

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พืชให้สีจากธรรมชาติที่ใช้ในการทดลอง

1. ขมิ้นชัน (วันดี กฤษณพันธ์, 2541)

ชื่อสามัญ Turmeric

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* Linn.

ชื่อวงศ์ ZINGIBBERACEAE

ชื่อพื้นเมือง ขมิ้น ขมิ้นแกง ขมิ้นหยอก ขมิ้นหัว ขมิ้น หมิ้น

การขยายพันธุ์ แยกเหง้า

นิเวศวิทยา ชอบขึ้นตามที่ชุ่ม

ส่วนที่ให้สี เหง้า

สารที่ให้สี curcumin

ลักษณะ เป็นไม้ล้มลุก อายุหลายปี สูง 30-90 เซนติเมตร เหง้าใต้ดินรูปไข่ มีแขนงรูปทรงกระบอกแตกออกด้านข้าง 2 ด้าน ตรงข้ามกัน เนื้อในเหง้าสีเหลืองส้ม มีกลิ่นเฉพาะ ใบเดี่ยว แทงออกจากเหง้าเรียงเป็นวงซ้อนทับกันรูปใบหอก กว้าง 12-15 เซนติเมตร ยาว 30-40 เซนติเมตร ดอกช่อแทงออกจากเหง้า แทรกขึ้นมาระหว่างก้าน ใบรูปทรงกระบอก กลีบดอกสีเหลืองอ่อน ใบประดับสีเขียวอ่อนหรือขาว บานครั้งละ 3-4 ดอก ผลรูปกลมมี 3 พู

ประโยชน์ ใช้ในการประกอบอาหาร เป็นเครื่องสำอาง หรือใช้ในทางการแพทย์ ตำรายาไทยใช้เหง้ารักษาโรคผิวหนังผื่นคัน รักษาโรคท้องอืด ท้องเฟ้อและแผลในกระเพาะอาหาร การศึกษาสารออกฤทธิ์ที่สำคัญจากเหง้าของขมิ้นชัน พบว่า เคอร์คิวมินอยด์ ซึ่งเป็นสารประเภท phenolic compound ที่มีสีเหลือง เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายอย่างเช่น free radical scavenger antioxidant , anti-inflammation และ anticancer เหง้าของขมิ้นชันประกอบด้วย สารประกอบ เคอร์คิวมินอยด์ เป็นสารที่ออกฤทธิ์หลักและเคอร์คิวมินอยด์ยังประกอบด้วยสาร 3 ชนิด คือ เคอร์คิวมิน (curcumin), ดีเมททอกซีเคอร์คิวมิน (demethoxycurcumin) และบิสดีเมททอกซีเคอร์คิวมิน (bisdemethoxycurcumin)

2. ใบเตย (วันดี กุญชรพันธ์, 2541)

ชื่อสามัญ Pandanus

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pandanus amaryllifolius* Roxb.

ชื่อวงศ์ PANDANACEAE

ชื่อพื้นเมือง เตยหอมใหญ่ (ภาคกลาง) หวานข้าวใหม่ (เหนือ) ปาแนะอoring (ใต้)

สรรพคุณ ดั้นและ ราก ใช้เป็นยาขับปัสสาวะและใช้รักษาเบาหวาน ใบสดคั้นเอาน้ำใช้เป็นยาบำรุงหัวใจช่วยลดอาการกระหายน้ำ

คุณค่าทางโภชนาการ ใบเตยสด มีน้ำมันหอมระเหย รสหวาน หอม และมีสีเขียว ที่นิยมนำมาใช้แต่งสีอาหาร เป็นสารประเภทคลอโรฟิลล์

การใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ เช่น ใบเตยหอมใช้แต่งสีและกลิ่นเครื่องคั้น ขนมหวาน และอาหารหลายชนิด

ใบเตยประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย และมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น โกลนาไลอะซีเตท (Linalyl acetate) เบนซิลอะซีเตท (Benzyl acetate) โกลนาโลอล (Linalool) เจอรานิโอล (geraniol) และเอทิลวานิลลิน (Ethylvanillin)

3. ผักปลัง (วันดี กุญชรพันธ์, 2541)

ชื่อสามัญ Malabar spinach, Ceylon spinach

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Basella alba* Linn.

ชื่อวงศ์ BASELLACAE

ชื่อพื้นเมือง ผักปิ้ง ผักหมื่น โปเต้งฉ่าย (จีน) เหลาะขุ่ย (แต้จิ๋ว) ลั่วขุ่ย (จีนกลาง)

ประเภท เป็นไม้เลื้อยแบบล้มลุก ลำต้นกลม อวบน้ำสีเขียว และสีม่วงอมแดง เถากลมเล็ก เรียวเรียบและมัน ใบฉ่ำน้ำ ยาวหลายเมตร ใบเดี่ยวรูปหัวใจ ออกตามข้อ ใบหนาเรียบ และมัน เส้นใบชัด ผักปลังเถาแดง ก้าน ใบ เส้นใบมีสีม่วงแดง แผ่นใบสีเขียว ผลอ่อนสีเขียวเข้ม ผลแก่มีสีม่วงเข้ม ผักปลังมี 2 สี คือ ผักปลังมีก้านใบสีแดง กับผักปลังที่มีก้านใบสีขาว

ประโยชน์ทั่วไป ใช้ประกอบอาหาร ยอดอ่อนลวกกินเป็นผักจิ้มน้ำพริก หรือใช้ทำแกง ใบและดอกใช้เป็นสมุนไพรแก้กลากเกลื้อน รากแก้รังแค แก้ท้องผูก โดยเฉพาะลูกผักปลังใช้เป็นสีแต่งอาหารหวานโดยให้สีม่วงแดง หรือนำไปเป็นสีผสมอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น ขนมบัวลอย ขนมเปียกปูน ขนมสลิม ขนมน้ำดอกไม้ เป็นต้น

ผลสุกของผักปลังแดงที่มีสีม่วงแดง ประกอบด้วยสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin)

สรรพคุณทางสมุนไพรพื้นบ้าน

3.1 ลำต้น : รสหวานเย็น เป็นยาแก้พิษฝีดาษ แก้ชักเสบวม แก้ท้องผูก ดมคัม แก้ไข้ตั้งอกเสบ เป็นยาระบายแก้อาการอึดอัดแน่นท้อง รักษาไข้ตั้งอกเสบ โดยใช้ต้นสด 60-120 กรัม ต้มกับน้ำดื่ม

3.2 ใบ : นำมาตำใช้พอกแผลสด และแก้ฝี แก้กกลากเกลื้อน ผื่นคัน หรือแผลสด โดยใช้ใบสดตำขี้ทา หรือ พอกตรงบริเวณที่เป็น ช่วยขับปัสสาวะ แก้อาการท้องผูก ระบายท้อง แก้บิด โดยนำใบสด หรือยอดอ่อน มาต้มกินเป็นอาหาร

3.3 ดอก : ดับพิษ และพิษฝีดาษ แก้โรคเรื้อน โดยการคั้นน้ำจากดอกสด ๆ นำมาทาตรงบริเวณที่เป็นและมารดาขณะให้นมบุตรใช้แก้หัวนมแตกเจ็บ

3.4 ราก : ใช้เป็นยาถู หรือนวดยให้ร้อน ช่วยทำให้บริเวณนั้นมีเลือดมาเลี้ยงมากขึ้น ส่วนน้ำที่คั้นจากรากนั้นเป็นยาหล่อลื่นได้ยอดดี และช่วยขับปัสสาวะ

3.5 ก้าน : มีสรรพคุณแก้พิษฝี แก้ขัดเบา แก้พรรดิก ลดไข้

3.6 ผล : ใช้ผลต้มน้ำรับประทานแก้ฝี และใช้ใบกับผลขี้ทาบริเวณที่ถูกแมลงกัดต่อย มีลักษณะเป็นแผลไหม้ เมื่อทาแล้วจะช่วยบรรเทาอาการ และทำให้รู้สึกเย็นขึ้น

4. แก้วมังกร (วันดี กฤษณพันธ์, 2541)

ชื่อสามัญ Dragon Fruit

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hylocereus undulatus* (Saw.) Dutton & Rose

ชื่อวงศ์ CACTACEAE

ชื่อพื้นเมือง แก้วมังกร

ข้อมูลทั่วไป แก้วมังกร เป็นผลไม้ที่นำพันธุ์มาจากประเทศเวียดนาม ถิ่นกำเนิดของแก้วมังกรอยู่ในทวีปอเมริกากลาง แถบหมู่เกาะเวสต์อินดีส โคลัมเบียและเวเนซุเอลา

ลักษณะสำคัญ แก้วมังกรเป็นไม้ในตระกูลกระบองเพชร ลำต้นเป็นแฉก 3 แฉก มีหนามเป็นกระจุกอยู่ทีละ 4-5 หนาม ลำต้นเดี่ยว แผ่ก้านออกไปรอบ ๆ ต้องมีค้างคอยพยุง ดอกสีขาว เป็นรูปทรงกรวยขนาดใหญ่ มีกลีบยาวเรียวทับซ้อนกัน บานในเวลากลางคืน จึงมีชื่อเรียกว่า moonflower หรือ lady of the night หรือ queen of the night ผลแก้วมังกรเมื่อดิบผิวเปลือกจะเป็นสีเขียว รูปทรงกลมรี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 6-10 ซม. มีกลีบเลี้ยงติดอยู่ตามเปลือกผล เมื่อสุกผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีแดงอมชมพู เนื้อในมีทั้งสีแดงและสีขาวจุ่น มีเมล็ดเล็กๆสีดำคล้ายเมล็ดแมงลักกระจายทั่วทั้งผล ปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ

ลักษณะโดยทั่วไปของแก้วมังกร แก้วมังกรเป็นไม้เลื้อย มีอายุยาวนานหลายปี ลำต้นมีลักษณะเป็น 3 แฉก มีสีเขียว อวบน้ำ ซึ่งแท้จริงคือใบที่เปลี่ยนรูปไป ส่วนลำต้นที่แท้จริง อยู่ในตำแหน่งที่เป็นศูนย์กลางของแฉกทั้ง 3 บริเวณตาข้างจะมีหนาม 1-5 หนาม ดอกจะเกิดบริเวณกิ่ง

คุณค่าทางอาหารและสรรพคุณ แก้วมังกร มีสารอาหารหลายชนิด เช่น โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม วิตามินซี มีสรรพคุณ ช่วยลดโคเลสเตอรอล ป้องกันการอุดตันของหลอดเลือดหัวใจ ลดความดันโลหิตและมีเส้นใย ควบคุมน้ำหนัก แก้กท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่และช่วยทำให้ผิวชุ่มชื้น

5. คำแสด (วิทย์ เทียงบุญธรรม, 2542)

ชื่อสามัญ Annatto

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bixa orellana* Linn.

ชื่อวงศ์ BIXACEAE

ชื่อพื้นเมือง คำแสด คำไท คำเงาะ คำเงาะ คำแฝด คำแสด (กลาง) มะกายหยุ่ม แสด (เหนือ) หมากมอง (ไทยใหญ่ - แม่ฮ่องสอน)

ลักษณะ คำแสด เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูงราว 3-5 เมตรใบเดี่ยวเรียงเวียนรอบลำต้น ใบรูปไข่ ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่น ดอกออกเป็นช่อที่ปลายยอดของกิ่ง แต่ละช่อมี 5-10 ดอก สีชมพู มีกลีบดอก 5 กลีบ กลีบรองดอกสีเขียวขนาดเล็ก เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก ลักษณะผลรูปไข่ มีขนสีแดงคล้ายผลเงาะ เมื่อผลแก่ จะแตกออก ภายในมีเมล็ดและเปลือกหุ้มสีแดง

ลำต้น มีลักษณะเป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง มีพุ่มทึบ ลำต้นมีสีเทาอมน้ำตาล เปลือกหยาบขรุขระ ลำต้นสูงประมาณ 9 - 10 เมตร

ใบ มีสีเขียว แต่เมื่อใบอ่อนจะมีสีแดง สีเลื้อยห่ม ลักษณะของใบจะมีทั้งที่คล้ายรูปไข่ และใบโพธิ์

ดอก ออกเป็นช่อใหญ่ อยู่ตามปลายยอดของกิ่ง ดอกมีสีชมพู ถ้าแดดๆ จะคล้ายดอกกุหลาบ กลีบดอกมี 5 กลีบ เกสรตัวผู้มีจำนวนมาก

ผล เมื่อผลอ่อนจะสีแดงคล้ายเงาะและมีขนคล้าย เมื่อผลแก่จะมีสีน้ำตาล มีขนปกคลุมอยู่เต็มคล้ายกับลูกเงาะ

เมล็ด มีสีน้ำตาลแดงเข้ม มี 9 - 13 เมล็ด ต่อผล ซึ่งจะเรียกเมล็ดของคำเงาะว่าลูกแสด

ประโยชน์ ให้สีเหลืองส้มใช้เป็นสีผสมขนมต่าง ๆ ที่ต้องการสีเหลืองส้มในต่างประเทศใช้แต่งสีเนยแข็ง

สรรพคุณ เปลือก เมล็ด ให้สีแสด ใช้แต่งสีอาหาร ย้อมผ้า เปลือก ราก แก้ไข้มาลาเรีย รักษาโรคหนองใน ใบ ใช้แก้ไข บิด ขับปัสสาวะ ดิซ่าน แก้กัก ผล เป็นยาฝาดสมาน ส่วนเมล็ดใช้เป็นยาหอม แก้ไข้ แก้หนองใน แก้ไข้มาลาเรีย และแก้พิษจากมันสำปะหลัง และสมุนไพรของเนื้อหุ้มเมล็ดช่วยขับพยาธิ เป็นยาระบาย แก้โรคผิวหนัง ดอก บำรุงเลือด แก้โลหิตจาง แก้บิดหรือคันตามผิวหนัง

สีธรรมชาติ

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส (2536) ได้ให้ความหมายของสีธรรมชาติไว้ว่า สีธรรมชาติ หมายถึง สีที่ได้จากพืช หรือสัตว์ และแร่ธาตุ ซึ่งมนุษย์รู้จักใช้สีธรรมชาติในการย้อมผ้า และแต่งสีอาหาร เป็นสีไม่อันตราย เป็นตา จึงทำให้ปัจจุบันมีการตื่นตัวเกี่ยวกับการใช้สีธรรมชาติมากขึ้น สำหรับสีย้อมธรรมชาติที่ยังคงมีอยู่บ้าง เช่น สีเหลือง จากแก่นขนุน หรือ ขมิ้นชัน สีแดง จากครั่ง ฝาง รากยอ หรือ ดอกคำฝอย สีนํ้าเงินจาก คราม หรือช่อม สีเขียวจาก ใบเตย หรือเปลือกต้นเพกา และสีม่วงอ่อน จากลูกหว้า เป็นต้น

วันดี กฤษณพันธ์ (2541) กล่าวว่า สีธรรมชาติที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช มีดังนี้

สีจากเหง้า เช่น ขมิ้น สีจากใบ เช่น ใบเตย ใบย่านาง สีจากผล เช่น พริก หรือ ลูกตาลสุก สีจากแก่น เช่น ฝาง สีจากราก เช่น แครอท สีจากดอก เช่น อัญชัน โสน ดอกดิน สีจากเมล็ด เช่น ลำไย สีจากรังพืช เช่น ข้าวเหนียวดำ

มณฑา โกเฮง (2537) กล่าวว่า สีธรรมชาติได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ สารให้สี หรือ ตัวสีจากธรรมชาติ เป็นสารที่มีขนาดเล็กซึ่งสามารถละลายน้ำ หรือสารทำละลายชนิดอื่นได้ การที่มนุษย์มองเห็นเป็นสีต่าง ๆ นั้น เกิดจากแสงสีขาวไปกระทบสารสีแล้วสารสีดูดแสงบางช่วง คลื่นไว้มองเห็นเป็นสีตามช่วงคลื่นนั้นๆ เกิดจากแสงสีขาวไปกระทบสารสีแล้วสารสีดูดแสงบางช่วง โดยคลื่นแสงที่ถูกสะท้อนออกมา ทำให้มองเห็นเป็นสีตามช่วงคลื่นนั้นๆ สารให้สีในพืชต่างชนิดจะต่างกันเนื่องจากในเซลล์ และ เนื้อเยื่อของพืชมีสารประกอบหลายชนิดที่สามารถให้สีที่ย้อมติดเส้นใยได้

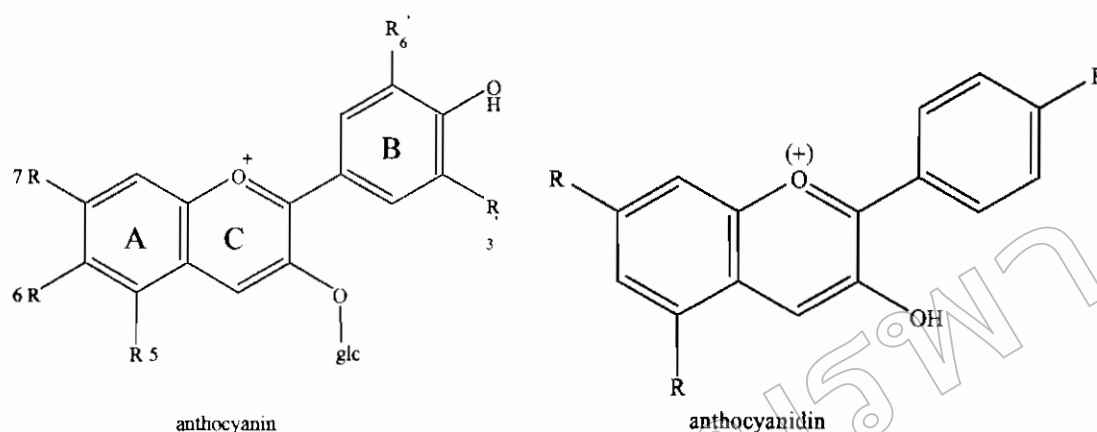
1. สารสีจากพืช

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) ให้คำจำกัดความของสารสีไว้ว่า สีจากพืชเป็นสารเคมีคุณสมบัติเป็นสีย้อมสกัดจากพืชโดยกรรมวิธีการหมัก การต้ม หรือกรรมวิธีทางเคมีในปริมาณเล็กน้อย และสารที่ได้จากพืชมีคุณสมบัติเป็นสารสีเพราะสารเหล่านี้ จะดูดซับสีในคลื่นความถี่ของแสง 400 – 800 นาโนเมตร ที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้

2. องค์ประกอบทางเคมีของสีย้อมธรรมชาติ

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส (2539) ได้กล่าวไว้ว่าสีธรรมชาติที่ได้จากการสกัด มาจากส่วนต่างๆ ของพืชนั้นเป็นสารเคมี ดังต่อไปนี้

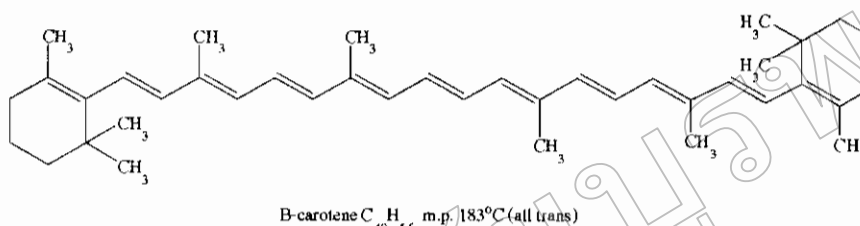
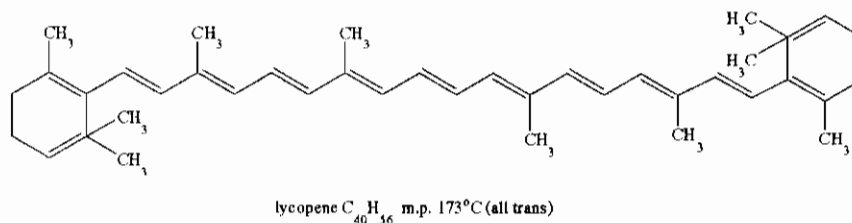
2.1 แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) เป็นสารประกอบกลัยโคไซด์ (Glycoside) เมื่อสลายส่วนที่เป็นน้ำตาล และส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาล เรียกว่า แอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidin) ซึ่งมีโครงสร้าง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างแอนโทไซยานิน และโครงสร้างแอนโทไซยานิดิน

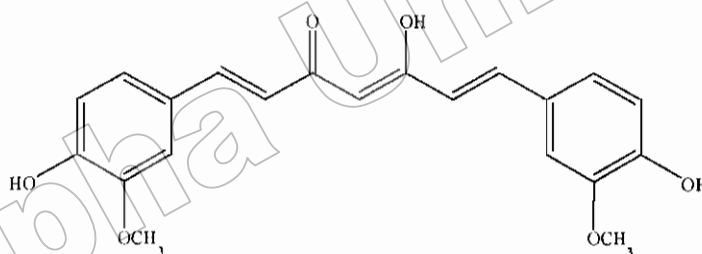
แอนโทไซยานิน เป็นสารที่ให้สีแดง สีม่วง และสีฟ้า มีอนุพันธุ์มากกว่า 140 ชนิด ละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์ กรด และด่างเจือจาง สีจะเข้มในสภาพที่ยังไม่แตกตัวเป็นอออน คือที่ pH ประมาณ 1.0 และที่ pH สูงกว่า 4.5 อาจไม่มีสีเลย

2.2 แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) เป็นสารประกอบลิพิดชนิดหนึ่งที่เรียกว่า เทอร์พีน (Terpene) สีพวกแคโรทีนอยด์มีหลายชนิด เช่น แอนโนโต (Annatto) ซึ่งได้จากเมล็ดของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Bixa orellana* โดยทำการสกัดซึ่งฝังที่อยู่รอบเมล็ดด้วยด่าง หรือน้ำมัน สารที่พบคือ Bixin ซึ่งเป็นผลึกสีน้ำตาลแดงมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 198 องศาเซลเซียส และคงตัวต่อแสงต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อกรดและด่าง รวมทั้งเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมี เบตาแคโรทีน (β -Carotene) และไลโคพีน (Lycopene) ซึ่งเบตาแคโรทีน เป็นสารประกอบประเภทแคโรทีนอยด์ที่สามารถสังเคราะห์ได้เป็นครั้งแรกในชั้นอุตสาหกรรม และเป็นสารที่มีคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเอนไซม์ในตับสามารถเปลี่ยนเบตาแคโรทีนเป็นวิตามินเอได้ เบตาแคโรทีน เป็นสารที่มีผลึกสีม่วงปนแดง มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 183 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในน้ำ เอทานอล กลีเซอริน ละลายได้น้อยในตัวทำละลายอินทรีย์ ไม่คงตัวต่อด่าง อากาศ แสงและอุณหภูมิสูงๆ ประมาณ 45 องศาเซลเซียส จะถูกทำลายภายใน 6 สัปดาห์ ส่วนไลโคพีน (Lycopene) นั้น เป็นสารประกอบประเภทเทอร์พีน ชนิดเตตราเทอร์พีน (Tetraterpenes) เป็นสารที่มีสีแดง



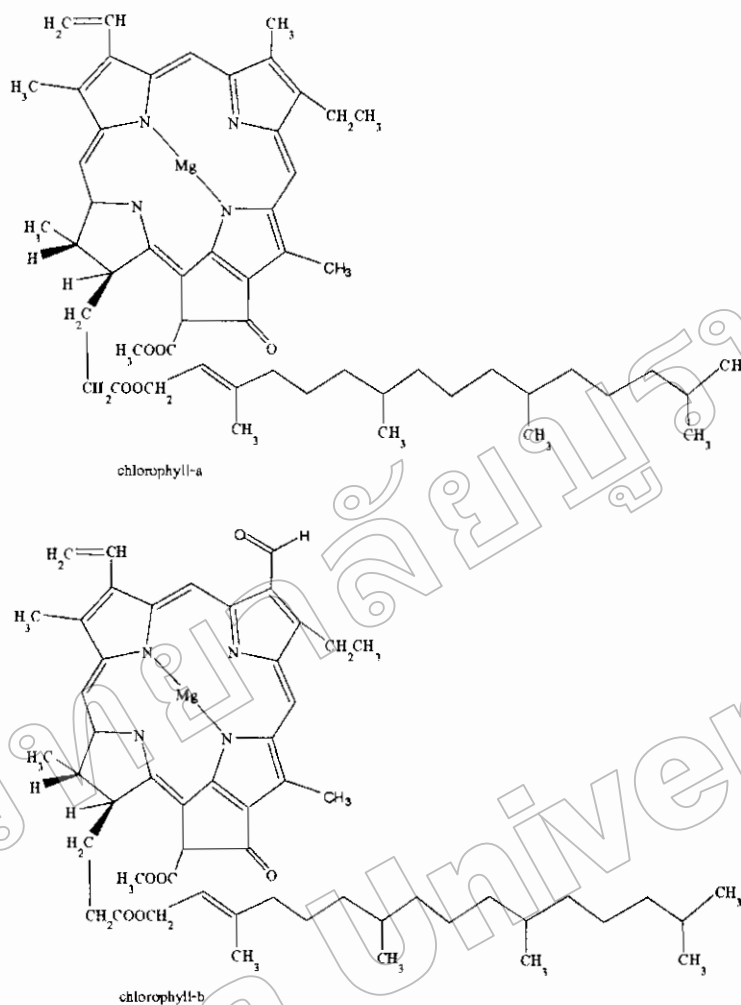
ภาพที่ 2 โครงสร้างไลโคพีน และโครงสร้างเบตาแคโรทีน

เคอร์คูมิน (Curcumin) เป็นผงผลึกสีเหลืองส้ม ไม่ละลายในน้ำ และอีเทอร์ แต่ละลายในเอทานอล และกรดแอซิดิกเข้มข้น ไม่คงตัวต่อแสง ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และไวต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด และด่าง มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ $180 - 183$ องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 โครงสร้างเคอร์คูมิน

คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นสารประกอบประเภท Tetrapyrrole ที่มีแมกนีเซียม คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวที่อยู่ในพืชสามารถดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยใช้น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศมาผลิตคาร์โบไฮเดรต ได้สารคลอโรฟิลล์ มี 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี



ภาพที่ 4 โครงสร้างคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์ บี

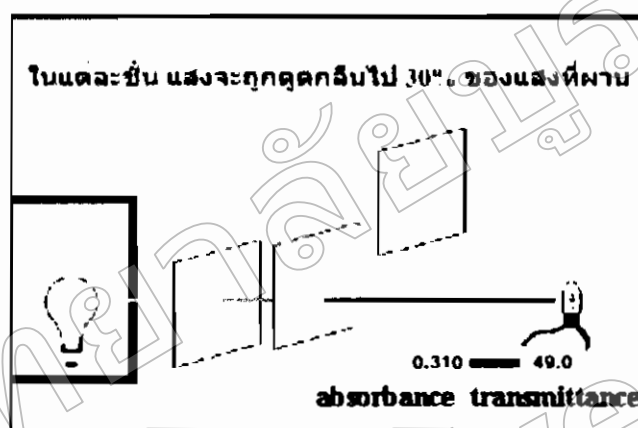
การดูดกลืนแสงของสารประกอบอินทรีย์ (Absorption of organic compound)

(แม่น อมรสิทธิ์และคณะ, 2552)

สารประกอบอินทรีย์สามารถดูดกลืนแสงได้ในช่วงอัลตราไวโอเลต แต่ถ้าสารอินทรีย์ใดมีส่วนของโครงสร้างที่ทำให้มองเห็นเป็นสี ซึ่งเรียกว่าโครโมฟอร์ (chromophore) จะสามารถดูดกลืนได้ทั้งในช่วงแสงอัลตราไวโอเลตและแสงที่มองเห็นได้ โครโมฟอร์ส่วนมากจะมีพันธะไม่อิ่มตัว เช่น $C=O$, $C=C$, $-N=N-$, $-NO_2$ เป็นต้น ส่วนหมู่ฟังก์ชันอื่นๆ เช่น $-OH$, $-NH_2$, $-Cl$ ไม่ดูดกลืนแสง แต่ส่งเสริมอิทธิพลของโครโมฟอร์ หมู่เหล่านี้เรียกว่า ออกโซโครม (auxochrome)

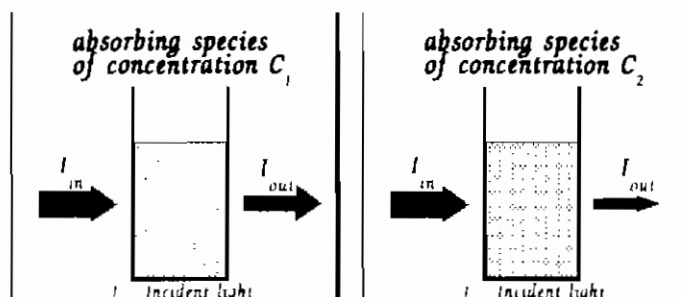
1. กฎของเบียร์และแลมเบิร์ต (Beer and Lambert Law)

กฎของแลมเบิร์ต (Lambert's law) มีใจความว่า “เมื่อมีแสงที่มีความยาวคลื่นเดียว (monochromatic light) ผ่านตัวกลางเนื้อเดียว สัดส่วนของความเข้มของแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้โดยไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่กระทบตัวกลางนั้น และความเข้มของแสงจะถูกแต่ระดับของตัวกลางดูดกลืนไว้ในสัดส่วนที่เท่ากัน ”



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของภาคตัดขวางที่แสงเดินทางผ่านและการดูดกลืนแสง

กฎของเบียร์ (Beer's law) มีใจความว่า “เมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวผ่านตัวกลางเนื้อเดียว สัดส่วนของความเข้มของแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณของตัวกลางที่ดูดกลืนแสงนั้น ”



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของแสงที่ถูกดูดกลืนกับความเข้มข้น

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับ %Transmittance

Transmittance, T $\left(\frac{I}{I_0}\right)$	%T $\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$	$\log \%T$	Absorbance $2 - \log \%T$
1	100	2	0
0.1	10	1	1
0.01	1	0	2
0.001	0.1	-1	3

จากตาราง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง(Absorbance) กับ %Transmittance

2. ส่วนประกอบของเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer components)

(แม่น อมรสิทธิ์ และคณะ, 2552)

เครื่องมือที่วัดการดูดกลืนแสงของสารในช่วงความยาวคลื่นแสงที่มองเห็นได้ เรียกว่า วิสibelสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ อธิบายส่วนประกอบและการทำงาน ดังนี้

2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องยูวี-วิสibel สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มีอยู่ 5 ส่วน คือ

2.1.1 แหล่งกำเนิดแสง (light source)

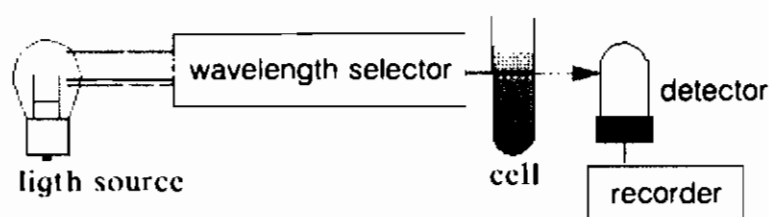
2.1.2 ส่วนเลือกความยาวคลื่น (wavelength selector)

2.1.3 ภาชนะใส่สาร (cell หรือ cuvette)

2.1.4 ตัวตรวจจับสัญญาณ (detector)

2.1.5 ส่วนบันทึกและแปลผลสัญญาณ (recorder and processor)

โดยมีการจัดเรียงส่วนประกอบทั้งหมด ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แผนภาพเครื่องวิสibelสเปกโตรโฟโตมิเตอร์อย่างง่าย

2.2 รูปแบบของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (types of Spectrophotometer)

2.2.1 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยว (single beam spectrophotometer)

หลักการของสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดียวนั้น เมื่อแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงแล้ว จะผ่านโมโนโครเมเตอร์ที่เป็นเกรตติง และสารตัวอย่างตามลำดับ แล้วจึงเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณ ตลอดเส้นทางของลำแสงนี้มีลำแสงเดี่ยว จึงเรียก สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ประเภทนี้ว่าแบบลำแสงเดี่ยว เนื่องจากสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ประเภทนี้ใช้ลำแสงเพียงลำเดียวผ่านจากโมโนโครเมเตอร์ไปสู่สารละลายที่ต้องการวัดและเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณ ดังนั้นการวัดจึงต้องวัด 2 ครั้งดังนี้ ครั้งแรกเซลล์บรรจุแบบลังก์ (blank) ซึ่งเป็นตัวทำละลายของตัวอย่างที่ต้องการวัด เมื่อลำแสงผ่านเซลล์ ปรับเครื่องให้อยู่ในตำแหน่ง "ศูนย์" (set zero) ส่วนครั้งหลังบรรจุสารละลายที่ต้องการวัด (sample) แล้วจึงให้ลำแสงผ่านเซลล์ ความแตกต่างระหว่างการดูดกลืนแสงของทั้ง 2 ครั้งจะปรากฏบนหน้าปัดมิเตอร์จากนั้นก็สามารวัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นอื่นๆ ต่อไปได้ โดยไม่ต้องกลับไปวัดแบบลังก์อีก แต่การเปลี่ยนความยาวคลื่น จะต้องวัดแบบลังก์ใหม่ทุกครั้ง

2.2.2 วิธีใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แต่ละแบบอาจมีเทคนิคการใช้และวิธีการใช้แตกต่างกัน ซึ่งผู้ใช้ต้องศึกษาคู่มือการใช้งานโดยละเอียดก่อน สำหรับวิธีใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยทั่วไปมีดังนี้

2.2.2.1 ถอดถุงคลุมเครื่องออก

2.2.2.2 เปิดสวิตช์ไฟฟ้าเพื่ออุ่นเครื่องนาน 30 นาที

2.2.2.3 ปิดแสงจากภายในหรือภายนอกไม่ให้ตกกระทบตัวไวแสง โดยการปิดฝาครอบช่องใส่คิวเวทท์และปิดช่องแสงออก

2.2.2.4 เลือกความยาวคลื่นแสงที่ต้องการวัดโดยปรับปุ่มเลือกความยาวคลื่น

2.2.2.5 ปรับเครื่องเป็น 0% T

2.2.2.6 ใส่สารละลายอ้างอิง (reagent blank) ลงในช่องใส่คิวเวทท์ แล้วปิดฝา

2.2.2.7 ปรับเครื่องเป็น 100%T หรือตั้งค่าการดูดกลืนแสงเป็นศูนย์ โดยการปรับในขั้นตอนนี้ ต้องกระทำทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนความยาวคลื่นแสงที่ใช้วัด

2.2.2.8 ใส่สารตัวอย่างลงในช่องใส่คิวเวทท์ ปิดฝาช่องใส่คิวเวทท์

2.2.2.9 อ่านค่า %T หรือ absorbance หลังเสร็จการใช้งาน ปิดสวิตช์ไฟฟ้า ปลดปล่อยให้เครื่องเย็นก่อนคลุมเครื่องด้วย ถุงคลุมเครื่องมือ

การสกัด (Extraction)

1. การสกัดสารจากพืช (รัตน อินทรานุปกรณ์, 2550)

1.1 Maceration เป็นวิธีการสกัดของแข็งด้วยของเหลว เช่น ลำต้น ราก เปลือกใบไม้ ดอกไม้ หรือ ผลไม้ เป็นต้นโดยแช่ในตัวทำละลายที่อุณหภูมิห้อง หรือต้มให้ความร้อนโดยทำการคัดเลือกตัวทำละลายที่ดีและเหมาะสมกับสารในพืชตัวอย่าง แล้วนำพืชตัวอย่างไปใส่ไว้ในภาชนะที่ปิด เช่น บีกเกอร์ ขวดปากกว้าง หรือขวดรูปชมพู่ เขย่าและแช่ไว้ จากนั้นนำมากรองแล้วบีบเอาสารสกัดออกมาจากกากพืชตัวอย่างให้ได้มากที่สุด นำสารละลายที่ได้ไปทำการกรองเอาเศษที่ติดออกให้หมด แล้วจึง นำสารที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อวิธีนี้มีข้อดีคือ สารสกัดจะไม่ถูกความร้อนทำให้โอกาสในการสลายตัวของสารสกัดลดลง ข้อเสียของวิธีนี้คือจะสิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก

1.2 Soxhlet Extraction เป็นวิธีที่ใช้ความร้อนในการสกัดและต้องอาศัยการควบแน่นเข้าช่วย เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง ตัวทำละลายจะต้องมีจุดเดือดต่ำเมื่อระเหยจะนำสารจากพืชพืชตัวอย่างไปด้วย จากนั้นเมื่อถูกความเย็นก็จะกลั่นตัวลงใน Thimble ซึ่งบรรจุพืชตัวอย่างไว้ เมื่อทำตัวละลายใน extracting chamber สูงขึ้นถึงระดับกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับไปในตัวรูปชมพู่ด้วยวิธีกาลักน้ำ ตัวทำละลายก็จะระเหยขึ้นแล้วกลั่นตัวกลับมาเป็นตัวทำละลายสกัดสารใหม่วนเวียนไป การใช้ความร้อนอาจทำให้สารที่ระเหยง่ายระเหยออกไป จึงไม่เหมาะกับการสกัดสารจากพืชตัวอย่าง ที่มีสารที่ระเหยง่ายเป็นองค์ประกอบ วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องนี้เหมาะสำหรับการสกัดสารองค์ประกอบที่ทนต่อความร้อน และใช้ตัวทำละลายน้อยไม่สิ้นเปลือง

1.3 Extraction of volatile oil ใช้สำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี เลือกใช้ตามความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิด เช่น การดูดซับ การใช้ตัวทำละลาย การบีบ การกลั่นโดยน้ำหรือไอน้ำ

2. หลักการ เลือกตัวทำละลายให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการแยก

- 2.1 ตัวทำละลายสามารถละลายสารที่ต้องการสกัดได้
- 2.2 ตัวทำละลายจะต้องไม่ละลายสารอื่นๆที่ไม่ต้องการสกัด
- 2.3 ตัวทำละลายจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
- 2.4 ตัวทำละลายสามารถแยกออกจากสารที่เราต้องการสกัดได้ง่าย
- 2.5 ตัวทำละลายไม่เป็นพิษ และมีราคาถูก

3. ประโยชน์ของการสกัดแยกสารจากพืช

3.1 สกัดน้ำมันพืชจากเมล็ดพืช เช่น น้ำมันงา รำ ถั่ว ปาล์ม เป็นต้น นิยมใช้ แอลกอฮอล์ หรือ เฮกเซน เป็นตัวทำละลาย

3.2 สกัดสารมีสีออกจากพืช

3.3 สกัคน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช

3.4 สกัคยาออกจากสมุนไพร

ความหนืด (วิชย ธรานนท์, 2542)

1. ความหนืด (Viscosity) ของของเหลว หมายถึง ความต้านทานการไหล ซึ่งเป็นสมบัติหนึ่งของของไหล (Fluid) หมายถึง ก๊าซและของเหลว

ความหนืดของของเหลว จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้

1.1 แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล ถ้ามีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมากจะมีความหนืดมาก

1.2 น้ำหนักโมเลกุล หรือมวลของของเหลว ถ้ามีน้ำหนักโมเลกุลมาก ของเหลวนั้นจะมีความหนืดมาก

1.3 รูปร่างหรือลักษณะการจัดเรียงตัวของอะตอมภายในโมเลกุล เช่น ถ้าโมเลกุลที่เป็นรูปทรงกลม จะมีความหนืดน้อยกว่าโมเลกุลที่มีรูปร่างยาวคดไปมา

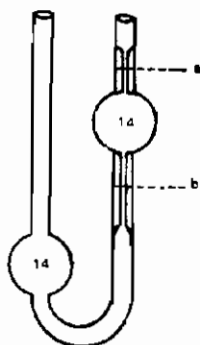
1.4 อุณหภูมิ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้ของเหลว จะทำให้โมเลกุลมีพลังงานจลน์มากขึ้น เป็นผลให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลลดลง จึงทำให้ความหนืดของของเหลวลดลงด้วย

1.5 ความดัน ถ้าเพิ่มความดันจะทำให้ความหนืดของของเหลวเพิ่มขึ้น

1.6 สิ่งเจือปน อาจจะเพิ่มหรือลดความหนืดของของเหลวได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งเจือปน

การหาความหนืดของของเหลว ทำได้โดยการสมมติให้ของเหลวเคลื่อนที่ผ่านท่อทรงกระบอกที่มีรัศมี R และความยาว L ของเหลวที่ติดอยู่กับผนังให้ถือว่าอยู่นิ่งและอัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดที่บริเวณกลางท่อทรงกระบอก การไหลแบบนี้เรียกว่า ลามินาร์ (Lamina flow)

เครื่องมือที่ใช้วัดความหนืดของของเหลว เรียกว่า วิสโคมิเตอร์ (Viscometer) แบบที่นิยมใช้กันเป็นแบบออสวอลด์ (Oswald Viscometer)



ภาพที่ 9 วิสโคมิเตอร์แบบออสวอลด์ (Oswald Viscometer)

2. สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความหนืดของของเหลว โดยอาศัยความสัมพันธ์ของความดัน(P) ที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่น(d) ดังสมการ $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$

หรือเขียนเป็นสมการทั่วไปได้ว่า $\frac{\eta_{sample}}{\eta_{reference}} = \frac{(dt)_{sample}}{(dt)_{reference}}$

เมื่อ t คือเวลาที่ของเหลวจำนวนหนึ่งไหลผ่านหลอดคະปิลารีของออสวอลด์วิสโคมิเตอร์ จากตำแหน่งขีด a ถึงขีด b

ความหนืดของของเหลวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตามความสัมพันธ์ ดังสมการ

ของอาร์เรเนียส คือ $\eta = A \left(\frac{E_a}{RT} \right)$ หรือ $\ln \eta = \ln A + \frac{E_a}{RT}$

เมื่อ A เป็นค่าคงที่ และ E เป็นพลังงานแอคติเวชันของการไหล (Activation Energy)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนงค์พรรณ หัตถมาศ (2550) ศึกษาการใช้สีธรรมชาติของดอกไม้ใบพืชบนผืนผ้าบาติก จากกลุ่มดอกไม้ใบพืชในท้องถิ่นจำนวน 7 ชนิด คือ ใบเตย ใบย่านาง ใบหูกวาง ใบสาบเสือ ใบตะโก ดอกอัญชันและกระเจี๊ยบ สกัดโดยการแช่ด้วยน้ำ 1 ชั่วโมงและนำไปต้มให้ความร้อน 10 นาที แล้วนำไปคั้น ผลการศึกษา พบว่า การใช้สีธรรมชาติจากดอกไม้ใบพืชตัวอย่าง สามารถนำมาทดแทนการใช้สีเคมีสังเคราะห์ในการทำผ้าบาติก คิดเป็นร้อยละ 80 และได้ชิ้นงานของผ้าบาติก ที่มองดูแล้วให้ความนุ่มนวลเย็นตา ความพึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 87.5

โครงการจัดทำข้อมูลงานศึกษาวิจัยด้านศิลปหัตถกรรมของไทย (2550) ศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยจากขมิ้นชันแห้ง เพื่อศึกษาผลของวิธีสกัดต่อความเข้มของน้ำสีและความเข้มของสี

ผ้าไหม ศึกษาการย้อมต่อความเข้มของสีผ้าไหมและผลของสารช่วยติดสีและความคงทนของสีผ้าไหม ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำและอุณหภูมิที่ใช้ในการสักร้อมีผลต่อการดูดกลืนแสงของน้ำสีย้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำมีผลต่อค่า K/S ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เวลา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสักร้อมีผลต่อค่า K/S ของสีผ้าไหมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาจากค่า K/S พบว่าวิธีสกัดน้ำสีจากขมิ้นชันแห้งที่เหมาะสม คือ การใช้อัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำ 1:30 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสและระยะเวลา 45 นาที

จันทร์เพ็ญ ทองย่น (2548) ศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดสีจากกะหล่ำปลีแดงเพื่อใช้เป็นสีย้อมสไลด์ ทดแทนสีสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน และเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของสไลด์ที่ย้อมด้วยสีจากกะหล่ำปลีแดงกับการย้อมด้วยสีสังเคราะห์ ผลการศึกษา พบว่า วิธีการที่เหมาะสมในการใช้สีย้อมจากกะหล่ำปลีแดงที่ดีที่สุดคือ การใช้การสกัดสีแบบไม่หมัก โดยใช้อัตราส่วน 1 : 1 และ จากการเปรียบเทียบคุณภาพสไลด์ ชั่วคราวที่ย้อมด้วย สีย้อมจากกะหล่ำปลีแดง สามารถเห็นโครงสร้างได้ชัดเจนกว่าสีสังเคราะห์ เมื่อนำสไลด์ที่ย้อมด้วยสีจากกะหล่ำปลีแดงแบบไม่หมักและแบบหมัก ที่มีอัตราส่วน 1 : 1 มาประเมินคุณภาพของสไลด์ด้านการย้อมติดได้ดี ความสวยงามและมองเห็นชัดเจน ปรากฏว่าสไลด์ ที่ย้อมด้วยน้ำสีแบบไม่หมัก ได้คะแนนตามการประเมินคิดเป็นร้อยละ 78.78 ส่วนแบบหมักได้คะแนนร้อยละ 21.21

จารุวรรณ ดิสุวรรณ (2546) ศึกษาการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากขมิ้นชันแห้งโดยการสกัดน้ำสีจากอัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำ และศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างขมิ้นชันแห้งต่อน้ำกับการดูดกลืนแสง ผลการศึกษา พบว่า น้ำสีที่ได้จากการสกัดโดยใช้อัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำ 1 : 20 ให้ความเข้มของน้ำสีสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดน้ำสี พบว่า น้ำสีที่ทำการสกัด ณ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสให้ความเข้มของน้ำสีสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บุพาวดี น้อยวังคลัง (2543) ศึกษาการย้อมสีเส้นกกด้วยสีธรรมชาติกับสียวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า เส้นกกที่ย้อมด้วยสียวิทยาศาสตร์สีเหลือง และสีแดงมีความคงทนต่อแสงแดดและทนต่อการซักด้วยผงซักฟอกมากที่สุด รองลงมาคือ เส้นกกที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ และพบว่า สีเหลืองจากขมิ้นมีความคงทนมากที่สุด

น้องนุช เจริญกุล (2543) ศึกษาการประยุกต์ผลิตเจลปรับอากาศโดยใช้สารหอมที่สกัดได้จากใบเตยหอม ผลการศึกษา พบว่า กลิ่นหลักในใบเตย คือ ACPY ให้กลิ่นได้ดีในช่วงพีเอช 8.0 – 8.5 โดยคุณภาพของกลิ่นและลักษณะทางกายภาพมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

ศรัณย์ แสงสิงห์ศักดิ์ (2546) ศึกษาพฤติกรรมการซื้อปากกาเน้นข้อความของกลุ่มผู้บริโภควัยรุ่นระดับอุดมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามลักษณะประชากรศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มผู้บริโภคเป็นหญิงมากกว่าชาย ช่วงเวลาที่ซื้อส่วนใหญ่คือช่วงอ่านหนังสือเตรียมสอบ สีของน้ำหมึกของปากกาเน้นข้อความส่วนใหญ่เป็น สีส้ม สีชมพู สีฟ้าและสีแดง ในการซื้อแต่ละครั้งมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 26 – 50 บาท

วันเพ็ญ คุ้มศิษฐ์ (2548) ศึกษาความสามารถในการอ่านของเด็กออทิสติกโดยใช้เทคนิคการใช้สีสอนอ่านเป็นคำและเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านของเด็กออทิสติกก่อนและหลังการสอนโดยใช้เทคนิคการใช้สีสอนอ่านเป็นคำ ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการอ่านของเด็กออทิสติกหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการใช้สีสอนอ่านเป็นคำสูงขึ้น