

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก**การคำนวณค่าการดุดกดินแสง**

การคำนวณค่าการดูดกลืนแสง

จากตารางที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสง ณ ความยาวคลื่นแสงในช่วงที่ตามองเห็นของสารสกัดสีขมิ้นในตัวอย่างละลายเอทานอล

ชนิดของตัวอย่าง	Wave Length (nm)	%T	Log%T	2-log%T (Absorbance)
สารสกัดสีของ ขมิ้น	550	75	1.88	0.12
	560	70	1.85	0.15
	570	25	1.40	0.60
	* 580	2	0.30	* 1.70
	590	8	0.90	1.10
	600	18	1.26	0.74
	610	34	1.53	0.47

ในการคำนวณหาค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) จากข้อมูลค่าร้อยละของแสงที่ผ่านออกมา (% Transmittance)

จากความสัมพันธ์ Transmittance (T) เป็นสัดส่วนปริมาณแสงที่ผ่านออกมา (I) ต่อปริมาณแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่าง (I_0) เขียนเป็นสมการได้ว่า $T = \frac{I}{I_0}$

โดย Absorbance (A) มีความสัมพันธ์เชิงสมการกับ Transmittance (T) คือ $A = \log \frac{I_0}{I} = -\log T$ โดยทั่วไปจะรายงานค่า Transmittance เป็นเปอร์เซ็นต์ (%T)

$$\text{ดังนั้น } \%T = 100 \frac{I}{I_0} \quad , \quad \log \%T = 2 - A \quad \text{หรือ} \quad A = 2 - \log \%T$$

จากข้อมูลในตารางที่ 3 การทดลองโดยใช้เครื่องสเปกโทรนิค - 20 วัดค่า %T ของสารสกัดสีของขมิ้นชั้น ณ 550 nm ได้เท่ากับ 75 ใช้สมการ $A = 2 - \log \%T$ เพื่อดำเนินการหา Absorbance (A) ได้ว่า :

$$A = 2 - (\log 75) = 2 - (1.88) = 0.12$$

ดังนั้น ถ้าค่า %T = 75 จะได้ค่า A = 0.12

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าความหนาแน่น

การคำนวณค่าความหนาแน่น

จากตารางที่ 25 ค่าความหนาแน่นของสารสกัดสีจากพืชตัวอย่างแต่ละชนิด

สารสกัด พืชตัวอย่าง ในเอทานอล	น้ำหนักสารสกัด (g)			เฉลี่ย (g)	SD	ปริมาตร (cm ³)	ความ หนาแน่น (g / cm ³)
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3				
ขมิ้นชัน	23.3401	20.6617	21.8969	21.9662	1.3405	25.00	0.8786
ใบเตย	20.7778	20.6739	20.7681	20.7399	0.0574	25.00	0.8296
เมล็ดผักปลัง	24.2268	24.3099	24.3710	24.3026	0.0724	25.00	0.9721
เปลือก แก้วมังกร ผลสีแดง	20.8834	20.7598	20.8138	20.8190	0.0620	25.00	0.8328
เมล็ดคำแสด	18.7577	18.6873	18.9248	18.7899	0.1220	25.00	0.7516
เอทานอล	19.7242	18.5617	18.3569	18.8809	0.7374	25.00	0.7552

ในการคำนวณหาค่าความหนาแน่น จากข้อมูลน้ำหนักสารสกัด (g) และปริมาตร (cm³) ที่ทำการทดลองด้วยพิคโนมิเตอร์ ณ อุณหภูมิห้อง (32 °C)

จากความสัมพันธ์ ความหนาแน่น = น้ำหนัก (กรัม) / ปริมาตร (มิลลิลิตร)

$$\text{เขียนเป็นสมการ ได้ว่า } \rho = \left(\frac{m(g)}{V(cm^3)} \right)$$

จากข้อมูลในตารางที่ 25 การทดลองโดยใช้ด้วยพิคโนมิเตอร์ ชั่งน้ำหนักของขมิ้นชัน ได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 21.9662 กรัม ในปริมาตร 25 cm³

จากสมการ $\rho = \left(\frac{m(g)}{V(cm^3)} \right)$ คำนวณหาค่าความหนาแน่น (ρ) ได้ว่า :

$$\rho = \left(\frac{21.9662(g)}{25(cm^3)} \right)$$

$$\therefore \text{จะได้ค่า } \rho = 0.8786 \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

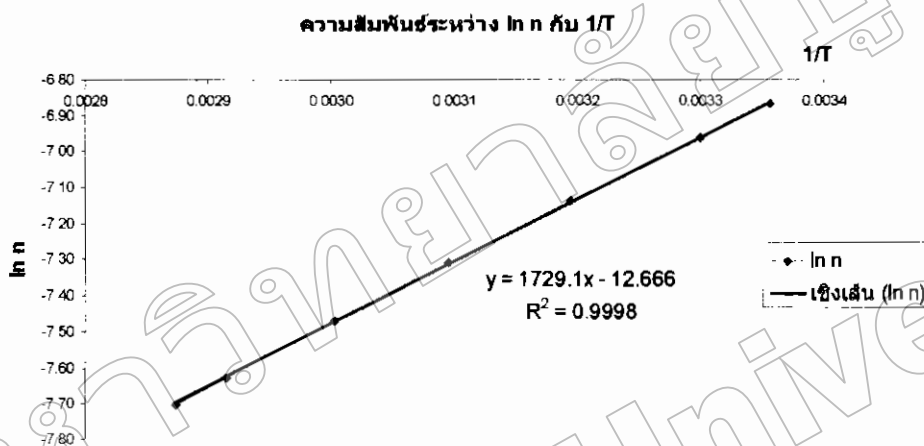
ภาคผนวก ก
การคำนวณค่าความหนัก

การคำนวณค่าความหนืด

จากผลการเทียบมาตรฐานค่าความหนืดของเอทานอล ณ อุณหภูมิต่างๆ เพื่อหาสมการที่เหมาะสมในการใช้คำนวณค่าความหนืดเอทานอล ณ อุณหภูมิ 32 °C (305 °K) และค่าความหนืดของของสารสกัดสีฟ้าตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด

ได้กราฟความสัมพันธ์ของ $\ln \eta$ กับ $\frac{1}{T}$ โดยมีค่าสมการเชิงเส้นเป็น $Y = 1729.1X - 12.666$

และ $R^2 = 0.9998$



จากภาพที่ 21 การเทียบมาตรฐานค่าความหนืดของเอทานอล

จากภาพที่ 21 สมการเส้นตรง เท่ากับ $Y = 1729.1X - 12.666$ $R^2 = 0.9998$

แทนค่า อุณหภูมิ 32 °C (305 °K) ลงในสมการเพื่อหา $\eta_{reference}$

จากความสัมพันธ์ $Y = 1729.1X - 12.666$

$$\ln \eta = \left(\frac{E_a}{R} \right) \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A$$

จากการทดลองเพื่อหาค่า $\eta_{reference}$ ณ อุณหภูมิ 32 °C (305 °K)

$$\text{แทนค่าลงในสูตร } \ln \eta = 1729 \left(\frac{1}{305} \right) + (-12.666)$$

$$\ln \eta = -6.9971$$

ดังนั้น $\eta_{reference}$ (เอทานอล 95%) ณ อุณหภูมิ 32 °C (305 °K)

มีค่าความหนืดเป็น $\eta = 0.0009145 \text{ Pa.s} = 0.9145 \text{ mPa.s}$

$$\therefore \eta_{reference} = 0.9145 \text{ mPa.s}$$

จากตารางที่ 24 เวลาที่ใช้ (วินาที) ในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายของพืชตัวอย่าง

สารสกัดของพืชตัวอย่าง (ในตัวทำละลายเอทานอล) ปริมาตรที่ใช้ในการทดลอง 10 cm ³	เวลาที่ใช้ (วินาที) ในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น ถึง จุดสุดท้าย ของการวัดด้วย เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ณ อุณหภูมิห้อง (32 °C)			
	ครั้งที่ 1 (วินาที)	ครั้งที่ 2 (วินาที)	ครั้งที่ 3 (วินาที)	เฉลี่ย
ขมิ้นชัน	370	369	370	370 ± 0.58
ใบเตย	341	342	342	342 ± 0.58
เมล็ดผักปลัง	500	500	499	500 ± 0.58
เปลือกแก้วมังกรผลสีแดง	351	350	351	351 ± 0.58
เมล็ดคำแสด	405	405	404	405 ± 0.58
สารละลายเอทานอล 95%	334	334	333	334 ± 0.58

และ

จากตารางที่ 25 ค่าความหนาแน่นของสารสกัดจากพืชตัวอย่างแต่ละชนิด

สารสกัด พืชตัวอย่าง ในเอทานอล	น้ำหนักสารสกัด (g)			เฉลี่ย (g)	SD	ปริมาตร (cm ³)	ความ หนาแน่น (g / cm ³)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3				
ขมิ้นชัน	23.3401	20.6617	21.8969	21.9662	1.3405	25.00	0.8786
ใบเตย	20.7778	20.6739	20.7681	20.7399	0.0574	25.00	0.8296
เมล็ดผักปลัง	24.2268	24.3099	24.3710	24.3026	0.0724	25.00	0.9721
เปลือก แก้วมังกร ผลสีแดง	20.8834	20.7598	20.8138	20.8190	0.0620	25.00	0.8328
เมล็ดคำแสด	18.7577	18.6873	18.9248	18.7899	0.1220	25.00	0.7516
เอทานอล	19.7242	18.5617	18.3569	18.8809	0.7374	25.00	0.7552

นำข้อมูล เวลาเฉลี่ย (t) จากตารางที่ 24 และความหนาแน่น (ρ) จากตารางที่ 25 มาคำนวณหาค่าความหนืดของสารสกัดพืชตัวอย่างแต่ละชนิด

จากสมการ

$$\eta_{sample} = \frac{(\rho t)_{sample} (\eta_{reference})}{(\rho t)_{reference}} \quad \text{ดังนั้น} \quad \eta_{sample} = \frac{(\rho t)_{sample} (\eta_{reference})}{(\rho t)_{reference}}$$

$$\text{โดย } \eta_{reference} = 0.9145 \text{ mPa.s}$$

คำนวณหาค่าความหนืดของสารสกัดพืชตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \eta_{\text{สารสกัดขมิ้นชัน}} &= \left(\frac{0.8756 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 370 \text{s} (0.9145 \text{ mPa.s})}{0.7552 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 334 \text{s}} \right) \\ &= 1.1746 \text{ mPa.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{สารสกัดใบเตย}} &= \left(\frac{0.8297 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 342 \text{s} (0.9145 \text{ mPa.s})}{0.7552 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 334 \text{s}} \right) \\ &= 1.0288 \text{ mPa.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{สารสกัดเมล็ดคัพปัด}} &= \left(\frac{0.9721 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 500 \text{s} (0.9145 \text{ mPa.s})}{0.7552 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 334 \text{s}} \right) \\ &= 1.7622 \text{ mPa.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{สารสกัดเปลือกแก้วมังกรผลสีแดง}} &= \left(\frac{0.8328 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 351 \text{s} (0.9145 \text{ mPa.s})}{0.7552 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 334 \text{s}} \right) \\ &= 1.0598 \text{ mPa.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{\text{สารสกัดเมล็ดคำแสด}} &= \left(\frac{0.7516 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 405 \text{s} (0.9145 \text{ mPa.s})}{0.7552 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) 334 \text{s}} \right) \\ &= 1.1036 \text{ mPa.s} \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

การเทียบมาตรฐานความหนักของเอทานอล

การเทียบมาตรฐานค่าความหนืดของเอทานอล ณ อุณหภูมิต่างๆ เพื่อหาสมการเส้นตรง
ที่เหมาะสมในการใช้คำนวณค่าความหนืดของสารสกัดสีพืชตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด

ข้อมูลสมบัติค่ามาตรฐานของเอทานอล

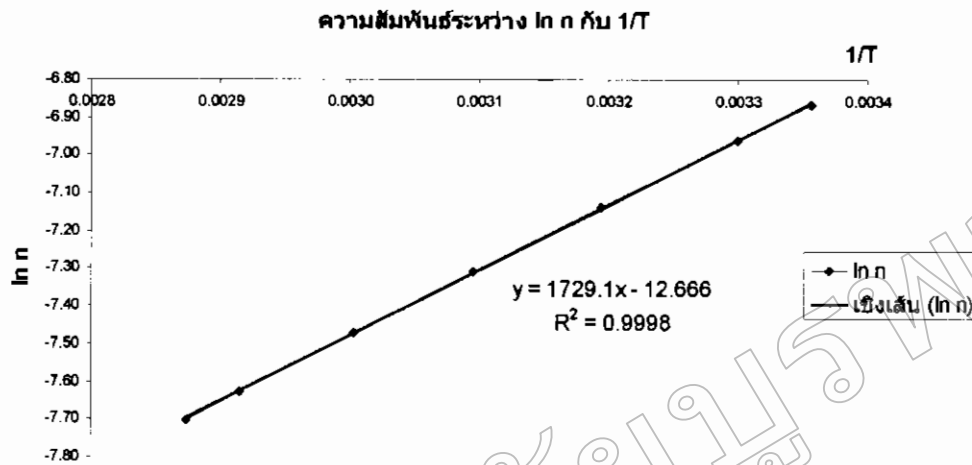
จาก CRC Handbook of Chemistry and Physics 87th ed.

และ Lange's Handbook of Chemistry, 12th ed.

ตารางที่ 31 แสดงสมบัติของเอทานอล

Structure and properties of ethyl alcohol		
Index of refraction, n_{25}	1.361	
Dielectric constant, ϵ_r	24.3 ϵ_0 at 25 °C	
Magnetic susceptibility	$5.8 \cdot 10^{-7}$ (cgs units, volume)	
Surface tension	22.39 dyn/cm at 20°C	
Viscosity	1.040 mPa.s	at 25°C
	0.949 mPa.s	at 30°C
	0.794 mPa.s	at 40°C
	0.670 mPa.s	at 50°C
	0.570 mPa.s	at 60°C
	0.487 mPa.s	at 70°C
	0.452 mPa.s	at 75°C

นำข้อมูลจากตารางที่ 31 มาพลอตกราฟ ความสัมพันธ์ของ $\ln \eta$ กับ $\frac{1}{T}$



จากกราฟ มีค่าสมการเชิงเส้นเป็น $Y = 1729.1X - 12.666$ และ $R^2 = 0.9998$

เทียบความสัมพันธ์ได้ว่า จาก $\ln \eta = \left(\frac{E_a}{R} \right) \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A$

$$\therefore Y = 1729.1X - 12.666$$

จากการทดลอง ณ อุณหภูมิ 32 °C (305 °K)

แทนค่า อุณหภูมิ 32°C (305 °K) ลงในสมการเพื่อหา $\eta_{reference}$

$$\ln \eta = \left(\frac{E_a}{R} \right) \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A$$

$$\ln \eta = 1729 \left(\frac{1}{305} \right) + (-12.666)$$

$$\ln \eta = -6.9971$$

ดังนั้น $\eta_{reference}$ (เอทานอล 95%) ณ อุณหภูมิ 32 °C (305 °K)

มีค่าความหนืดเป็น $\eta = 0.0009145 \text{ Pa.s} = 0.9145 \text{ mPa.s}$

$$\therefore \eta_{reference} = 0.9145 \text{ mPa.s}$$

ภาคผนวก จ

รูปแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและการทดลอง



ภาพที่ 26 เครื่องสเปกโตรนิค - 20 (Spectronic - 20) Milton Roy Company



ภาพที่ 27 เครื่องวัดพีเอช (pH meter) Beckman



ภาพที่ 28 ก



ภาพที่ 28 ข

ภาพที่ 28 ก-28 ง เครื่องวัดความหนืดแบบออสวอลด์ชนิด 3 ขา (Oswald Viscometer)



ภาพที่ 28 ค



ภาพที่ 28 ง

ภาพแสดงผงแห้งและสารสกัดสีของพืชตัวอย่างแต่ละชนิด



ภาพที่ 29 ผงแห้งและสารสกัดสีของขมิ้นชัน



ภาพที่ 30 ผงแห้งและสารสกัดสีของใบเตย



ภาพที่ 31 ผงแห้งและสารสกัดสีของเมล็ดผักปลัง



ภาพที่ 32 ผงแห้งและสารสกัดสีของเปลือกแก้วมังกรผลสีแดง



ภาพที่ 33 ผงแห้งและสารสกัดสีของเมล็ดคำแสด



ภาพที่ 34 ผงแห้งและสารสกัดสีของพืชตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด

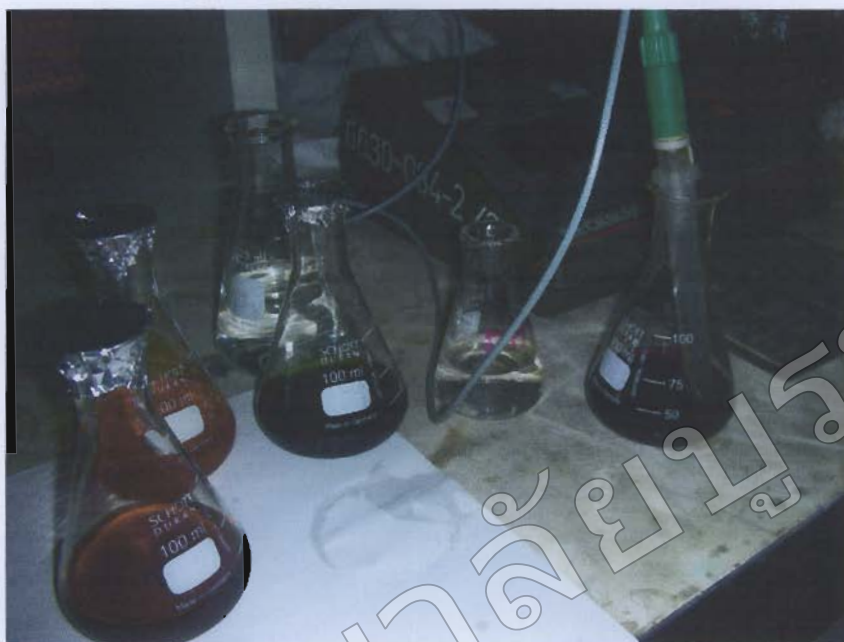
เรียงจากซ้ายไปขวา ได้แก่ ขมิ้นชัน เมล็ดศึกล้าง เปลือกแก้วมังกรผลสีแดง เมล็ดคำแสด และ
ใบเตย ตามลำดับ



ภาพที่ 35 ผงแห้งของพืชตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด
เรียงจากบนซ้าย ตามเข็มนาฬิกา ได้แก่ ใบเตย เมล็ดคำแสด เมล็ดผักปลัง
เปลือกแก้วมังกรผลสีแดงและขมิ้นชัน ตามลำดับ



ภาพที่ 36 สารสกัดสีของพืชตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด
เรียงจากบนซ้ายไปขวา ได้แก่ เมล็ดคำแสด ขมิ้นชัน เมล็ดผักปลัง
เปลือกแก้วมังกรผลสีแดงและใบเตย ตามลำดับ



ภาพที่ 37 การวัดพีเอชของสารสกัดจากพืชตัวอย่างแต่ละชนิด



ภาพที่ 38 การเปลี่ยนสีของสารสกัดขมิ้นชัน โดยสารละลายสีเหลืองเข้มของขมิ้นชัน เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงในช่วง pH 9 – 10



ภาพที่ 39 การเปลี่ยนสีของสารสกัดใบเตย โดยสารละลายสีเขียวเข้มของใบเตย ไม่เปลี่ยนแปลงสีในช่วง pH 1-13



ภาพที่ 40 การเปลี่ยนสีของสารสกัดเมล็ดผักปลัง โดยสารละลายสีชมพูเข้มอมม่วงของเมล็ดผักปลัง เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ ในช่วง pH 10-11



ภาพที่ 41 การเปลี่ยนสีของสารสกัดเปลือกแก้วมังกรผลสีแดงโดยสารละลายสีแดง
อมชมพู ของเปลือกแก้วมังกรผลสีแดง ไม่เปลี่ยนสีในช่วง pH 1 – 13



ภาพที่ 42 การเปลี่ยนสีของสารสกัดเมล็ดคำแสด โดยสารละลายสีส้มเหลืองของ
เมล็ดคำแสด เปลี่ยนสีเป็นสารละลายสีเหลืองอ่อนในช่วง pH 10 – 11



ภาพที่ 43 การเตรียมแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีโดยใช้ขอล็กเป็นตัวดูดซับ



ภาพที่ 44 การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีโดยใช้ขอล็กเป็นตัวดูดซับ



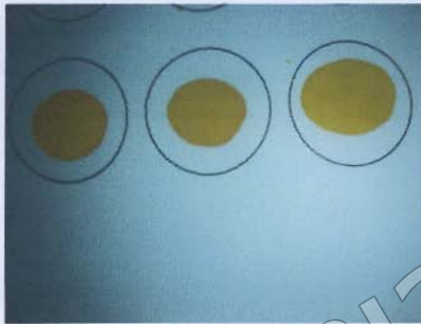
ภาพที่ 45 การแยกแถบสีของรงควัตถุในพืชตัวอย่างด้วยโครมาโทกราฟีโดยใช้ซิลิกา
เป็นตัวดูดซับ

ภาคผนวก จ

การประยุกต์สารสกัดสีจากพืชตัวอย่างในการใช้เป็นปากกาเน้นข้อความ

การประยุกต์สารสกัดสีจากพืชตัวอย่าง ในการใช้เป็นปากกาน้ำเขียนข้อความ / ปากกาเคมี
สีสันทันจากธรรมชาติอย่างง่าย

การกระจายตัวของหยดสีจากสารสกัดสีพืชตัวอย่างแต่ละชนิด



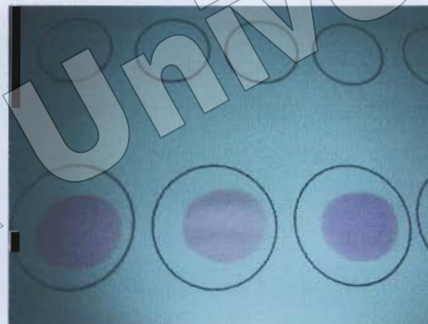
ภาพที่ 46 สารสกัดสีขมิ้นชัน



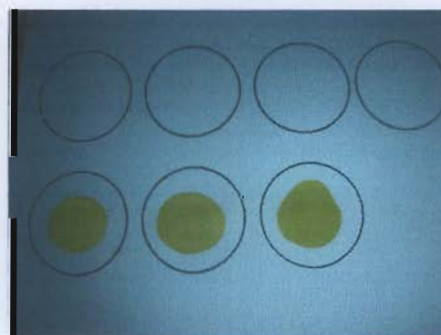
ภาพที่ 47 สารสกัดสีใบเตย



ภาพที่ 48 สารสกัดสีเมล็ดผักปลัง



ภาพที่ 49 สารสกัดสีเปลือกแก้วมังกรผลสีแดง



ภาพที่ 50 สารสกัดสีเมล็ดคำแสด