพืชกับน้ำ แล้วกรองเอากากออกก่อนนำไปย้อมโดยตรง ซึ่งผลที่พบคือ ความไม่คงที่ของสี แต่อาศัยความชำนาญ จึงทำให้สามารถกำหนดความเข้มสีได้ อย่างไรก็ตามในท้องถิ่นเองก็มีปัญหาเรื่องการจัดหาวัตถุดิบ พืช ที่ไม่อาจควบคุมได้ เนื่องจากกลุ่มแม่บ้านโพธิ์คำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้ให้ความสนใจกับ เปลือกต้นประดู่ ใบและก้านต้นส้มป่อย และเมล็ดคำแสด ในที่นี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพืชทั้งสามชนิด ดังนี้

ต้นประดู่ป่า

ประดู่ หมายถึง ความสามัคคีเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดพลังอันยิ่งใหญ่ของความร่วมมือร่วมใจกันสืบไป ดังนั้น คนโบราณนิยมปลูกต้นประดู่ เพื่อกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนในบ้าน มีความรักใคร่สามัคคี โดยที่ไม่ทะเลาะเบาะแว้งกัน บ้านทั้งหลัง จึงมีแต่ความสงบสุข ทุกคนจะร่วมมือร่วมแรงใจกันเสมอ ราวกับดอกของต้นประดู่ ที่มักจะระดมกำลังกันผลิบานจนกลายเป็นสีเหลืองไปทั่วทั้งต้น

ประดู่ มีชื่อสามัญหลายชื่อ ได้แก่ ประดู่ ประดู่ป่า (ภาคกลาง) ประดู่เสน (ราชบุรี สระบุรี) ตะเลอ เตอะลอ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน) ฉะนอง (เชียงใหม่) ดู่ ดู่ป่า กะเลน (ภาคเหนือ) จิต๊อก (ชาน แม่ฮ่องสอน) ประเทศพม่า จะเรียกว่า Padauk , Bermese Ebony, Burma Padouk และ Nara

ประดู่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pterocarpus macrocarpus* Kurz และมีชื่อพ้องทางวิทยาศาสตร์ คือ *P. parvifolius* Pierre อยู่ในวงศ์ Papilionaceae

ประดู่ป่าเป็นไม้ผลัดใบขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ในป่าเบญจพรรณแล้ง ป่าเบญพรรณ ผสม และในป่าดิบแล้งทั่ว ๆ ไป ในประเทศอินเดีย อินโดนีเซีย ลาว ไทย กัมพูชา และทางใต้ของเวียดนามในประเทศไทยจะ พบประดู่ป่าขึ้นอยู่ทั่วไปในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังในภาคต่างๆ ของไทย ยกเว้นทางภาคใต้ ประดู่ป่าจะขึ้นอยู่ทั้งในที่ราบ และบนลาดเขาที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100-750 เมตร บนดินที่ระบายน้ำได้ดี โดยพบประดู่ป่าเกิดขึ้นมากที่สุดดินในที่ดินที่เป็นดินร่วนปนทราย บางครั้งพบขึ้นในบริเวณที่มีดินเป็นลูกรัง ดินตื้น แต่การเจริญเติบโตและรูปทรงไม่ค่อยดี แตกกิ่งก้านมาก การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นได้ดีในสภาพพื้นที่ที่ค่อนข้างแห้งแล้งและเปิดโล่ง ในสภาพป่าชื้นและมีความหนาแน่นจะเกิดขึ้นน้อยมาก

ลักษณะของต้นประดู่ป่า เป็นไม้ขนาดใหญ่ยาว สูงถึง 20-30 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1.5-2.5 เมตร เรือนยอดสูงประมาณ 6-12 เมตร เป็นรูปเจดีย์ต่ำๆ กิ่งสั้นไม่แผ่กว้าง ปลายกิ่งส่วนมากจะชี้ขึ้น เปลือกนอกสีน้ำตาลปนเทา หนา แตกเป็นร่อง อายุมากๆ เปลือกในมีสีน้ำตาล มียางสีแดง เนื้อไม้แข็งสีขาวอมเหลือง แก่นสีน้ำตาลแกมแดง ส่วนของใบเป็นใบประกอบ ที่มีก้านช่อยาว 10-25 เซนติเมตร มีใบย่อยประมาณ 8-10 ใบ ใบปลายกิ่งจะมีใบย่อยหนึ่งใบ ใบมีลักษณะคล้ายแผ่นหนังบางๆ ขอบใบเรียบ ปลายใบเรียวแหลม ท้องใบมีขนอ่อนๆ ปกคลุม ประดู่ป่าจะผลัดใบในฤดูร้อนประมาณเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม และเริ่มผลิใบใหม่ในระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม

ภาพที่ 1 ใบประดู่ป่า

ที่มา : ศูนย์ข้อมูลพืช สำนักวิชาการ-วิจัย องค์การสวนพฤกษศาสตร์

ลักษณะของดอก ออกเป็นช่อตามง่ามใบใกล้ยอด ประดู่ป่าจะออกดอกในระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน โดยดอกมีสีเหลือง เมื่อออกดอกเต็มต้น จะมีกลิ่นหอม ดอกประดู่เป็นดอกไม้ประจำจังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดอุตรดิตถ์ ส่วนต้นประดู่เป็นต้นไม้ประจำจังหวัดภูเก็ต และดอกประดู่เป็นดอกไม้ประจำชาติพม่า

ภาพที่ 2 ดอกประดู่ป่า

ที่มา : ศูนย์ข้อมูลพืช สำนักวิชาการ-วิจัย องค์การสวนพฤกษศาสตร์

ในส่วนของผล มีลักษณะคล้ายแผ่นหนังลักษณะกลม ตอนกลางเป็นผลพองหนา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-10 เซนติเมตร ผลอาจมี 1-3 เมล็ด ปีกของผลจะมีสีเขียวเมื่อยังอ่อนแต่เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมล็ดภายในมีสีน้ำตาลแดง ยาวประมาณ 0.4-0.5 นิ้ว โดยผลจะแก่ในช่วงประมาณเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ผลติดอยู่กับต้นได้นาน การขยายพันธุ์จะใช้เมล็ดที่เก็บจากต้นแก่จัดเท่านั้น การเก็บรักษาเมล็ดประดู่ป่าควรบรรจุในถุงพลาสติกปิดให้สนิท และเก็บที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 4°C

ภาพที่ 3 ผลของประดู่ป่า

ที่มา : ศูนย์ข้อมูลพืช สำนักวิชาการ-วิจัย องค์การสวนพฤกษศาสตร์

ประโยชน์

ประดู่เป็นไม้เนื้อแข็ง ที่มีความทนทานสูง เนื้อไม้มีสีสวยงาม สีแดงอมเหลืองถึงสีแดงอิฐเข้ม มีเส้นสีแก่กว่าสีพื้น มีลวดลายสวยงาม เสี้ยนสนเป็นริ้วไสกบตบแต่งชักเงาได้ดี เนื้อไม้ประดู่จึงถูกนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั้งภายในและภายนอก จากการเปรียบเทียบกับไม้สักที่ประเทศพม่าพบว่าไม้ประดู่มีความแข็งมากกว่าไม้สัก 2 เท่า มีค่าความแข็ง 925 กก. และมีน้ำหนักมากกว่าร้อยละ 24 มีความทนทานตามธรรมชาติเฉลี่ย 14 ปี ดังนั้นจึงมีการใช้ไม้ประดู่ในการก่อสร้างอย่างมาก ตลอดจนการทำเฟอร์นิเจอร์เครื่องมือเครื่องใช้ ทำเครื่องดนตรี ส่วนไม้ขนาดเล็กก็จะนำมาใช้ทำไม้ปาร์เก้ ไม้ประสานแผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นไม้ชุบซีเมนต์ และใช้ทำไม้ฟืน ทำถ่านไม้ประดู่ โดยพบว่า ฟืนและถ่านไม้ประดู่ ให้ความร้อน 5,022 และ 7,539 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

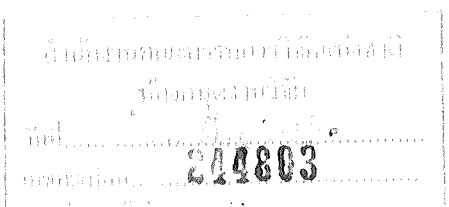
ในเชิงอนุรักษ์ ต้นประดู่เป็นไม้เรือนยอดกลมโต มีความแข็งแรงจะช่วยป้องกันลมและคลุมดิน ให้ร่มเย็นชุ่มชื้นและรองรับน้ำฝน ช่วยลดแรงปะทะหน้าดินน้อยลงประกอบกับระบบรากหยั่งลึกแผ่กว้างเช่นเดียวกับเรือนยอด จะช่วยยึดดินไม้ให้พังทลายได้ง่ายและรากมีปมใหญ่ช่วยตรึงไนโตรเจนในอากาศมาเก็บไว้ในรูปไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้อีกด้วย ใบหนาแน่นเมื่อร่วงหล่นผุพัง เพิ่มธาตุอาหารอินทรียวัตถุแก่ดินอย่างมาก

ในทางการแพทย์ เนื้อไม้ประดู่ เมื่อต้มกินสามารถแก้ไข้ ลด เสมหะ บรรเทาอาการเลือดกำเดาไหล ใบอ่อนใช้พอกแผลให้แห้งเร็ว แก้ผดผื่นคัน ยางไม้ แก้โรคท้องเสีย (Chuakul et.al. 1997)

แต่อย่างไรก็ตาม เปลือกต้นประดู่ก็นิยมนำมาใช้ย้อมผ้าได้และให้น้ำฝาดสำหรับการฟอกหนัง นอกจากนี้แก่นไม้ประดู่ก็ให้สีดำจึงนำมาใช้ในการย้อมผ้า (สารานุกรมไทยฉบับเยาวชนเล่มที่ 22)

ต้นคำแสด

ต้นคำแสด จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ที่มีชื่อสามัญว่า Annatto tree ส่วนชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Bixa orellana Linn.* อยู่ในวงศ์ Bixaceae ต้นคำแสดมีชื่อเรียกในประเทศไทยหลายชื่อ เช่น คำแสด คำเงาะ คำไทย (กรุงเทพฯ) คำแชด คำ (ภาค กลาง) มะกายหยุม คำยงแสด (ภาค เหนือ) ส้มปู้ จำปู้ (สุรินทร์) หมักซิตี (เลย) ชาด (ใต้) สำหรับถิ่นกำเนิดเดิมของต้นคำแสดอยู่แถบเขตร้อนของทวีปอเมริกากลาง และต่อมาได้มีการขยายพันธุ์ต่อไปทางเหนือและใต้ เช่น เม็กซิโก กัวเตมาลา และบราซิล ก่อนถูกนำไปปลูกในเขตร้อน


24803

ทั่วโลก ส่วนในประเทศไทยพบว่ามีการปลูกคำแสดได้ในทุกภาค คำแสดมีใบคล้ายใบโพธิ์ ก้าน-ใบยาวสีแดง หน้าใบสีเขียวเป็นมัน ท้องใบสีเทาหรือเขียวอมน้ำตาล ใบบางนุ่ม ไม่ผลัดใบ

ภาพที่ 4 ต้นคำแสด

ที่มา : http://www.magnoliathailand.com

โดยปกติต้นคำแสดออกดอก ช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม โดยดอกมีลักษณะเป็นช่อใหญ่ตามปลายยอดของกิ่งมีรูปร่างคล้ายดอกกุหลาบ ดอกมีสีขาวหรือชมพู กลีบดอกมีชั้นเดียว

ภาพที่ 5 ดอกคำแสด

ที่มา : http://www.magnoliathailand.com

ส่วนผลของคำแสด เป็นรูปไข่ ขนาดประมาณ 2.5 X 4 เซนติเมตร ผิวนอกของผลจะถูกปกคลุม ด้วยขนยาวคล้ายผลเงาะ เมื่อแก่จัดผิวนอกและขนกลายเป็นสีเหลืองหรือ แดงส้ม รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ตามปลายกิ่ง

ภาพที่ 6 ผลคำแสด

ที่มา : http://www.magnoliathailand.com

ในแต่ละผลจะมีเมล็ดขนาดเล็กอยู่ภายในประมาณ 50 เมล็ด ซึ่งแต่ละเมล็ดจะห่อหุ้มด้วยผงสีแดงส้ม

ภาพที่ 7 เมล็ดคำแสด

ในเมล็ดคำแสด ประกอบด้วย สาร Bixin (C_{25} H_{30} O_4) สีแสดสด และสาร Bixol (C_{18} H_{30} O) สีเขียวเข้ม สารสีจากเมล็ดคำแสด มีความคงทนและมีสีเข้มกว่าสีที่ได้จากแคโรทีนในต่างประเทศ จึงนิยมนำไปใช้แต่งสีอาหารประเภทเนย และเนยเทียม (margarine) เนยเหลว เนยแข็ง เป็นต้น นอกจากนั้นยังใช้ผสมในยาขัดหนังที่ให้สีแดงคล้ำ แต่อย่างไรก็ตามความเข้มและสีสดใสจึงทำให้สีจากเมล็ดคำแสดถูกนำไปใช้เป็นสีย้อมผ้าได้เช่นกัน โดยในการเตรียมสีจากเมล็ดคำแสด ทั่วไปทำโดยแกะเมล็ดออกจากผลที่แก่จัด แช่น้ำร้อนหมักทิ้งไว้หลายๆ วันจนสารสีตกตะกอน แยกเมล็ดออก นำน้ำสีที่ได้ไปใช้ต่อไป สำหรับในการเตรียมสีให้อยู่ในรูปผงมีขั้นตอนดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประโยชน์ของคำแสด

ส่วนต่างๆ ของต้นคำแสดสามารถนำมาใช้รักษาโรคได้หลายประเภท เช่น ดอกมีรสหวานแก้แสบร้อนตามผิวหนัง แก้พิษ บำรุงเลือด แก้เลือดจาง แก้บิด แก้ไตพิการ ฯลฯ เมล็ดช่วยตัดไข้จับสมานและแก้ลม ส่วนเนื้อหุ้มเมล็ดจะสามารถใช้เป็นยาระบาย อย่างไรก็ตามส่วนของคำแสดที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด

คือสีที่ได้จากเนื้อหุ้มเมล็ดนั่นเอง คนท้องถิ่นดั้งเดิมในเขตอเมซอนใช้ทาตามร่างกายและใบหน้า แสดงเอกลักษณ์เฉพาะตัว ใช้ย้อมเสื้อผ้า

ต้นส้มป่อย

ส้มป่อยเป็นไม้เลื้อย ชอบขึ้นตามพื้นที่ลุ่มต่ำ ชื้นแฉะ ส้มป่อย เป็นพืชสมุนไพรที่ผู้คนยกย่องให้มีคุณควรค่าแก่การเก็บรักษา เชื่อว่าสามารถ ขจัดสิ่ง ชั่วร้ายเภทภัยต่างๆ ให้หมดไปจากตัวและบ้านเรือนได้ ส้มป่อยมี ลักษณะใบคล้ายใบชะอม มีรสเปรี้ยว ชาวบ้านจะใช้ยอดอ่อนใส่แกงให้ได้รสเปรี้ยวแทนมะนาว ชาวบ้านนิยมใส่ในต้มส้มไก่เมือง ปลา หรือต้ม ส้มขาหมู

ส้มป่อย จะมีหนามตลอดที่ต้นและกิ่งก้าน ลักษณะต้นมีเถาเป็นเนื้อไม้และมีหนามที่เปลือกของลำต้น ลำต้นเลื้อยพาดพันต้นไม้อื่นได้ บริเวณยอดอ่อน เถาจะเป็นสีแดงคล้ำมีหนามอ่อน ใบ เป็นใบประกอบก้านใบประกอบยาว 6-16 ซม. ก้านใบยาว 1.5-5.2 ซม. ประกอบด้วยใบ 5-10 คู่ มีใบย่อย 10-35 คู่ในแต่ละก้าน ใบย่อยสีเขียวขนาดเล็ก ดอก จะแตกออกจากง่ามใบ คล้ายดอกกระถิน และมีเกสรเป็นขนอ่อนๆ รอบดอก เมื่อดอกแก่จะกลายเป็นฝักยาว ผลเป็นฝัก ผิวของฝักมีคลื่นขรุขระ ฝักยาว 10-15 ซม. เปลือกของฝักอ่อนเป็นสีเขียวอมแดง พอแก่เป็นสีน้ำตาลเข้มเมล็ดเรียงอยู่ภายใน

ภาพที่ 8 ต้นส้มป่อย

ที่มา: www.bannmaha.com

ส้มป่อยมีจึงผลเป็นฝักแบนๆ เป็นข้อ คล้ายฝักฉำฉา หรือฝักกระถินเทศ แต่จะสั้นและบางกว่า จะมีหนามตลอดที่ต้นและกิ่งก้าน

ภาพที่ 9 ฝักต้นส้มป่อย

ที่มา: www.bannmaha.com

ประโยชน์ของต้นส้มป่อย

ยอดอ่อนและใบอ่อนของต้นส้มป่อย นิยมนำมาใช้เป็นอาหาร ใบอ่อนใช้รับประทานเป็นผัก และเครื่องปรุงรสช่วยให้อาหารมีรสเปรี้ยวและช่วยดับกลิ่นคาวปลาได้ ยอดส้มป่อยมักนำมาแกงกับปลา หรือแกงรวมกับยอดมะขามอ่อนก็ได้ในส่วนของฝักมีสารออกฤทธิ์ ในกลุ่มแซบโปนิน (saponin) ได้แก่ acacinin A, B, C, D และ E ส้มป่อยถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมทำเครื่องสำอางประเภท แชมพูสระผม น้ำหอม สบู่ เป็นต้น

สรรพคุณทางยา

ใบรสเปรี้ยว ฝาดร้อนเล็กน้อย สรรพคุณช่วยขับเสมหะ ขับระดูขาว แก้บิด ฟอกโลหิต แก้โรคตา

ดอก รสเปรี้ยว ฝาด มัน แก้เส้นเอ็นพิการให้สมบูรณ์ ฝัก รสเปรี้ยว เป็นยาขับเสมหะแก้ไอ ทำให้อาเจียน แก้น้ำลายเหนียว แก้โรคผิวหนัง ช่วยขจัดรังแคและบำรุงเส้นผม

เปลือกมีรสขมเปรี้ยว เผ็ดปร่า เจริญอาหารกัดเสมหะ แก้ไอ ซางเด็ก ต้นรสเปรี้ยวฝาดแก้ตาพิการ ราก รสขม แก้ไข้ แก้ท้องร่วง

ประโยชน์อื่นๆ: น้ำของฝักส้มป่อยใช้ขัดล้างเครื่องเงิน เครื่องทอง

นอกจากนี้เปลือกต้นให้สีน้ำตาลและสี เขียวซึ่งใช้ประโยชน์ ในการย้อมผ้า ย้อมแห และอวนได้

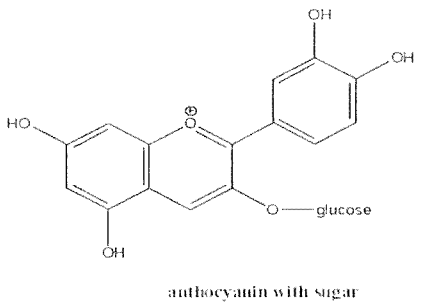
จากข้อมูลของพืชทั้ง 3 ชนิด จะเห็นว่า พืชทั้ง 3 สามารถนำบางส่วนของพืชมาใช้ประโยชน์โดยตรงในการทำสีย้อมผ้า ซึ่งส่วนใหญ่จะแยกสีออกมาในรูปน้ำสี ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเตรียมสีให้เก็บ

ได้ในรูปผงสี โดยใช้การดูดซับบนตัวดูดซับ และละลายสีออกมาทำแห้งจะได้สีในรูปของแข็งเก็บรักษาได้นานสะดวกต่อการใช้ นอกจากนี้ยังได้ทำการแยกสารสีด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

สารที่ให้สีธรรมชาติจากพืชมีหลายประเภท แต่อาจแบ่งเป็นกลุ่มตามเฉดสีได้ คือ กลุ่มสีแดง สีส้ม สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลือง ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสารที่พบในแต่ละกลุ่มสี

แอนโธไซยานิน (Anthocyanins)

แอนโธไซยานิน เป็นรงควัตถุที่สามารถละลายน้ำเพราะโครงสร้างมันยึดกับโมเลกุลน้ำตาล ดังภาพที่ 10 (Wu X et.al. 2004)



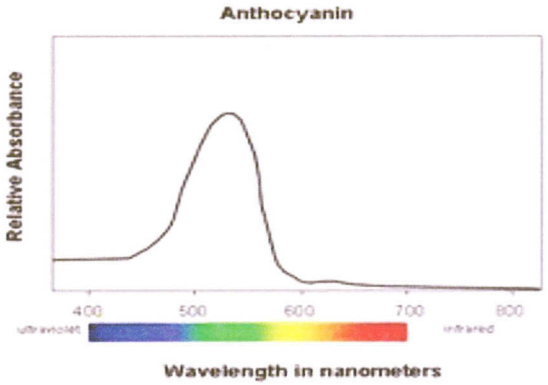
ภาพที่ 10 โครงสร้างของแอนโธไซยานิน

แอนโธไซยานินเป็นสารที่มีสีเขียวจนถึงสีน้ำเงินเข้มในสภาวะเป็นด่าง มีสีม่วงจนถึงสีน้ำเงิน เมื่อเป็นกลางและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงถึงสีส้มได้ในสภาวะเป็นกรด แอนโธไซยานินพบได้ทั่วไปในดอกไม้ ผลไม้บางชนิด ใบหรือลำต้นของพืชบางชนิดที่มีสีเข้มจัด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของสีกลุ่มแอนโธไซยานิน

สี	พืช
สีแดง	กระเจี๊ยบแดง หัวผักกาดแดง
สีม่วง	ลูกผักปังสุก
สีดำ	ข้าวเหนียวดำ ถั่วดำ (cow pea)
สีน้ำเงิน	ดอกอัญชัน
สีเขียว	ใบเตยหอม

สารนี้ในปริมาณน้อยก็สามารถแสดงสีได้ในความเข้มสูง โดยมีการดูดกลืนแสงสูงสุดจะอยู่ในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน-เขียว ดังภาพที่ 11

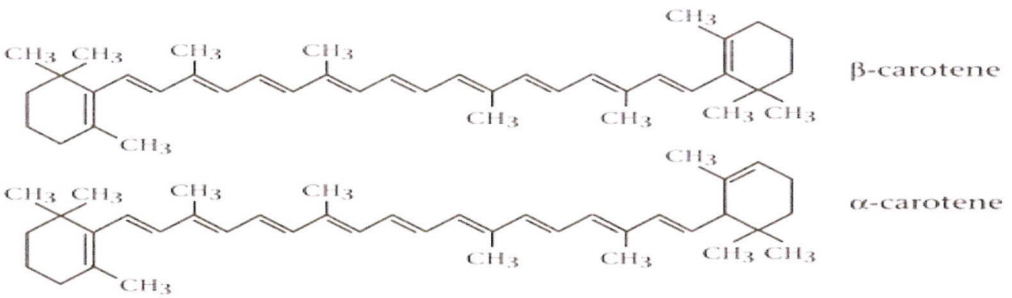


ภาพที่ 11 สเปคตรัมค่าการดูดกลืนแสงของแอนโธไซยานิน

มนุษย์ในบางพื้นที่รู้จักใช้สารตัวนี้มาเป็นเวลานานแล้วในกิจกรรมต่างๆ เช่น คนไทยใช้สีจากดอกอัญชันทำขนม ชาวจีนใช้สีของเปลือกไม้และใบไม้บางชนิดในการย้อมผ้าให้มีสีต่างๆ ด้วยการใช้ยางไม้และปูนขาวในการแต่งสี ชาวยุโรปใช้ผลเบอร์รี่ป่า (wild berry) ในการทำเครื่องสำอางและทำขนม ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเป็นอนุพันธ์หนึ่งของแอนโธไซยานิน ที่พบได้ในธรรมชาติ

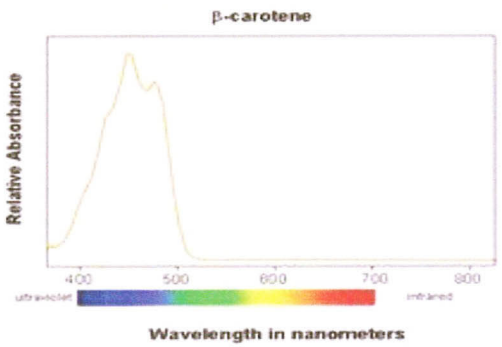
แคโรทีนอยด์ (Carotenoid)

แคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารที่มีสีเป็นสีเหลือง ส้ม แดง และเขียว สารสีประเภทนี้เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในไขมัน (Ajila and Prasada. 2008) สามารถละลายได้บ้างในแอลกอฮอลล์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ แอลฟาแคโรทีน และเบตาแคโรทีน ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 โครงสร้างของ เบตาแคโรทีน และ แอลฟาแคโรทีน

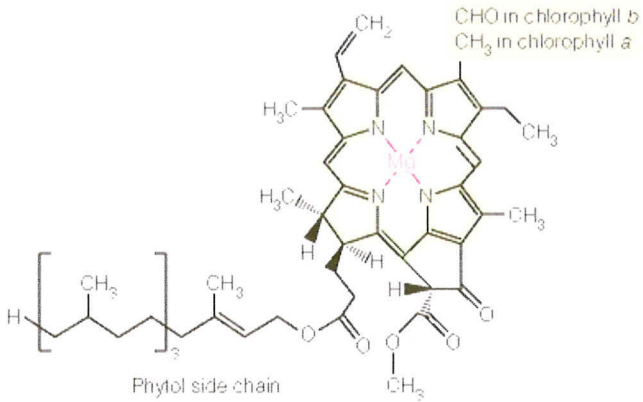
สารสีแดงและสีส้มซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของสารสีประเภทแคโรทีนอยด์ ไม่ละลายน้ำและแอลกอฮอล์ แต่ละลายในอีเทอร์และคลอโรฟอร์ม สังเคราะห์ได้ในแพลงก์ตอน พืชที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้มีความสำคัญต่อพืชโดยทำหน้าที่เป็นสารสีประกอบ (accessory pigment) แต่สำหรับสัตว์ คาโรทีนเป็นแหล่งกำเนิดของวิตามินเอ สารนี้สามารถดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน ดังแสดงในภาพที่13



ภาพที่ 13 สเปคตรัมการดูดกลืนแสงของแคโรทีนอยด์

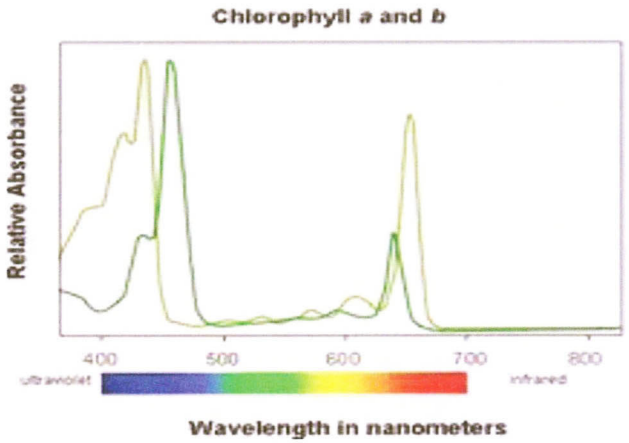
คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์เป็นสารที่ละลายได้ดีในอะซีโตนและแอลกอฮอล์ โครงสร้างอาจแบ่งได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนหัว และส่วนหาง โดยที่ส่วนหัวของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นวงไพรอล (pyrole ring) ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ 4 วง และมีธาตุแมกนีเซียมอยู่ตรงกลางโดยทำพันธะกับไนโตรเจน ส่วนหัวนี้มีขนาดประมาณ 1.5x1.5 อังสตรอม ส่วนหางของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 20 อะตอม มีความยาวประมาณ 2 อังสตรอม (วงษ์จันทร์. 2535) ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ และ คลอโรฟิลล์ บี

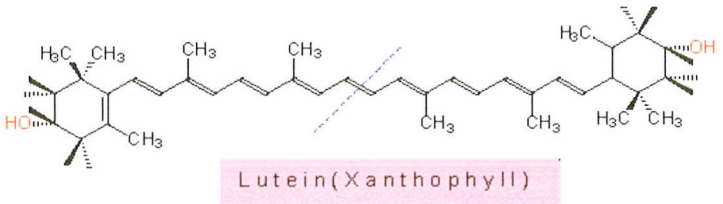
คลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงมีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) มีสีเขียว คลอโรฟิลล์ บี ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) มีสีเขียวแกมเหลือง คลอโรฟิลล์ ซี ($C_{35}H_{30}N_4O_5Mg$) มีสีน้ำตาล และคลอโรฟิลล์ ดี ($C_{54}H_{70}O_6N_4Mg$) มีสีน้ำตาล แต่ละชนิดมีสูตรทางเคมีหลักๆ คล้ายกัน (Ian. 1967) แต่แตกต่างกันที่โซ่ข้าง (side chain) ของโมเลกุล ทำให้คลอโรฟิลล์ แต่ละชนิดดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นที่ แตกต่างกัน เช่นคลอโรฟิลล์ เอ ดูดแสงได้ดีที่สุดที่ช่วงคลื่น 430 นาโนเมตร หรือแสงสีม่วง รองลงมาคือ แสงที่มีความยาวคลื่น 662 นาโนเมตร หรือแสงสีแดง ส่วนคลอโรฟิลล์บี ดูดแสงได้ดีที่สุดที่ ความยาวคลื่น 453 นาโนเมตร หรือแสงสีน้ำเงินตามภาพที่ 15 (Woodward et.al. 1960)



ภาพที่ 15 สเปคตรัมค่าการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์

แซนโธฟิลล์ (Xanthophylls)

แซนโธฟิลล์เป็นสารสีเหลืองและเป็นแคโรทีนอยด์ชนิดหนึ่ง เกิดจากการออกซิเดชันของแคโรทีน มีสูตรเคมี $C_{40}H_{56}O_2$ และมีโครงสร้างดังภาพที่ 20 แซนโทฟิลล์ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในเอทิลแอลกอฮอล์ และเอทิลอีเทอร์ (Young et.al. 1997)



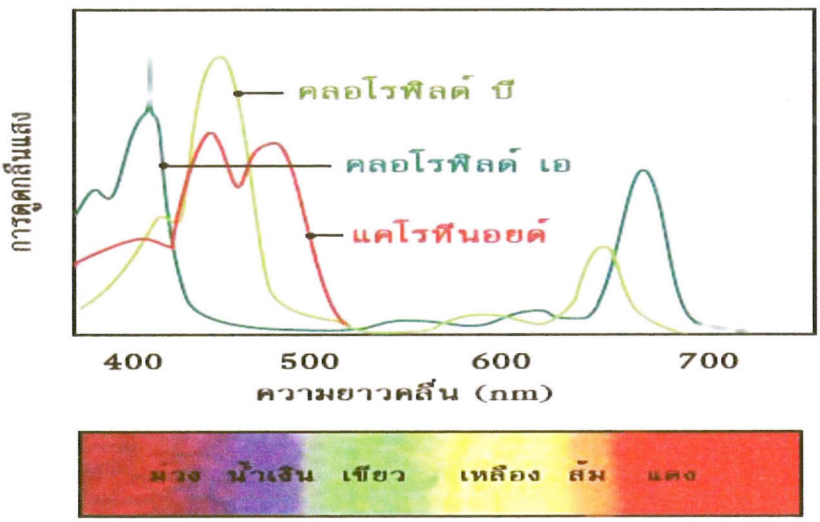
ภาพที่ 16 โครงสร้างของแซนโธฟิลล์

โดยภาพรวมแล้วสารให้สีต่างๆสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ช่วงความยาวคลื่นต่างกัน ตามแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงในช่วงสีต่างๆ

ช่วงแสงสีที่ดูดกลืน	**ความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสง (นาโนเมตร)**
Violet	400-420
Indigo	420-440
Blue	440-490
Green	490-570
Yellow	570-585
Orange	585-620
Red	620-780

การดูดกลืนแสงหรือรังสีอยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 200-800 นาโนเมตร



ภาพที่ 17 สเปคตรัมการดูดกลืนแสง ของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีน

จากสเปคตรัมที่เห็นและแถบสีที่กำกับไว้ข้างล่างจะเห็นว่าคลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400-450 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแถบของแสงสีน้ำเงิน และที่ประมาณ 660 นาโนเมตรซึ่งเป็นแถบของสีแดงส้ม สเปคตรัมที่ได้จากเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ จะสามารถบอกได้ถึงอัตราส่วนของความสามารถในการดูดกลืนแสง ดังแสดงได้จากความสูงของพีค ที่ความยาวคลื่นต่างๆ นอกจากนั้นจำนวนของพีค และอัตราส่วนความสูงของพีคต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็นนั้นไม่เพียงแต่จะแสดงถึงความสามารถในการดูดกลืนแสง ยังสามารถบ่งชี้ถึงชนิดของสารสีได้ เช่น คลอโรฟิลล์ เอ มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร และ 680 นาโนเมตร สำหรับสเปคตรัมของแคโรทีนอยด์ มีลักษณะทำนองเดียวกัน คือ มีพีคใหญ่อยู่ที่ 420 470 และ 500 นาโนเมตร ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าสารนี้เป็นแคโรทีนอยด์ ความสูงของพีคสามารถประเมินได้ว่ามีสารนั้นมากหรือน้อยด้วย

<u>เทคนิคการสกัดแยกสารสีที่ได้จากพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟี (chromatography)</u>

โครมาโทกราฟี เป็นการแยกสารผสมที่มีสี หรือสารที่สามารถทำให้ เกิดสีได้ วิธีการนี้จะมีเฟส 2 เฟส คือ เฟสอยู่กับที่ (stationary phase) กับ เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) โดยที่สารในเฟสอยู่กับที่จะทำหน้าที่ดูดซับ (adsorb) สารผสมด้วยแรงไฟฟ้าสถิตย์ สารที่ใช้ ทำเฟสอยู่กับที่จึงมีลักษณะเป็นผงละเอียดมีพื้นที่ผิวมากเช่นอลูมินา (alumina, Al_2O_3) ซิลิกาเจล (silica gel, SiO_2) หรืออาจจะใช้วัสดุที่สามารถดูดซับได้ดี เช่น ชอล์ก กระดาษ ซึ่งสารที่ทำหน้าที่ดูดซับในเฟสอยู่กับที่ เช่น น้ำ ส่วนเฟสเคลื่อนที่จะทำหน้าที่ชะเอาสารผสมออกจากเฟสอยู่กับที่ ให้เคลื่อนที่ไปด้วย การที่สารจะเคลื่อนที่ได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างสารในสารผสมกับตัวดูดซับในเฟสอยู่กับที่ ดังนั้นสารที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่ ได้แก่ พวกตัวทำละลาย เช่น ปิโตรเลียม อีเธอร์ เฮกเซน คลอโรฟอร์ม เบนซีน ฯลฯ จึงมีส่วนในกลไกการแยกสาร ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี การทำโครมาโทกราฟีสามารถทำได้หลายวิธีจะแตกต่างกันที่เฟสอยู่กับที่ (March. 1992) เช่น

โครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (thin layer chromatography) เป็นโครมาโทกราฟีแบบระนาบ (plane chromatography) โดยทำเฟสอยู่กับที่ให้มีลักษณะ เป็นครีมข้น แล้วเคลือบบนแผ่นกระจกให้ความหนาของการเคลือบเท่ากันตลอดแล้วนำไปอบให้แห้ง หยดสารละลายของสารผสมที่ต้องการแยกบนแผ่นที่เคลือบเฟสอยู่กับที่นี้ไว้ แล้วนำไปจุ่มใน ภาชนะที่บรรจุตัวทำละลายที่เป็นเฟสเคลื่อนที่ไว้ โดยให้ระดับของตัวทำละลายต้องอยู่ต่ำกว่าระดับ ของจุดที่หยดสารผสมไว้ ตัวทำละลายจะซึมไปตามเฟสอยู่กับที่ด้วยการซึมตามรูเล็กเหมือนกับน้ำที่ซึมไปในกระดาษหรือผ้า เมื่อซึมถึงจุดที่หยดสารผสมไว้ ตัวทำละลายจะชะเอาองค์ประกอบในสาร ผสมนั้นไปด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพมีขั้ว (polarity) ของสารที่

เป็น องค์ประกอบกับสารที่เป็นตัวทำละลาย ถ้าตัวทำละลายเป็นโมเลกุลมีขั้วจะชะเอาสารในสารผสมที่เป็นสารมีขั้วไปด้วยได้เร็ว ส่วนสารที่ไม่มีขั้วในสารผสมจะถูกชะพาไปได้ช้า สารผสมก็จะแยกออกจากกัน

โครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ (column chromatography) เป็นโครมาโทกราฟีแบบดูดซับ วิธีนี้เป็นการแยกสารโดยอาศัย หลักการแบบ solid-liquid adsorption chromatography โดยสารผสมที่ต้องการแยกจะถูกนำมาละลาย การที่สารในของผสมแยกออกจากกันได้เนื่องจากสารแต่ละตัวจะถูกดูดซับไว้ไม่เท่ากัน สารที่ถูกดูดซับไว้มากย่อมเคลื่อนลงมาช้ากว่าสารที่ถูกดูดซับไว้น้อยกว่า จากหลักการนี้ทำให้สามารถแยกสารที่มีขั้วต่างกันออกจากกันได้ ดังนั้น ถ้าใช้ตัวดูดซับที่มีขั้ว เช่น อะลูมินา สารที่มี ขั้วมาก เช่น กรด เบส แอลกอฮอล์ (alcohol) แอมีน (amine) จะถูกดูดซับไว้แน่นและถูกชะออกมาได้ยากกว่าสารที่มีขั้วน้อยกว่า เช่น แอลดีไฮด์ (aldehyde) คีโทน (ketone) เอสเทอร์ (ester) สารประกอบเฮโลเจน (halogen compound) ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) และ ไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัว (saturated hydrocarbon) ตามลำดับ

จากความรู้ในการนำเทคนิคทางโครมาโทกราฟีมาใช้แยกสารสี จึงทำให้ผู้วิจัย นำมาประยุกต์ในการแยกสีจากพืช และทำให้เป็นผงด้วยการอาศัยสมบัติการดูดซับของสารดูดซับ

ตัวดูดซับ (absorbent)

ตัวดูดซับ (adsorbent) หมายถึง สารที่มีความสามารถที่จะดูดซับสารอื่นไว้บนผิวได้ ซึ่งความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับจะขึ้นกับ ลักษณะ และความมีขั้วของผิวของสารดูดซับ โดยสามารถแบ่งสารดูดซับเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะขั้วของผิว คือ

ชนิดที่มีขั้ว ได้แก่ ซีโอไลต์ (zeolites) อะลูมินา (alumina) ซิลิกาเจล (silica gel)

ชนิดไม่มีขั้ว ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ สารพอลิเมอร์ บางชนิด เป็นต้น

กระบวนการดูดซับ (Adsorption Process) ที่เกี่ยวข้องดังนี้ คือ การดูดซับเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสะสมตัวของสาร หรือความเข้มข้นของสารที่บริเวณพื้นผิว หรือระหว่างผิวหน้า (interface) กระบวนการนี้สามารถเกิดที่บริเวณผิวสัมผัสระหว่าง 2 สภาวะใดๆ เช่น ของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็ง หรือของเหลวกับของแข็ง โดยโมเลกุลหรือคอลลอยด์ที่ถูกดูดซับเรียกว่า สารถูกดูดซับ (adsorbate) ส่วนสารที่ทำหน้าที่ดูดซับเรียกว่า สารดูดซับ (adsorbent)

กลไกของกระบวนการดูดติดผิว

การดูดติดผิว เป็นกระบวนการกักพวกสารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กซึ่งละลายอยู่ในน้ำให้อยู่บนผิวของสารอีกชนิดหนึ่ง โดยที่สารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็ก การดูดติดผิวนี้จะเป็นการดูดติดแบบระหว่างสถานะต่างๆ ทั้งสามสถานะ คือ ของเหลว ก๊าซ และของแข็ง ซึ่งมีได้ทั้งแบบ ของเหลว-ของเหลว ก๊าซ-ของเหลว ก๊าซ-ของแข็ง และของเหลว-ของแข็ง โดยในที่นี้จะพิจารณาถึงเฉพาะแบบของเหลว-ของแข็ง (Liqid –Solid Interface) ในการดูดติดผิวโมเลกุลของสารละลายหรือสารแขวนลอยก็จะถูกกำจัดออกจากน้ำและไปเกาะติดอยู่บนตัวดูดซับ โมเลกุลของสารส่วนใหญ่จะเกาะจับอยู่กับผิวภายในโพรงของตัวดูดซับและมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เกาะอยู่ที่ผิวภายนอก การถ่ายเทโมเลกุลจากน้ำไปหาตัวดูดซับเกิดขึ้นได้จนถึงสมดุลจึงหยุด ณ จุดสมดุล ความเข้มข้นของโมเลกุลในน้ำจะเหลือน้อยเพราะโมเลกุลส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไปเกาะจับอยู่กับตัวดูดซับโดยในการเกาะติดจะมี Driving Force อยู่ 2 แบบ คือ การดูดซับทางกายภาพ และการดูดซับทางเคมี (Tewari et.al. 1974)

ประเภทของการดูดซับ

ปัจจัยสำคัญในการบอกชนิดของกระบวนการดูดซับจะพิจารณาจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวของสารดูดซับ ถ้าแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์ จะเป็นการดูดซับทางกายภาพ แต่ถ้าแรงยึดเหนี่ยวทำให้เกิดพันธะเคมีระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวของสารดูดซับจะเรียกว่า การดูดซับทางเคมี

1) การดูดซับทางกายภาพ

เป็นการดูดซับที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลอย่างอ่อน คือ แรงแวนเดอร์วาลส์ ซึ่งเกิดจากการรวมแรง 2 ชนิด คือ แรงกระจาย (London dispersion force) และแรงไฟฟ้าสถิต การดึงดูดด้วยแรงที่อ่อนทำให้การดูดซับประเภทนี้ มีพลังงานการคายความร้อนค่อนข้างน้อย คือ ต่ำกว่า 20 กิโลจูลต่อโมลและสามารถเกิดการผันกลับของกระบวนการได้ง่าย ซึ่งเป็นข้อดี เพราะสามารถฟื้นฟูสภาพของตัวดูดซับได้ง่ายด้วย สารที่ถูกดูดซับสามารถเกาะอยู่รอบๆ ผิวของสารดูดซับได้หลายชั้นหรือในแต่ละชั้นของโมเลกุลสารถูกดูดซับจะติดอยู่กับชั้นของโมเลกุลของสารถูกดูดซับในชั้นก่อนหน้านี้ โดยจำนวนชั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารถูกดูดซับ และจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นของตัวถูกละลายในสารละลาย

2) การดูดซับทางเคมี

การดูดซับประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อตัวถูกดูดซับกับตัวดูดซับทำปฏิกิริยาเคมีกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของตัวถูกดูดซับเดิม คือมีการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมหรือกลุ่มอะตอมเดิม แล้วมีการจัดเรียงอะตอมไปเป็นสารประกอบใหม่ขึ้น โดยมีพันธะเคมีซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง มีพลังงานกระตุ้นเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความร้อนของการดูดซับมีค่าสูงประมาณ 50-400 กิโลจูลต่อโมล หมายความว่าการกำจัดตัวถูกดูดซับออกจากผิวตัวดูดซับจะทำได้ยาก คือไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้และการดูดซับประเภทนี้จะเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียวเท่านั้น ซึ่งการดูดซับทางกายภาพและทางเคมีมีข้อแตกต่างกันหลายอย่าง

ตารางที่ 3 ข้อแตกต่างของการดูดซับทางกายภาพและทางเคมี

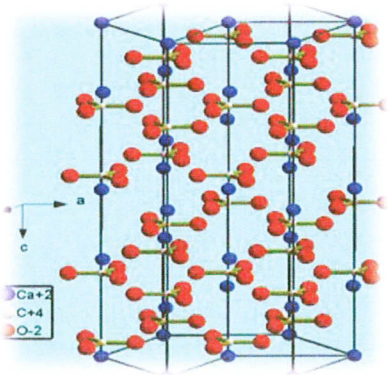
ตัวแปร	การดูดซับทางกายภาพ	การดูดซับทางเคมี
1. ค่าความร้อนของการดูดซับ	น้อยกว่า 20 กิโลจูลต่อโมล	50 – 400 กิโลจูลต่อโมล
2. อุณหภูมิที่เกิดการดูดซับ	ต่ำ	สูง
3. แรงที่ดูดระหว่างโมเลกุล	แรงแวนเดอร์วาลส์	พันธะเคมี
4. การผันกลับของปฏิกิริยา	ผันกลับได้	ส่วนใหญ่ไม่ผันกลับ
5. การดูดซับบนเนื้อสารของแข็ง	เกิดได้เกือบทุกชนิด	เกิดเฉพาะบางระบบ
6. พลังงานก่อกัมมันต์ใน กระบวนการเกิด	ไม่เกี่ยวข้อง	เกี่ยวข้อง
7. รูปแบบชั้นของการดูดซับ	monolayer และ multilayer	monolayer

ในงานวิจัยนี้จะทำการแยกสารสีให้บริสุทธิ์ด้วยการใช้สารดูดซับช่วยเป็นสารค้ำจุนที่จะดูดซับเฉพาะสารให้สีจากน้ำสีที่แยกจากพืช โดยเลือกใช้สารดูดซับสามชนิด ได้แก่ ดินสอพอง (marly limestone) ซิลิกาเจล และดินเบนทอไนต์ (bentonite clay) ในที่นี้จะกล่าวถึงสารดูดซับที่นำมาใช้ช่วยทำให้สีที่แยกได้ให้บริสุทธิ์

ดินสอพอง

ดินสอพอง หรือดินมาร์ล คือ ดินที่มีเนื้อประกอบด้วยสารแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ ประมาณ 80–97% ส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ SiO_2 , AI_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO และ $MgCO_3$ โครงสร้างเป็นชั้นบางๆ มีรูพรุน เนื้อเปราะร่วนซุยคล้ายชอล์ก และมีความแข็งเพิ่มขึ้นตามความลึกของแหล่งที่พบ ในประเทศไทยจะพบแหล่งดินสอพอง หรือดินมาร์ลอยู่มากในหลายจังหวัด เช่น จังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดตาก จังหวัดลำปาง จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกระบี่

ดินสอพองมีประโยชน์ในการช่วยปรับปรุงดินเปรี้ยวให้มีสภาพเป็นกลาง เหมาะแก่การเพาะปลูก และช่วยให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมกับกาวลาเท็กซ์ใช้ปิดหัวตะปู และใช้ทารองพื้นก่อนทาสีหรือลงวาร์นิช ทำแป้งและแป้งกระแจะ ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำหอม เพื่อทาร่างกายให้เย็นสบาย ใช้ผสมทำยาสีฟันและทำธูป



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

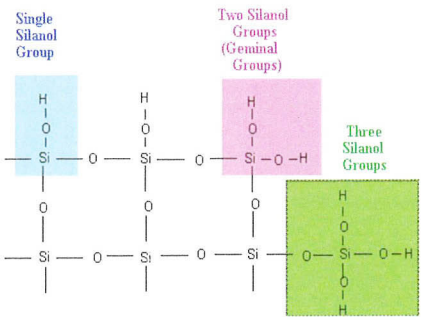
ภาพที่ 18 โครงสร้างของแคลเซียมคาร์บอเนต

ที่มา : Schurrenberger, Russell and Kelts , 2003

ดินสอพองนั้นจะมีคุณสมบัติที่สามารถดูดซับไอออนและโมเลกุลของสารได้และยังสามารถ ปรับค่า pH ของสารให้เหมาะสมได้ด้วย โดยการดูดซับนี้สาร calcium carbonate ที่เป็นองค์ประกอบหลักของดินสอพอง จะเข้าไปจับ กับ acid site ของสีย้อมบนพื้นผิว alkali

ซิลิกาเจล

ซิลิกาเจลเป็นตัวดูดซับที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางซึ่งเป็นตัวดูดซับที่สำคัญในการแยกด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี แต่มีราคาค่อนข้างสูง โครงสร้างของซิลิกาเจลจะแสดงดังภาพประกอบ



ภาพที่ 19 โครงสร้างของซิลิกาเจล

ที่มา: Thorp and Wool ,1967

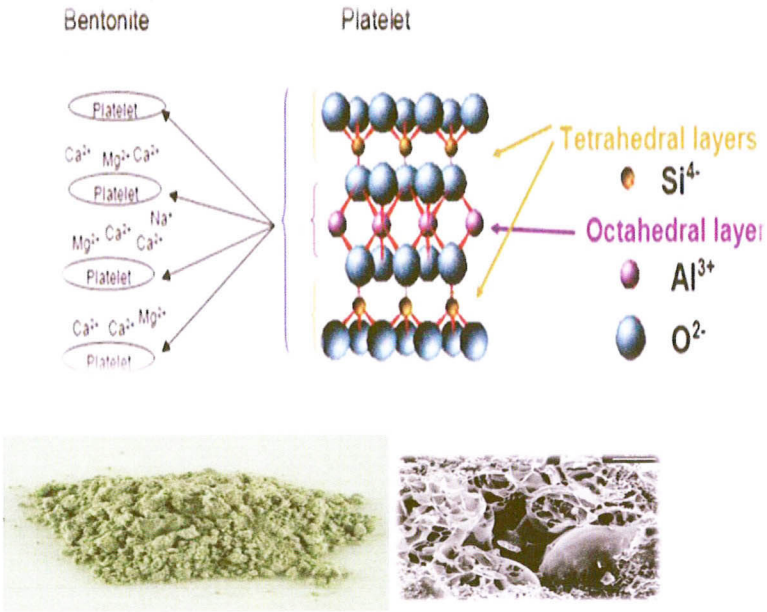
ซิลิกาเจลสังเคราะห์จาก silicic acid โดยอาศัยปฏิกิริยากำจัดน้ำ หรือปฏิกิริยาระหว่าง sodium silicate กับกรดซัลฟูริก ในทางการค้ามี 2 แบบ คือ แบบ A มีพื้น ที่ผิวทั้งหมดประมาณ 650 ตารางเมตรต่อกรัม และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุนประมาณ 2-3 อังสตรอม และแบบ B มีพื้นที่ผิวทั้งหมดประมาณ 450 ตาราง เมตรต่อกรัม และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนประมาณ 7 อังสตรอม นิยมใช้เพื่อดูดความชื้นออกจากก๊าซต่างๆ

เนื่องจากซิลิกาเจลนั้นมีคุณสมบัติที่ไม่มีขั้ว กระบวนการแยกของสารละลายจะขึ้นอยู่กับการเกิดอันตรกิริยา ระหว่างสารละลายและบริเวณ active sites บนเฟสอยู่กับที่ ที่เกิดอันตรกิริยากับ หมู่ฟังก์ชันนัลของสารประกอบที่จะทำการแยกด้วยพันธะนอนโควาเลนท์, แรงกระทำระหว่างสารไม่มีขั้ว แรงแรงแวนเดอร์วาลส์ และแรงกระทำไฮโดรโฟบิก

ดินเบนทอไนต์

ดินเบนทอไนต์ คือ ดินเหนียวที่ได้มาจากการสลายตัวของเถ้าภูเขาไฟ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสีเทาถึงสีเขียว โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่ของดินเบนทอไนต์นั้นคือ montmorillonite และยังประกอบไปด้วย

cristobalite, zeolite และ quartz โครงสร้างของดินเบนทอไนต์ คือ aluminium phyllosilicate มีสูตรโครงสร้างคือ $(Na,Ca)_{0.33}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2{\cdot}nH_2O$. ซึ่งดินเบนทอไนต์ นั้นเป็นดินเหนียวที่ดูดซึมน้ำและขยายตัวได้มาก จึงนิยมนำไปใช้ในอุตสาหรรมอาหารและอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เนื่องจากดินเบนทอไนต์มี รูปร่างหน้าตาคล้ายปูนซีเมนต์ มีสีเทา สามารถนำมาใช้งานโดยนำมาผสมน้ำสะอาดหรือน้ำประปาจะได้สารที่มีลักษณะเหมือนน้ำโคลนหนืดๆ ที่สำคัญจะต้องได้คุณสมบัติตามข้อกำหนดของงานก่อสร้างนั้นๆ อย่างเช่นความหนาแน่นของ ดินเบนทอไนต์ขณะผสมใหม่ๆต้องมีความหนาแน่นอย่างน้อย 1.03 g/ml และมีการตรวจสอบ คุณสมบัติต่างๆ เช่น ความหนืด ค่าความเป็นกลาง เป็นต้น ดินเบนทอไนต์จึงหน้าที่มันก็คือจะช่วยพยุงเอาเศษดิน หิน ขณะเจาะและยังเป็นตัวที่ฉาบผนังดินเพื่อให้ผนังดินที่เราขุดเจาะไม่ให้พังทลายลงมาขณะขุดเจาะ



ภาพที่ 20 ลักษณะของดินเบนทอไนต์

ที่มา : Boros and Warren KS ,1973

เนื่องจากตัวดูดซับมีลักษณะเป็นผงละเอียดและมีพื้นที่ผิวมากซึ่งทำให้มี ปริมาณพื้นผิวที่มีขั้วมากจึงสามารถดูดซับหรือยึดสารที่ต้องการแยกจำนวนน้อยไว้ได้ด้วยแรงดึงดูด ระหว่างโมเลกุล เช่น แรงไดโพล-ไดโพล พันธะไฮโดรเจน เป็นต้น

ในการเตรียมสารสีย้อมให้เป็นผงจะอาศัยตัวดูดซับดังกล่าวเป็นสารช่วยดูดสีจากสารเจือปน โดยสารที่เป็นสารสีเท่านั้นจะถูกดูดซับบนตัวดูดซับ ต่อจากนั้นจะนำสีออกจากสารดูดซับโดยการนำไปละลายน้ำก่อนนำสีไปย้อมบนฝ้ายหรือไหม

พืชทั้งสามชนิดดังกล่าว ซึ่งปกติกลุ่มแม่บ้านได้แยกสีออกมาจากพืชในรูปน้ำสี โดยการต้มพืชกับน้ำ ซึ่ง เปลือกต้นส้มป่อยก็ให้สีเขียวน้ำตาล ต้นประดู่จะให้สีน้ำตาลอมส้ม ส่วนเมล็ดคำแสดให้สีแสด ซึ่งพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ทางกลุ่มแม่บ้านได้ให้ความสนใจที่จะให้ผลิตเป็นผงสี คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการเตรียมสีจากพืชทั้ง 3 ชนิดในรูปผง ก่อนที่จะนำสภาวะที่ดีไปใช้จริงและอบรมถ่ายทอดวิธีการผลิตสีในรูปผงสีเพื่อให้กลุ่มแม่บ้าน ตลอดจนผู้สนใจทั่วไปจะนำไปใช้ในการย้อมผ้า หรือด้ายที่จะทอผ้า สามารถใช้สีในรูปผงได้สะดวก

หลักการเตรียมสีในรูปผง

เนื่องจากข้อมูลของประโยชน์ของพืชทั้ง 3 ชนิดในด้านการให้สารสี ดังนั้นเมื่อนำเปลือกประดู่ เมล็ดคำแสด และ ใบและก้านต้นส้มป่อย มาทำการแยกสี ซึ่งตามปกติ การสกัดสีย้อมจากธรรมชาติทำได้ง่ายๆ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ทำการโขลก ทุบหรือปั่นพืชให้สี แล้ว ผสมน้ำประมาณ 10-20 เท่าโดยน้ำหนัก คั้นแล้วกรองน้ำสีออก วิธีนี้ใช้กับใบไม้สด

วิธีที่ 2 การต้ม กรณีถ้าเป็นเปลือกไม้แก่นหรือเนื้อไม้ ให้ต้มกับน้ำประมาณ 10-20 เท่าโดยน้ำหนัก ต้มเดือดนาน 1 ชั่วโมง กรองเอาน้ำสีไว้อาจต้มซ้ำ 1 หรือ 2 ครั้งหรือจนกว่าจะไม่มีสีออกมา

วิธีที่นิยมมักเป็นวิธีที่ 2 แต่อย่างไรก็ตามถ้านำสารที่เป็นตัวทำละลายอื่นๆมาแช่พืชก็จะทำให้สารสีจากพืชละลายออกมา ตัวทำละลายที่สามารถนำมาใช้มีหลายประเภท ได้แก่ น้ำ สารละลายเบส สารละลายกรด สารอินทรีย์ เมื่อสารสีถูกสกัดออกมาแล้ว จะได้สารละลายสีที่มีสารหลายอย่างปะปนมาด้วยตามความสามารถในการละลายของตัวทำละลายแต่ละชนิด ซึ่งพบว่า ถ้านำสีไปใช้ย้อมผ้าเลยตามที่นิยมทำกันใยผ้าก็จะดูดซับสารต่างๆเข้าไว้ด้วย จึงทำให้สีที่ย้อมได้มีลักษณะไม่สดใสเท่าที่ควร เนื่องจากการเจือปนของสาร เช่น ลิกนิน แต่อย่างไรก็ตามข้อเสียที่พบนั้นคือ น้ำสีจะเก็บได้ไม่นาน และไม่สะดวก เนื่องจากผู้ย้อมผ้าทั่วไปนิยมที่จะสกัดน้ำสีจากพืชแบบสดใหม่ก่อนใช้ทันทีด้วยการต้มพืชกับน้ำ เป็นเวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามอีกทางเลือกหนึ่งคือ การทำสีให้อยู่ในรูปผงแห้งๆ ซึ่งสามารถเก็บไว้ใช้ได้

โดยสะดวก เหมือนกับการใช้สีสังเคราะห์ ในงานนี้จึงมีขั้นตอนที่จะทำสีเป็นผงแห้งโดยผ่านการทำให้สีที่แยกได้จากพืชมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ซึ่งจะมีผลให้สีมีความสดใสมากขึ้นประกอบกับ สามารถเก็บรักษาได้ง่าย ในการทำสีผงในการวิจัยนี้จะมีการใช้สารดูดซับ ที่เลือกใช้ เช่น ดินสอพอง ซิลิกาเจล ดินเบนทอไนต์ สารดูดซับที่กล่าวมานั้นมีคุณสมบัติที่จะดูดซับสารไว้ที่พื้นผิวของตัวดูดซับ เนื่องจากตัวดูดซับมีพื้นที่ผิวมากจึงทำให้สามารถอุ้มเอาสารให้สีไว้ได้มาก เมื่อนำไปทำให้แห้งจะได้สีที่เคลือบบนตัวดูดซับ สีนี้จะเก็บไว้ในลักษณะนี้ได้ทันที หรือจะนำไปสกัดสีออกจากตัวดูดซับด้วยตัวทำละลายอีกครั้ง แล้วกรองเอาตัวดูดซับออก จะได้นำสีที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากสารที่ไม่บริสุทธิ์จะถูกตัวดูดซับกักเก็บไว้ เมื่อนำน้ำสีไประเหยแห้ง และบดสีให้เป็นผง ก็จะได้ผงสีที่มีความสดใสมากขึ้น