ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
การใช้งานเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

1. เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี

1.1 พื้นฐานของแก๊สโครมาโตกราฟี

แก๊สโครมาโตกราฟี เป็นการแยกสารอีกวิธีหนึ่งโดยให้สารที่ต้องการแยกกระจายไประหว่างสอง phase คือ mobile phase ซึ่งเป็นแก๊ส และ stationary phase ที่เป็นของเหลวหรือของแข็งในกรณีที่ stationary phase เป็นของแข็งก็อาจเรียกว่า gas-solid chromatography (GSC) แต่ถ้า stationary phase เป็นของเหลวจะเรียก gas-liquid chromatography (GLC)

1.2 การแยกสาร

สารนั้นต้องสามารถระเหยได้ ถ้าเป็น GSC คุณสมบัติในการแยกจะขึ้นอยู่กับ adsorptivity และสารที่ใช้เป็น stationary phase มีเช่น silicagal, charcoal เป็นต้น แต่ถ้าเป็น GLC คุณสมบัติในการแยกมักจะขึ้นกับ partition ระหว่าง แก๊สและของเหลวที่เคลือบ เช่น carbowax, silicone เป็นต้น

1.3 ชนิดของเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase)

แก๊สตัวพาหรือเฟสเคลื่อนที่ที่ต่างกันจะให้ค่าความสูงของ peak ต่างกัน แก๊สที่สามารถแพร่กระจายได้สูงหรือมีความหนืดต่ำจะสามารถพาสารตัวอย่างเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว การแพร่กระจายของโซนเกิดจากความไม่สมดุลเฉพาะจุดที่ต่ำ โดยทั่วไปนิยมใช้แก๊สไนโตรเจน และฮีเลียมเป็นแก๊สพาโดยที่อัตราการไหลต่ำ แก๊สไนโตรเจนจะมีความหนืดสูงกว่าฮีเลียมจึงให้ peak ที่มีความสูงน้อยกว่า แต่อัตราการไหลสูงแก๊สฮีเลียมจะให้ peak ช้า และความสูงของ peak ต่ำกว่าไนโตรเจน

1.4 เฟสนิ่ง (stationary phase)

ปริมาณเฟสนิ่งสูงขึ้นการถ่ายเทมวลระหว่างเฟสนิ่งกับเฟสเคลื่อนที่จะช้า เวลาที่จะถึงจุดสมดุลก็จะยาวขึ้น ประสิทธิภาพของคอลัมน์จะลดลง โดยทั่วไปถ้าอัตราการแพร่กระจายโซนของคอลัมน์ที่มีเฟสนิ่งสูงจะมากกว่าคอลัมน์ที่มีเฟสนิ่งต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.5 คอลัมน์

การเลือกใช้คอลัมน์นั้นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะสารตัวอย่างด้วย คอลัมน์ที่ทำด้วยแก้วนั้นเหมาะสำหรับวิเคราะห์งานเกือบทุกชนิด ยกเว้นสารที่สามารถกัดกร่อน เช่นพวก halogens และในการหาปริมาณน้อยมากๆ ของพวกสารประกอบซัลเฟอร์ คอลัมน์ที่ทำจากเหล็กสเตนเลสสามารถจะใช้ในการวิเคราะห์พวก ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) และสารที่ polar เช่น ester ส่วนคอลัมน์ที่ทำจากทองแดง และอะลูมิเนียมนั้นอาจไม่ให้ผลดีสำหรับการแยกสารพวก amines, acetylene, terpene และ steroid เพราะออกไซด์ของโลหะเหล่านี้จะเป็นตัวดูดซับ (adsorbents) ทำให้เกิด adsorbtion จึงจะทำให้เกิด talling peak ได้และอาจจะทำปฏิกิริยาเคมีกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ได้

1.6 อุณหภูมิของคอลัมน์

อุณหภูมิของ stationary phase หรือของคอลัมน์นั้นจะมีผลต่อการแยกสาร ถ้าอุณหภูมิของคอลัมน์สูงจะใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อยการแยกสารจะได้ peak ที่ดี ถ้าอุณหภูมิของคอลัมน์ต่ำจะใช้เวลาในการวิเคราะห์นานการแยกสารได้ peak ที่กว้าง

1.7 ข้อควรคำนึงในการใช้คอลัมน์ในแก๊สโครมาโตกราฟี

- Carrier gas ที่ใช้เป็น mobile phase ต้องเลือกแก๊สที่มีความบริสุทธิ์สูงสุดไม่มี impurity ปนอยู่ เลือกชนิดของแก๊สให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์และชนิดของเครื่องตรวจวัด โดยทั่วไปนิยมใช้ก๊าซไนโตรเจนและฮีเลียม ถ้าเป็นไนโตรเจนต้องมีความบริสุทธิ์ถึง 99.99 % และปราศจากแก๊สออกซิเจนด้วย เนื่องจากออกซิเจนจะก่อให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ขึ้นได้ และเพื่อป้องกันความชื้นควรที่จะต่อสารดูดความชื้น (Molecular sieve) เข้ากับ Carrier gas ก่อนที่จะเข้าเครื่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- อุณหภูมิที่ใช้ในการที่จะวิเคราะห์ ควรคำนึงถึงอุณหภูมิสูงสุดที่คอลัมน์จะใช้ได้ เนื่องจาก stationary phase ชนิดต่างๆกัน จะมีความสามารถในการทนอุณหภูมิได้ต่างกัน อุณหภูมิในการวิเคราะห์ไม่ควรจะใช้ถึงอุณหภูมิสูงสุดของคอลัมน์ชนิดนั้นเพราะ stationary phase อาจจะสลายตัว และจะทำให้อายุการใช้งานของคอลัมน์ลดลงด้วย

ภาคผนวก ข
การคำนวณและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณหาปริมาณเอธานอล

(ใช้ตัวอย่างชานอ้อยในวันที่ 1) ซึ่งอ่านความเข้มข้นของเอธานอล (%) ที่ได้จากเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) ความเข้มข้นของเอธานอล (%) ที่วัดได้คือ 0.430%

สารละลายตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร มีเอทานอล 0.430 มิลลิลิตร

ถ้าสารละลายตัวอย่าง 300 มิลลิลิตร มีเอทานอล $\frac{0.430 \times 300}{100}$ = 1.29 มิลลิลิตร

จาก d = m/v ดังนั้น m = dv

โดย d = density = 0.7934 กรัม/มิลลิลิตร

m = mass (กรัม)

v = volume (มิลลิลิตร)

สารละลายตัวอย่างเริ่มต้น 20 กรัม มีปริมาตรสุดท้าย 300 มิลลิลิตร แทนค่า

m = dv

= 1.29 มิลลิลิตร X 0.7937 กรัม/มิลลิลิตร

= 1.024 กรัม

ตัวอย่างชานอ้อย 20 กรัม ให้เอทานอล 1.024 กรัม

ถ้าตัวอย่างชานอ้อย 1000 กรัม จะให้เอทานอล $\frac{1.024 \times 1000}{20}$ = 51.2 กรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หาปริมาณเอทานอล (กรัม/ลิตร)

จากสารละลายตัวอย่าง 300 มิลลิลิตร จะให้เอทานอล 0.9043 กรัม

ถ้าสารละลายตัวอย่าง 1000 มิลลิลิตร จะให้เอทานอล $\frac{0.9043 \times 1000}{300}$ = 3.413 กรัม/ลิตร

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติตามแผนการทดลอง RCBD ดังนี้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Statistical Analysis)

1. การหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

$$\overline{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

$\sum fx$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{(X_i - \overline{X})^2}{N-1}}$$

เมื่อ S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i = ค่าของข้อมูลในแต่ละตัว

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

N = จำนวนของข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. การทดสอบค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 กลุ่มแบบพาราเมตริก กรณี 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (T – test)

เป็นการทดสอบกรณีข้อมูลที่ทดสอบมีคุณสมบัติ ที่สามารถใช้วิธีการทดสอบแบบพาราเมตริกได้ กล่าวคือข้อมูลหรือตัวแปร ที่ต้องการทดสอบจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ หรือใกล้เคียงปกติ และมีการวัดถึงระดับช่วงหรืออัตราส่วน ถ้าผู้ทดสอบไม่แน่ใจเรื่องการแจกแจงอาจจะต้องทำการทดสอบก่อน ส่วนข้อมูลที่ใช้เป็นตัวแบ่งกลุ่มอาจจะมีการวัดระดับใดก็ได้ ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบนั้นมี 2 ตัว คือ ตัวสถิติ Z และ t ซึ่งจะมีการเลือกใช้ที่แตกต่างกันดังนี้

1. กรณีทราบการกระจายของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม (ทราบ σ_1, σ_2)

ใช้ตัวสถิติ Z ซึ่งมีสูตรสำหรับการคำนวณดังนี้

$$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ

$\overline{X}_1$ และ $\overline{X}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

μ_1 และ μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

σ_1 และ σ_2 คือ ค่าความแปรปรวนที่ได้จากประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1 และ n_2 คือ จำนวนข้อมูลตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. สถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณเอธานอลที่ได้จากการหมักชานอ้อยและผักตบชวาในแต่ละวัน คือการหาค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (F-test แบบ one-way analysis of Variance) มีวิธีการหาดังแสดงในตาราง ค – 1

ตารางที่ ข- 1 แสดงการหาค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว

Source of variation	Df	Sum of square (SS)	Mean square (MS)	F
Between group	k - 1	$SS_B = \sum_{j=1}^{k}\left(\frac{T^2}{n_j}\right) - \frac{\left(\sum_{j=1}^{k} T_j\right)^2}{N}$	$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$	$F = \frac{MS_B}{MS_W}$
Within group	N - k	$SS_w = SS_T - SS_B$	$MS_B = \frac{SS_w}{N-k}$	
Total	N - 1	$SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^{k} T_j\right)^2}{N}$		

F แทนค่าที่พิจารณา F = distribution

T_j = ผลรวมที่ได้จากการทดลองแต่ละกลุ่ม

$\sum_{j=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_j} X_{ij}^2$ = ผลรวมของค่าที่ได้จากการทดลองแต่ละตัวยกกำลังสองทุกๆตัวในทุกกลุ่มตัวอย่าง

n_j = จำนวนครั้งในการทดลองของแต่ละกลุ่ม

k = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

T^2 = ผลรวมของค่าที่ได้จากการทดลองยกกำลังสอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลังจากวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธีของนิวแมน - คิลส์ (Newman keuls Test Method) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541 : 251-252)

วิธีของนิวแมน – คิลส์ ใช้ทดลองว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังนั้นจึงต้องหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างก่อนแล้วดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

1. สมมติว่ามีกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ยดังนี้

$\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4$

2. สมมติให้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 3 $(\bar{X}_3)$ น้อยที่สุดและ $\bar{X}_4, \bar{X}_1, \bar{X}_2$ มากขึ้นตามลำดับ

3. เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังนี้

$$\bar{X}_3, \bar{X}_4, \bar{X}_1, \bar{X}_2$$

ขั้นตอนที่ 2 หาผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่จนครบจนหมดทุกคู่จำนวนที่นำมาหาค่าผลต่างได้จาก

สูตร $n_{C2} = \frac{n(n-1)}{2}$ คู่ เช่น มีค่าเฉลี่ย 4 ค่า ($n = 4$) จะต้องนำค่าเฉลี่ยแต่ละคู่มาเปรียบเทียบกัน

$\frac{4(4-1)}{2} = 6$ คู่ โดยเอาค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมภ์ด้วยค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแล้วบรรจุในตาราง แสดงในตารางที่ ง – 2

ตารางที่ ง– 2 การบรรจุค่าเฉลี่ยลงในคอลัมน์แต่ละแถว

ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$
$\bar{X}_3$	-	$\bar{X}_4 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$
$\bar{X}_4$		-	$\bar{X}_1 - \bar{X}_4$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_4$
$\bar{X}_1$			-	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$
$\bar{X}_2$				-

ขั้นตอนที่ 3 เปิดตาราง Distribution of the Studentized Range Statistic เพื่อหาค่า q ในตารางนี้มีความหมายอยู่สองทาง นับจากค่าเฉลี่ยตัวหนึ่งถึงค่าเฉลี่ยอีกตัวหนึ่ง ที่มาเปรียบเทียบกัน อีกทางหนึ่ง ตามแนวตั้งเป็นค่าของ df ซึ่งหาได้จากสูตร $df = N - k$ เมื่อ N แทนจำนวนครั้งทั้งหมดและ k แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน q ที่เปิดจากตารางเท่ากับจำนวนค่า r

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหา $q\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$ นั่นคือเอาค่า q ที่ได้จากตารางคูณด้วย $\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$

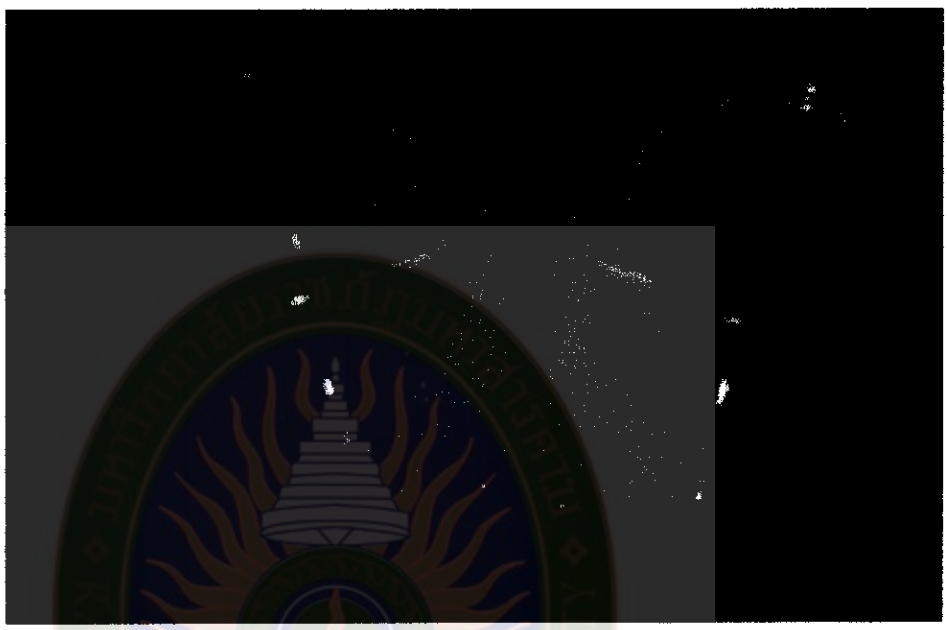
ขั้นตอนที่ 5 นำค่าที่คำนวณไว้ในขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบกับค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 2 โดยใช้ค่า r เป็นหลักถ้าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคู่ใดมีค่ามากกว่า $q\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$ แสดงว่า ค่าเฉลี่ยคู่นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ แต่ถ้าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคู่น้อยกว่า $q\sqrt{\frac{MS_w}{n}}$ แสดงว่า ค่าเฉลี่ยคู่นั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอผลการทดลองในรูปตารางแล้วแปรผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ภาพแสดงการทดลอง

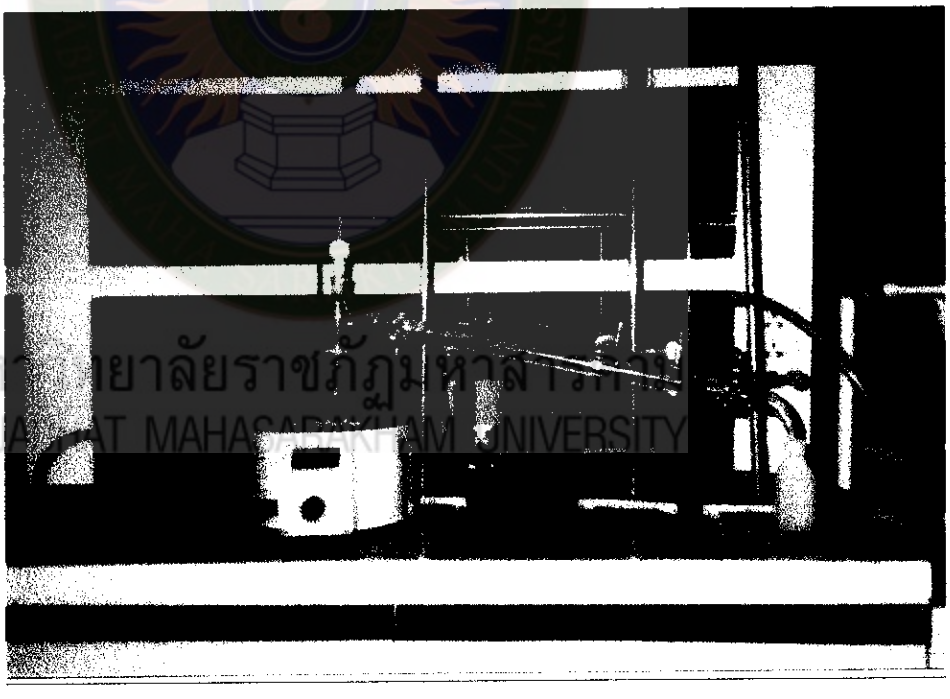


ภาพที่ ค – 1 แสดงการย่อยตัวอย่างชานอ้อยและผักตบชวา

ภาพที่ ค – 2 แสดงการกรองตัวอย่างชานอ้อยและผักตบชวาที่ย่อยแล้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ค – 3 แสดงการหมักตัวอย่างชานอ้อยและผักตบชวา

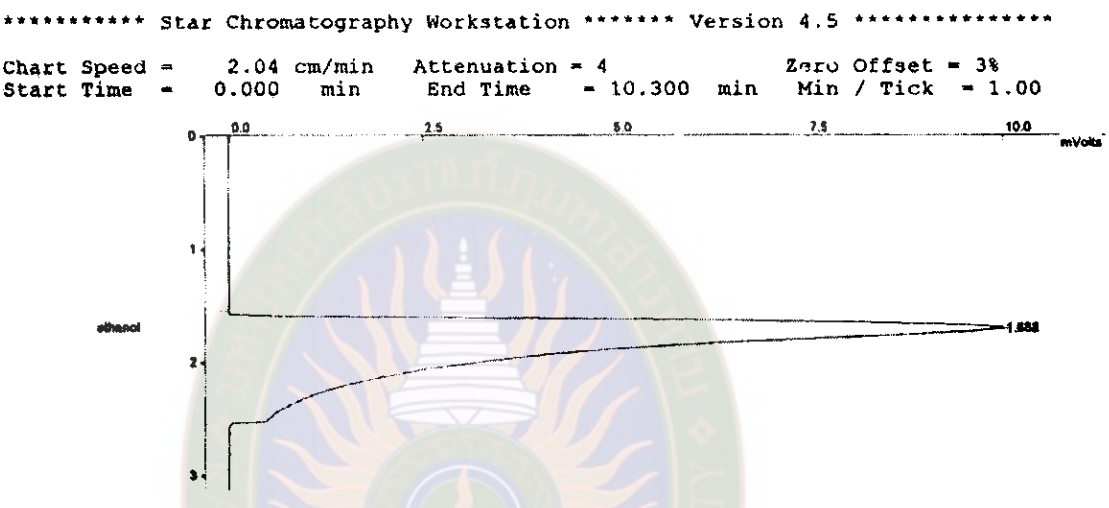


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

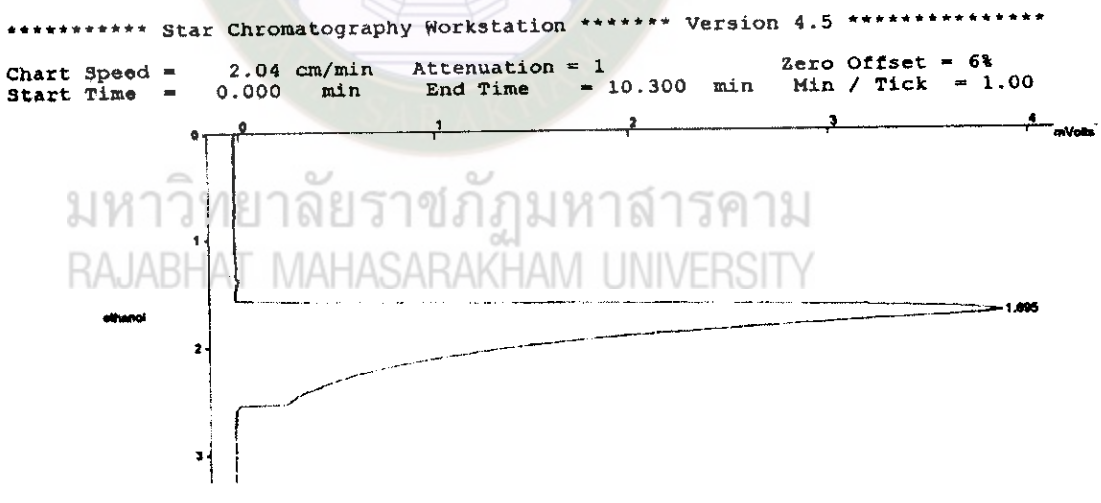
ภาพที่ ค – 4 แสดงการกลั่นน้ำหมักที่ได้จากชานอ้อยและผักตบชวา

ภาคผนวก ง

ภาพแสดงลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จาก Standard ethanol และที่ได้จากชานอ้อยหมักกับผักตบชวาหมัก

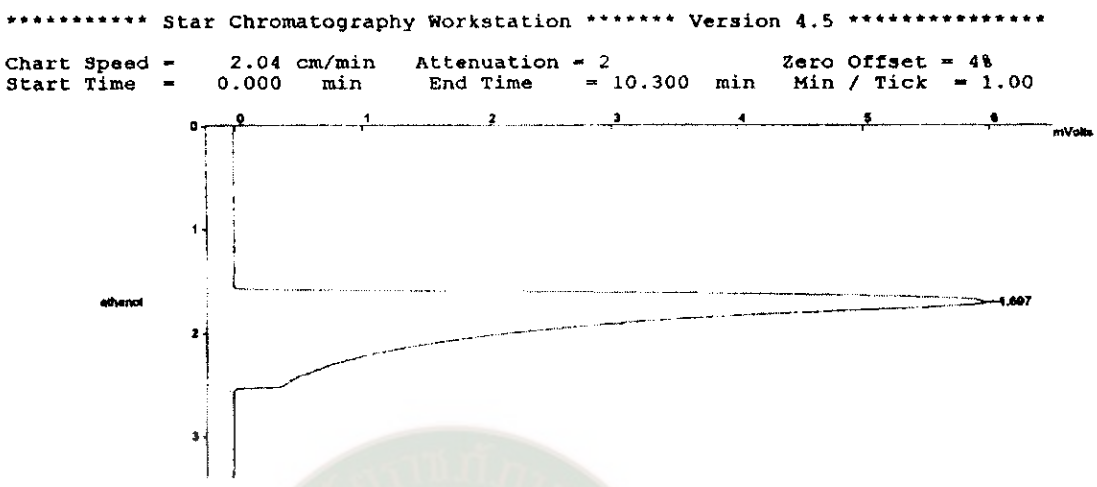


ภาพที่ ง – 1 ลักษณะของพีค standard ethanol ที่ความเข้มข้น 0.2 % พื้นที่ใต้กราฟ 3055

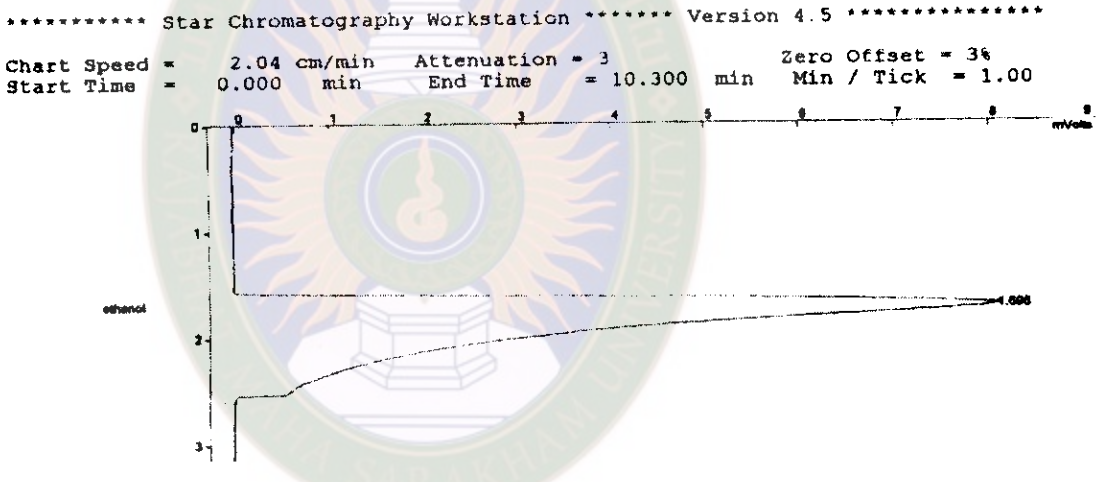


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 2 ลักษณะของพีค standard ethanol ที่ความเข้มข้น0.4 % พื้นที่ใต้กราฟ 8818

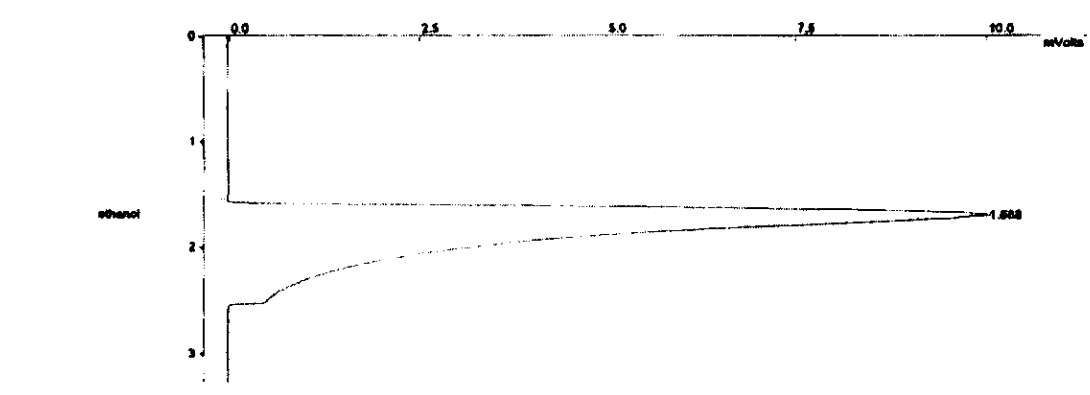


ภาพที่ ง – 3 ลักษณะของพีค standard ethanol ที่ความเข้มข้น 0.6 % พื้นที่ใต้กราฟ 13531

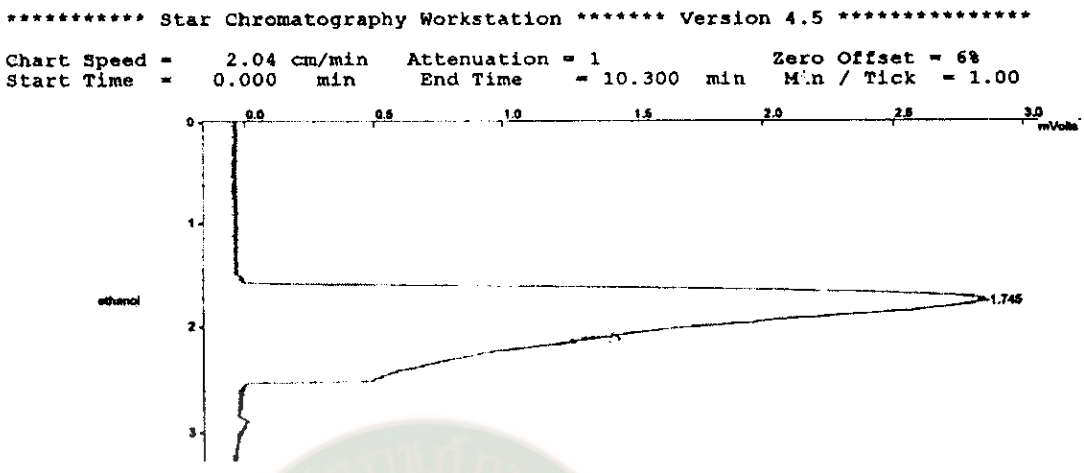


ภาพที่ ง – 4 ลักษณะของพีค standard ethanol ที่ความเข้มข้น 0.8 % พื้นที่ใต้กราฟ 18067

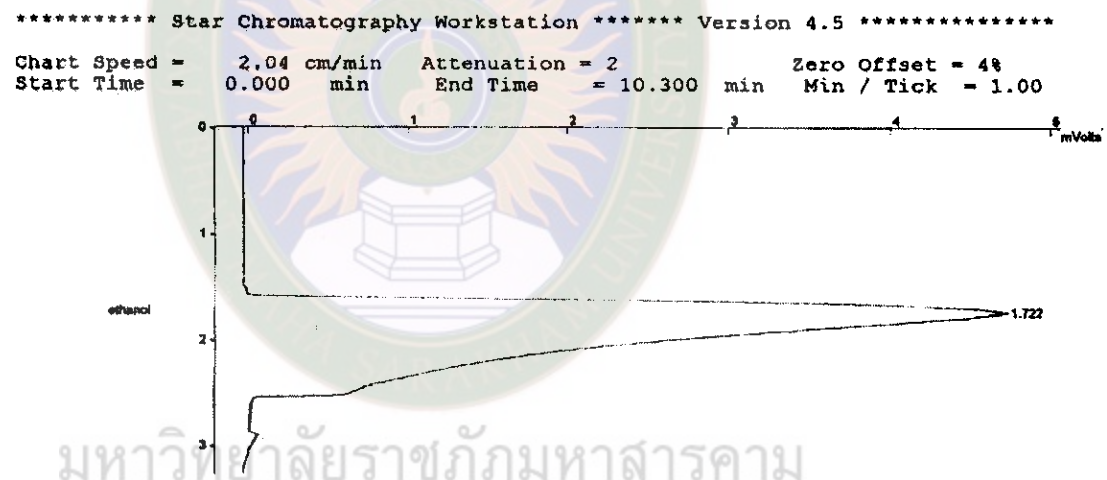
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ ง – 5 ลักษณะของพีค standard ethanol ที่ความเข้มข้น1.0 % พื้นที่ใต้กราฟ 20304

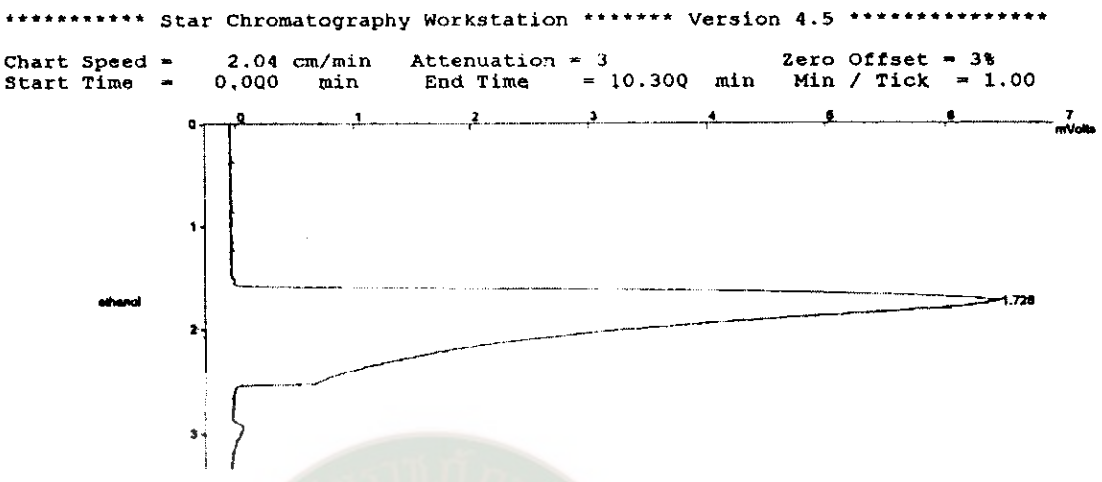


ภาพที่ ง – 6 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 1 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอลโดย 0.315% พื้นที่ใต้กราฟ 6738



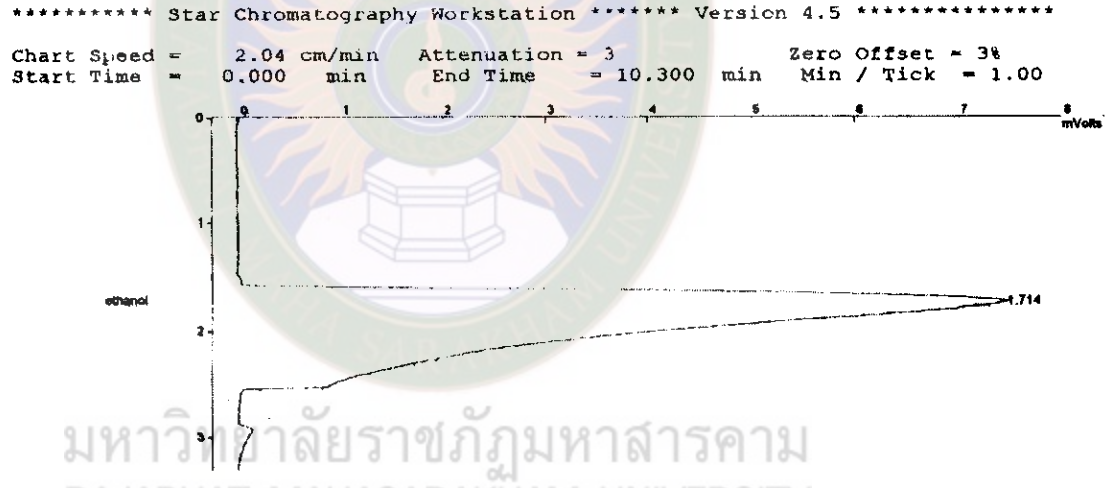
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 7 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 2 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.623% พื้นที่ใต้กราฟ 13222



ภาพที่ ง – 8 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 3 วัน

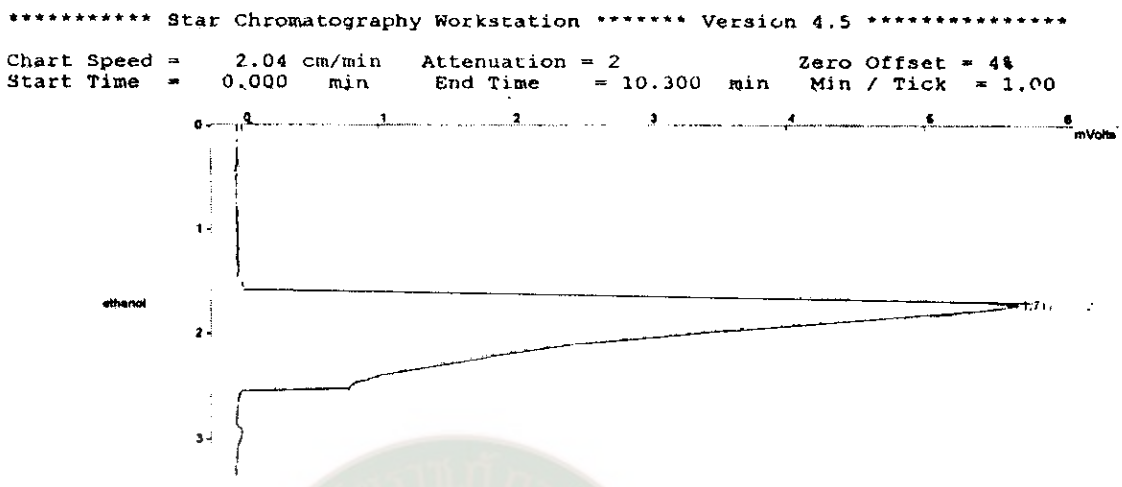
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.492% พื้นที่ใต้กราฟ 10510



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

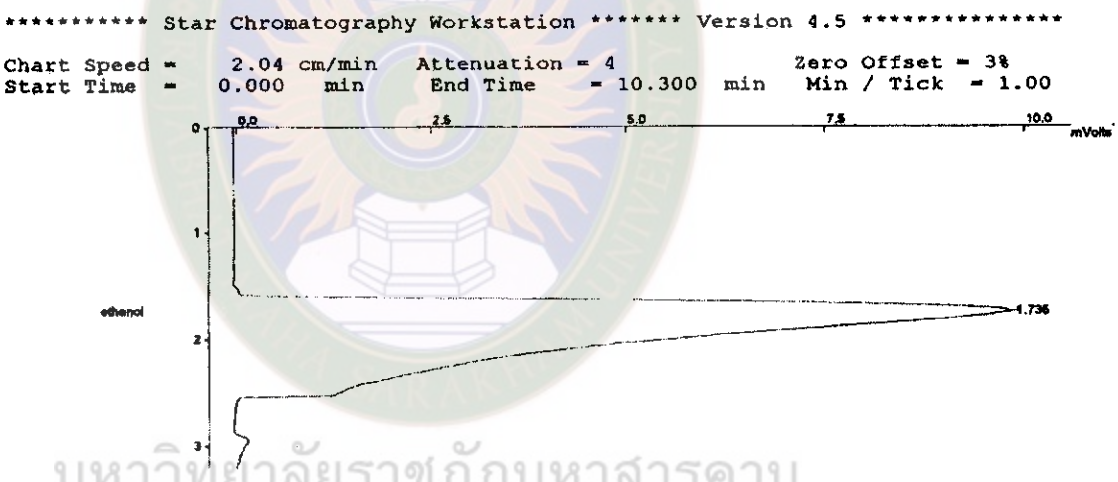
ภาพที่ ง – 9 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 4 วัน

ความเข้มข้นของเอธานอล 0.977% พื้นที่ใต้กราฟ 20884



ภาพที่ ง – 10 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 5 วัน

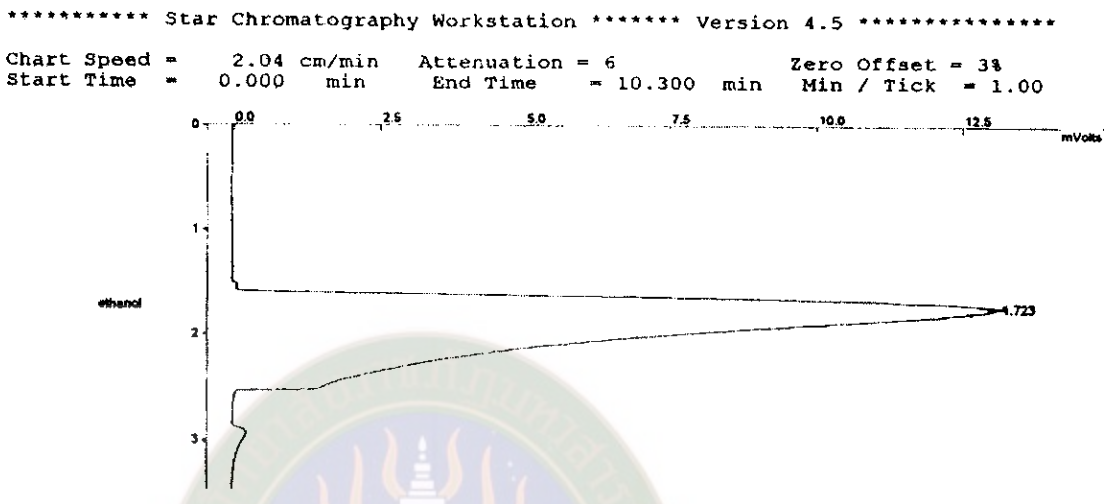
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.343% พื้นที่ใต้กราฟ 7341



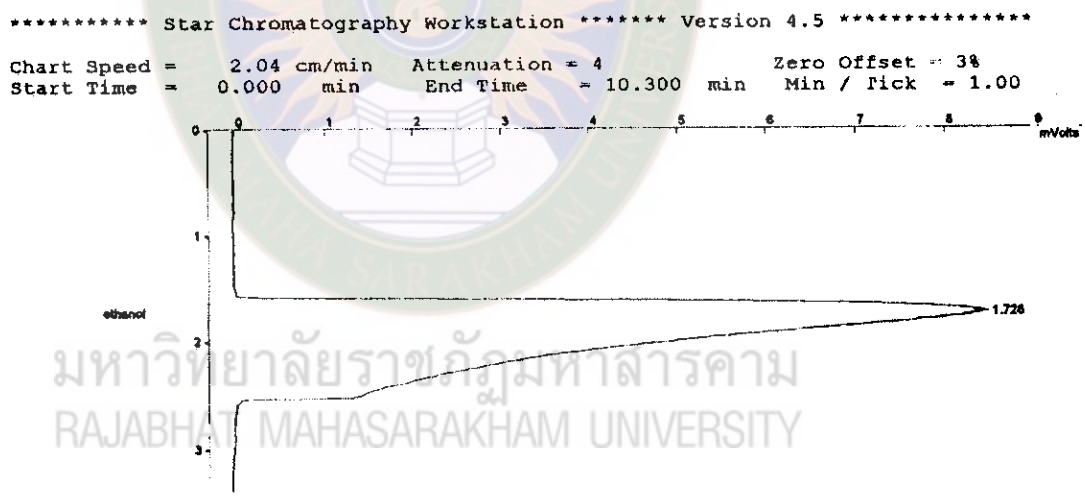
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 11 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 6 วัน

ความเข้มข้นของเอธานอล 0.248% พื้นที่ใต้กราฟ 5312

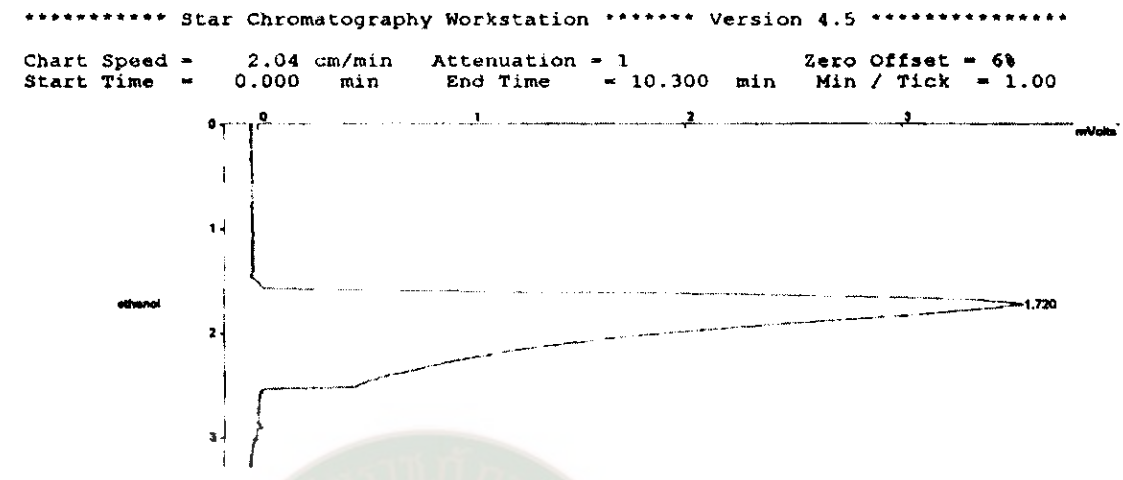


ภาพที่ ง – 12 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากชานอ้อยหมัก 7 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.273% พื้นที่ใต้กราฟ 5842

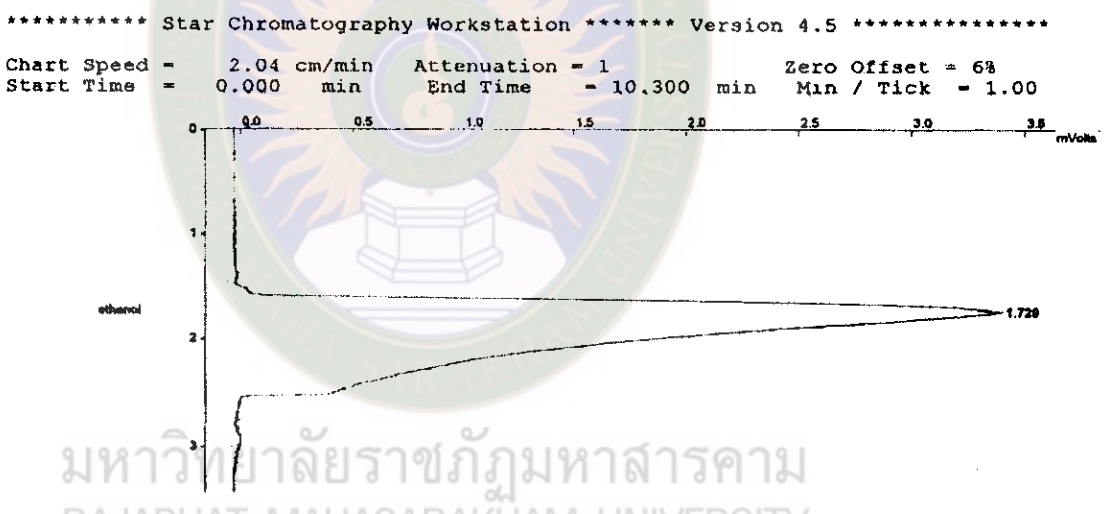


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 13 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 1 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.128% พื้นที่ใต้กราฟ 2742

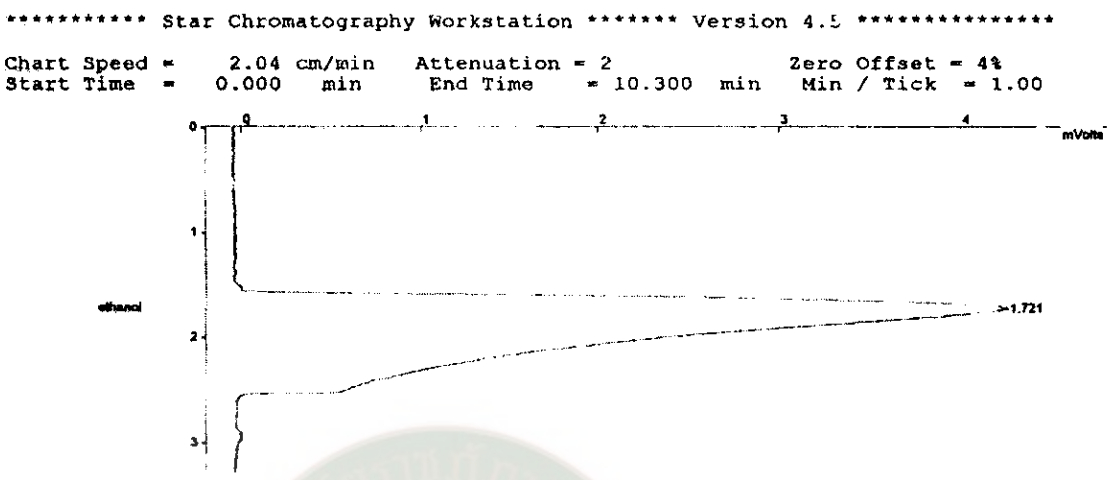


ภาพที่ ง – 14 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 2 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.235 % พื้นที่ใต้กราฟ 5025

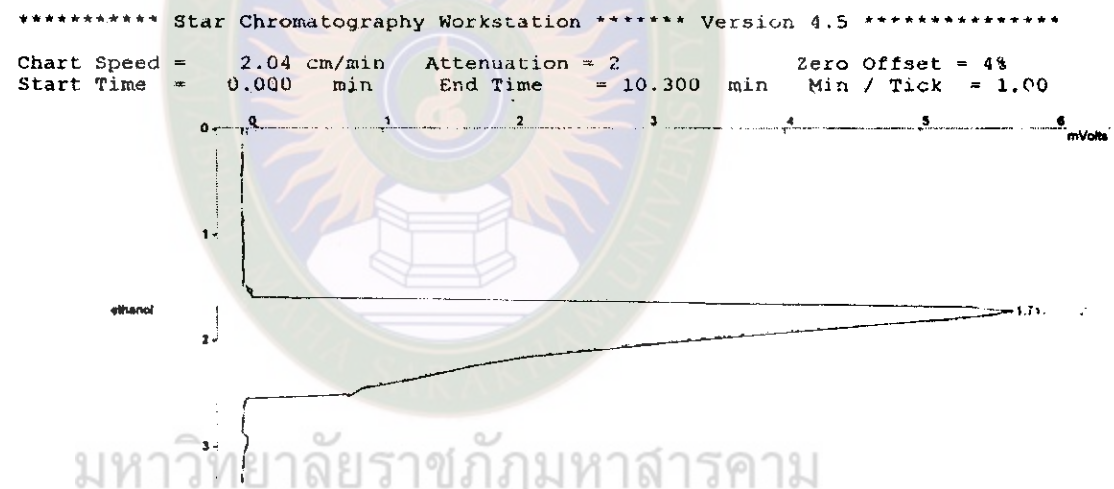


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 15 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 3 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.436 % พื้นที่ใต้กราฟ 9317

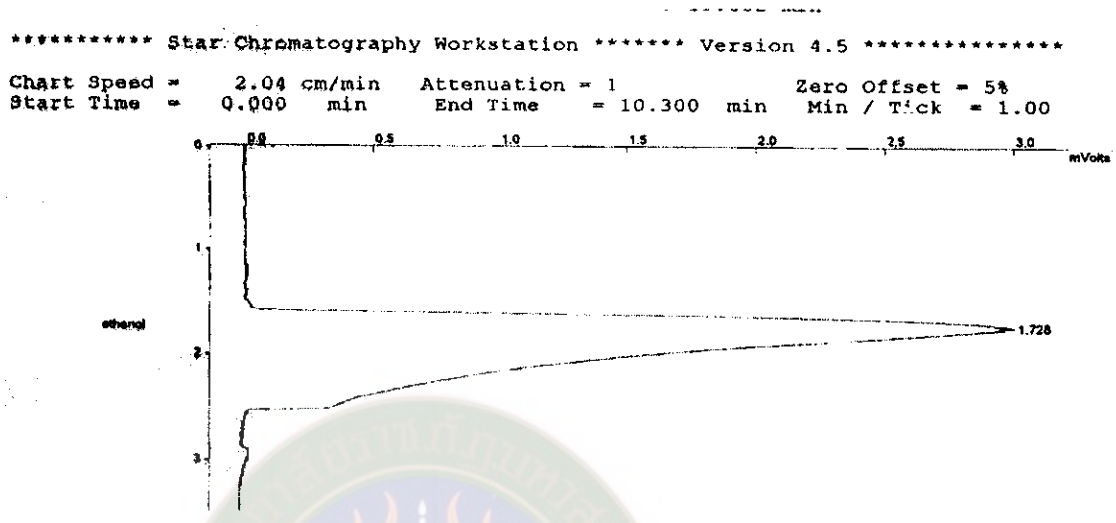


ภาพที่ ง – 16 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 4 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.3922 % พื้นที่ใต้กราฟ 8382

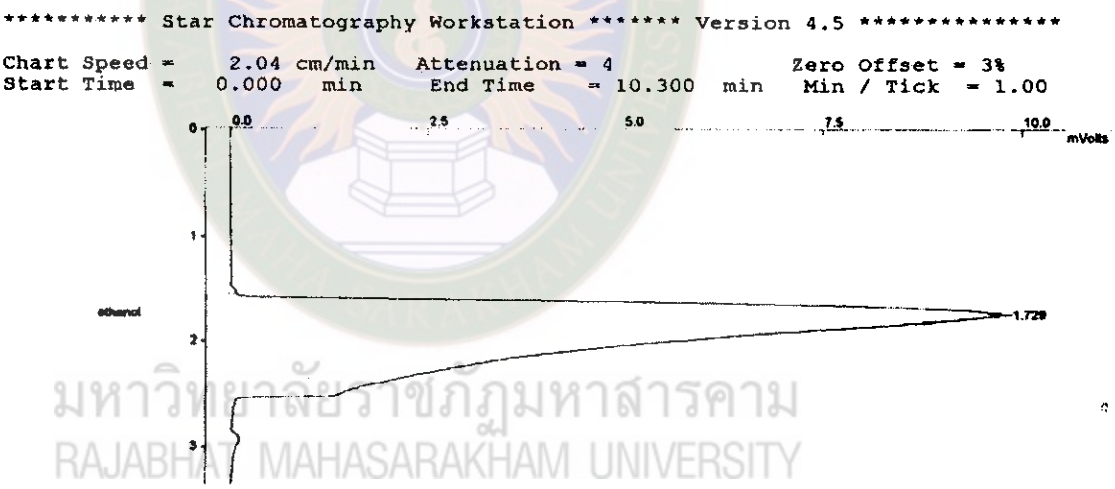


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 17 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 5 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.2494 % พื้นที่ใต้กราฟ 5329



ภาพที่ ง – 18 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 6 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.2112 % พื้นที่ใต้กราฟ 4514



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ง – 19 ลักษณะพีคเอธานอลที่ได้จากผักตบชวาหมัก 7 วัน
ความเข้มข้นของเอธานอล 0.1137 % พื้นที่ใต้กราฟ 2430

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงปริมาณเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส

ตารางที่ จ – 1 ตารางแสดงปริมาณเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส

ชนิดพืช	ปริมาณเซลลูโลส (%)	ปริมาณเฮมิเซลลูโลส (%)
ฝ้ายและสำลี	98	น้อยมาก
แก่นไม้	40-50	24
ฟางข้าว	28-41	20-40
ซังข้าวโพด	38	32
ชานอ้อย	34.08	20.31
ผักตบชวา	35.9	14.1
หญ้าแฝก	24-30	18-25
หญ้าชนิดต่างๆ	15-35	14-25

ที่มา : http://www.ctic.purdue.edu/core4/ctic-dc.ppt

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY