

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ ตุ่นสิงห์คำ & สกฤษชัย สุกอ่วม. (2541). การตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของไวน์.
กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ชนิดา แสงสุรีย์, ประเสริฐ หิรัญณรงค์ชัย, นันทนา กลิ่นสุนทร & จิราภา เสงูจินตนิ. (2547).
คุณภาพสุราแช่ในเขตสาธารณสุขที่ 4 สมุทรสงคราม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงาน
พระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- นัยทัศน์ ภู่อรัมย์. (2542). ไวน์. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. เชียงใหม่:
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปรุ้งจันทร์ ทินกร ณ อยุธยา. (2535). สุราและแอลกอฮอล์. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษสารพิษ ตอนที่
1 และตอนที่ 2. (หน้า 45-46). กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวง
สาธารณสุข.
- ไพรวัดย์ อินทร์อุดม, ชีรวัฒน์ สุภาวัฒน์พันธ์, ถัดดาวลัย โรจนพรรณทิพย์ & มยุรี อูรารุ่งโรจน์.
(2546). สารปนเปื้อนในสุราแช่ในเขตสาธารณสุข 6. ขอนแก่น: ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์
ขอนแก่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.
- สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2552). กระบวนการสกัดพืชเพื่อใช้ใน
อุตสาหกรรมอาหาร. วารสาร วทท., 40(4), 32-35.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2545). มาตรฐานยกระดับคุณภาพสุราแช่ (ไวน์) ไทย.
สมอ.สาร., 28(327), 3-7.
- วิรัช ว่องพัฒนากุล. (2542). แก๊สโครมาโทกราฟี. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาเคมี. ขอนแก่น:
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิไล เส, ชุติมา ภู่อรัมย์, ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง & ถักขณา ลือประเสริฐ. (2551). การศึกษาวิธีที่
เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตตกค้างในผลไม้โดยวิธี
HPLC-PDA. วารสารวิจัย มข., 13(1), 126-136.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. (2547). คุณภาพสุราแช่ที่ผลิตและจำหน่ายในเขตภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. นครราชสีมา: ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

- ศักดิ์สิทธิ์ จันทน์ไทย, ตำรวจ นางทะราช, สามารถ มูลอามาตย์, เกษม นันทชัย & ไพบุลย์ คำนวฤทธิ์.
(2542). การหาปริมาณอัลกอฮอล์และสารระเหยง่ายอื่นในไวน์มะม่วงและไวน์องุ่น โดยวิธี
แก๊สโครมาโทกราฟี. *วารสารวิจัย มข.*, 27(2), 137-142.
- สุภาณี พิมพ์สมาน. (2540). สารฆ่าแมลงอนินทรีย์. *สารฆ่าแมลง*. (หน้า 47-65). ขอนแก่น: คลัง
นันทกรรมวิทยา.
- สมบัติ กรินทรทนต์. (2529). อุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จากธัญพืช. เอกสารการสัมมนา
วิชาการภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุสนา ประจง. (2544). เอธิลคาร์บาเมตในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์. *ข่าวสารด้านยาและผลิตภัณฑ์
สุขภาพ*. (หน้า 9-10). กรุงเทพฯ: กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.
- AOAC. (1997). Ethyl carbamate in alcoholic beverage and soy sauce. *Journal of AOAC
International*, 77, 1530-1531.
- Aylott, R.I., Cochrane, G.C., Leonard, M.J., Macdonald, L.S., Mackenzie, W.M., Mcneish, A.S. &
Walker, D.A. (1989). Ethyl carbamate formation in grain based spirits part I: Post-
distillation ethyl carbamate formation in maturing grain whisky. *Journal of Institute of
Brewing and Distilling*, 96, 213-221.
- Battaglia, R., Conacher, H.B. & Page, B.D. (1990). Ethyl carbamate (urethane) in alcoholic
beverage and foods. *Food Additive Contaminate*, 7(4), 477-496.
- Beland, F.A., Benson, R.W., Mellick, P.W., Kovatch, R.M., Robert, D.W., Fang, J.L. & Doerge,
D.R. (2005). Effect of ethanol on the tumorigenicity of urethane (ethyl carbamate) in
B6C3F1 mice. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 1-19.
- Casas, B.J., Havery, D.C., Robinson, L.R., Sullivan, M.P., Joe, F.L. Jr & Diachenko, G.W.
(1989). Ethyl carbamate levels in selected fermented foods and beverages. *Journal-
Association official Analytical Chemists*, 72, 873-876.
- Canas, B.J., Havery, D.C. & Joe, F.L. Jr. (1998). Rapid gas chromatographic method for
determining ethyl carbamate in alcoholic beverages with thermal energy analyzer
detection. *Journal of Associate of Analytical Chemistry*, 71(3), 509-511.

- Conacher, H.B., Page, B.D., Lau, B.P., Lawrence, J.F., Bailey, R., Calway, P., Hanchay, J.P. & Mori, B. (1987). Capillary column gas chromatographic determination of ethyl carbamate in alcoholic beverage with confirmation by gas chromatography/mass spectrometry. **Journal of Associate of Analytical Chemistry**, 70(4), 749-751.
- Dahabieh, M.S., Husnik, J.I. & Vuuren, H.J.J. (2010). Functional enhancement of sake yeast strains to minimize the production of ethyl carbamate in sake wine. **Journal of Applied Microbiology**, 109, 963-973.
- de Melo Abreu, S., Alves, A., Oliveira, B. & Herbert, P. (2005). Determination of ethyl carbamate in alcoholic beverages: an interlaboratory study to compare HPLC-FLD with GC-MS methods. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 382(2), 498-503.
- Dennis, M.J., Howarth, N., Key, P.E. & Mases, R.C. (1989). Investigation of ethylcarbamate levels in some fermented foods and alcoholic beverages. **Food Additives and Contaminants**, 6, 383-389.
- Funch, F. & Lisbjerg, S. (1988). Analysis of ethyl carbamate in alcoholic beverages. **Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie**, 186, 29-32.
- Herbert, P., Santos, L., Bastos, M., Barros, M. & Alves, A. (2002). New HPLC method to determine ethyl carbamate in alcoholic beverages using fluorescence detection. **Journal of Food Science**, 67, 1616-1625.
- Hubner, P., Groux, P.M., Weibel, B., Sengstag, C., Horlbeck, J., Leong-Morgenthaler, P.M. & Luthy, J. (1997). Genotoxicity of ethyl carbamate (urethane) in *Salmonella* yeast and human lymphoblastoid cells. **Mutation Research**, 390, 11-19.
- Ingledeu, W.M., Magnus, C.A. & Patterson, J.R. (1987). Yeast foods and ethyl carbamate formation in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, 38, 332-335.
- Kim, Y-K.L., Koh, E., Chung, H-J. & Kown, H. (2000). Determination of ethyl carbamate in some fermented Korean foods and beverages. **Food Additives and Contaminants**, 7, 469-475.
- Lachenmeier, D.W., Schehl, B., Kuballa, T., Frank, W. & Senn, T. (2005). Retrospective trends and current status of ethyl carbamate in German stone-fruit spirits. **Food Additive Contamination**, 22(5), 397-405.

- Lachenmeier, D.W. (2005). Rapid screening for ethyl carbamate in stone-fruit spirits using FTIR spectroscopy and chemometrics. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 382(6), 1407-1412.
- Lachenmeier, D.W., Nerlich, U. & Kuballa, T. (2006). Automated determination of ethyl carbamate in stone-fruit spirits using headspace solid phase microextraction and gas chromatography- tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, 1108(1), 116-120.
- Leithauser, M.T., Liem, A., Stewart, B.C., Miller, E.C. & Miller, J.A. (1990). 1,N6 ethanoadenosine formation, mutagenicity and murine tumor induction as indicators of the generation of and electrophilic epoxide metabolite of the closely related carcinogens ethyl carbamate (urethane) and vinyl carbamate. **Carcinogenesis**, 11, 463-473.
- Mirzoian, A. & Mabud, A. (2006). Comparison of methods for extraction of ethyl carbamate from alcohol beverages in gas chromatography/mass spectrometry analysis. **Journal of AOAC Intstitute**, 89(4), 1048-1051.
- Ough, C.S. (1976a). Ethyl carbamate in fermented beverages and foods. I. Naturally occurring ethylcarbamate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 24, 323-328.
- Ough, C.S. (1976b). Ethyl carbamate in fermented beverages and foods. II. Possible formation of ethylcarbamate from diethyl dicarbonate addition to wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 24, 328-331.
- Pierce, W.M. Jr., Clark, A.O. & Hurst, H.E. (1988). Determination of ethyl carbamate in distilled alcohol beverages by gas chromatography with flame ionization or mass spectrometric detection. **Journal-Association official Analytical Chemists**, 71(4), 781-784.
- Rial-Otero, R. (2007). Chromatographic - Based Methods for Pesticide Determination in honey. **Talanta**, 71(2), 503-514.
- Schatter, J. & Lutz, W.K. (1990). The carcinogenic potential of ethyl carbamate (urethane): risk assessment at human dietary exposure levels. **Food and Chemical Toxicology**, 28, 205-211.
- Schomburg, G. (1990). Gas Chromatography : A Practical Course. **Weinheim: VCH**, p 504 .
- Sen, N.P., Seaman, S.W. & Weber, D. (1992). A method for determination of methyl carbamate and ethyl carbamate in wine. **Food Additive Contamination**, 9(2), 149-160.

- Smith, R. M. (1998). **Gas and Liquid Chromatography in Analytical Chemistry**. London: John Wiley & Sons.
- Tweedym, B. (1990). Pesticide Residues and Food Safety. **Alabama: Maple Press**. p 360 .
- Weber, J. & Sharypov, V. (1990). Ethyl carbamate in foods and beverages: a review. **Environmental Chemistry Letters**, 7, 233-247.
- Willet, J.E. (1991). **Gas Chromatography**. Singapore: John Wiley & Sons.
- Woo, I.S., Kim, I.H., Yun, U.J., Chung, S.K., Rhee, I.K., Choi, S.W. & Park, H.D. (2001). An improved method for determination of ethyl carbamate in Korean traditional rice wine. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, 26(6), 363-368.
- Ma, Y.P., Deng, F.Q., Chen, D.Z. & Sun, S.W. (1995). Determination of ethyl carbamate in alcoholic beverages by capillary multi-dimension gas chromatography with thermionic specific detection. **Journal of Chromatography A**, 695, 259-265.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณปริมาณเมธิลคาร์บาเมตและเอธิลคาร์บาเมต

1. วิธีการคำนวณปริมาณเมธิลคาร์บาเมต

จากการทดลองสกัดสารตัวอย่างด้วยวิธี LLE และผ่านการเพิ่มความเข้มข้นขึ้น 30 เท่า ด้วย SPE นำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ค่าสัญญาณที่ได้เป็นพื้นที่ใต้พีค ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณเมธิลคาร์บาเมตจากกราฟมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารที่ตรวจวัดได้ต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน กับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

จากภาพที่ 4.8 หน้า 43 กราฟมาตรฐานของเมธิลคาร์บาเมต มีสมการเส้นตรงเป็น

$$y = 0.3502x - 0.1007$$

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง GC ให้สัญญาณพื้นที่ใต้พีคของเมธิลคาร์บาเมตต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน เท่ากับ 0.152

นำค่า $y = 0.152$ ไปแทนลงในสมการ $y = 0.3502x - 0.1007$ ได้ผลดังนี้

$$\text{จากสมการ} \quad y = 0.3502x - 0.1007$$

$$0.152 = 0.3502x - 0.1007$$

$$0.152 + 0.1007 = 0.3502x$$

$$0.2527 = 0.3502x$$

$$x = 0.2527/0.3502$$

$$\text{ดังนั้น} \quad x = 0.7216$$

แสดงว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้น 30 เท่า ทำให้มีปริมาณเมธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 0.7216 mg/L

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นเมธิลคาร์บาเมตมีปริมาณ} &= 0.7216/30 \text{ mg/L} \\ &= 0.02406 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

หรือมีปริมาณเมธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 24.06 $\mu\text{g/L}$

แต่ในส่วนเริ่มต้นการทดลองได้นำตัวอย่างไวน์มาเจือจางกับน้ำกลั่นปราศจากไอออนซึ่งเป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นลง 5 เท่า

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นเมธิลคาร์บาเมตที่มีในตัวอย่างแท้จริงมีปริมาณ} &= 24.06 \times 5 \text{ } \mu\text{g/L} \\ &= 120.3 \text{ } \mu\text{g/L} \end{aligned}$$

หรือมีปริมาณเมธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 120.3 $\mu\text{g/L}$

2. วิธีการคำนวณร้อยละการกลับคืนของสารมาตรฐานเมธิลคาร์บาเมต

จากการทดลองเมื่อเติมสารมาตรฐานเมธิลคาร์บาเมตที่เข้มข้น 0.2 mg/L ลงไปในตัวอย่างไวน์ ทำการสกัดและตรวจวัดสัญญาณเมธิลคาร์บาเมตที่ได้จากเครื่อง GC โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารที่ตรวจวัดได้ต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน สามารถคำนวณหาร้อยละการกลับคืนของเมธิลคาร์บาเมตได้ดังนี้

กราฟมาตรฐานของเมธิลคาร์บาเมต มีสมการเส้นตรงเป็น $y = 0.3502x - 0.1007$

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง GC ให้สัญญาณพื้นที่ใต้พีคของเมธิลคาร์บาเมตต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน เท่ากับ 1.66

นำค่า $y=1.66$ ไปแทนลงในสมการ $y = 0.3502x - 0.1007$ ได้ผลดังนี้

จากสมการ

$$\begin{aligned} y &= 0.3502x - 0.1007 \\ 1.66 &= 0.3502x - 0.1007 \\ 1.66 + 0.1007 &= 0.3502x \\ 1.7607 &= 0.3502x \\ x &= 1.76/0.3502 \\ x &= 5.03 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

แสดงว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้น 30 เท่า ทำให้มีปริมาณเมธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 5.03 mg/L

ดังนั้นเมธิลคาร์บาเมตที่ได้แท้จริงมีปริมาณ

$$\begin{aligned} &= 5.03/30 \text{ mg/L} \\ &= 0.168 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

ดังนั้นปริมาณเมธิลคาร์บาเมตเมื่อเติมสารมาตรฐานที่เข้มข้น 0.2 mg/L ลงไปและทำการสกัดโดยการเพิ่มความเข้มข้นด้วย SPE มีค่าเท่ากับ 0.168 mg/L และปริมาณเมธิลคาร์บาเมตในสารตัวอย่างก่อนทำการเพิ่มความเข้มข้นด้วย SPE มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดสารในปริมาณต่ำๆได้ ดังนั้นสามารถคำนวณร้อยละการกลับคืนของเมธิลคาร์บาเมตได้ดังนี้

จากสมการ

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละการได้กลับคืน} &= \frac{(C_f - C_i)}{C_s} \times 100 \\ \text{แทนค่าลงในสมการได้ดังนี้} \quad \text{ร้อยละการได้กลับคืน} &= \frac{(0.168 - 0) \times 100}{0.2} \\ &= 83.77 \end{aligned}$$

ดังนั้นวิธีการสกัดโดยเพิ่มความเข้มข้นของสารตัวอย่างขึ้น 30 เท่าด้วย SPE ให้ค่าการกลับคืนของเมธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 83.77 %

3. วิธีการคำนวณปริมาณเอธิลคาร์บาเมต

จากการทดลองสกัดสารตัวอย่างด้วยวิธี LLE และผ่านการเพิ่มความเข้มข้นขึ้น 30 เท่า ด้วย SPE นำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ค่าสัญญาณที่ได้เป็นพื้นที่ใต้พีค ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณเอธิลคาร์บาเมตจากกราฟมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารที่ตรวจวัดได้ต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน กับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

จากภาพที่ 4.9 หน้า 43 กราฟมาตรฐานของเอธิลคาร์บาเมต มีสมการเส้นตรงเป็น

$$y = 0.4121x - 0.0092$$

จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ให้สัญญาณพื้นที่ใต้พีคของเอธิลคาร์บาเมตต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน เท่ากับ 0.029

นำค่า $y = 0.029$ ไปแทนลงในสมการ $y = 0.4121x - 0.0092$ ได้ผลดังนี้

$$\text{จากสมการ} \quad y = 0.4121x - 0.0092$$

$$0.029 = 0.4121x - 0.0092$$

$$0.029 + 0.0092 = 0.4121x$$

$$0.0382 = 0.4121x$$

$$x = 0.0382/0.4121$$

$$\text{ดังนั้น} \quad x = 0.0927$$

แสดงว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้น 30 เท่า ทำให้มีปริมาณเอธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 0.0927 mg/L

$$\text{ดังนั้นเอธิลคาร์บาเมตที่ได้แท้จริงมีปริมาณ} = 0.0927/30 \text{ mg/L}$$

$$= 0.00306 \text{ mg/L}$$

หรือมีปริมาณเอธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 3.06 µg/L

แต่ในส่วนเริ่มต้นการทดลองได้นำตัวอย่างไวน์มาเจือจางกับน้ำกลั่นปราศจากไอออนซึ่งเป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นลง 5 เท่า

$$\text{ดังนั้นเอธิลคาร์บาเมตที่มีในตัวอย่างแท้จริงมีปริมาณ} = 3.06 \times 5 \text{ µg/L}$$

$$= 15.3 \text{ µg/L}$$

หรือมีปริมาณเอธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 15.3 µg/L

4. วิธีการคำนวณร้อยละการกลับคืนของสารมาตรฐานเอธิลคาร์บาเมต

จากการทดลองเมื่อเติมสารมาตรฐานเอธิลคาร์บาเมตที่เข้มข้น 0.2 mg/L ลงไปในตัวอย่างไวน์ ทำการสกัดและตรวจวัดสัญญาณเอธิลคาร์บาเมตที่ได้จากเครื่อง GC โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารที่ตรวจวัดได้ต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน สามารถคำนวณหาร้อยละการกลับคืนของเอธิลคาร์บาเมตได้ดังนี้

กราฟมาตรฐานของเอธิลคาร์บาเมต มีสมการเส้นตรงเป็น $y = 0.4121x - 0.0092$

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง GC ให้สัญญาณพื้นที่ใต้พีคของเอธิลคาร์บาเมตต่อพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน เท่ากับ 2.10

นำค่า $y = 2.10$ ไปแทนลงในสมการ $y = 0.4121x - 0.0092$ ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad y &= 0.4121x - 0.0092 \\ 2.10 &= 0.4121x - 0.0092 \\ 2.10 + 0.0092 &= 0.4121x \\ 2.1092 &= 0.4121x \\ x &= 2.1092/0.4121 \\ x &= 5.118 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

แสดงว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้น 30 เท่า ทำให้มีปริมาณเอธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 5.118 mg/L

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นเอธิลคาร์บาเมตที่ได้แท้จริงมีปริมาณ} &= 5.118/30 \text{ mg/L} \\ &= 0.171 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

ดังนั้นปริมาณเอธิลคาร์บาเมตเมื่อเติมสารมาตรฐานที่เข้มข้น 0.2 mg/L ลงไปและทำการสกัดโดยการเพิ่มความเข้มข้นด้วย SPE มีค่าเท่ากับ 0.171 mg/L และปริมาณเอธิลคาร์บาเมตในสารตัวอย่างก่อนการเพิ่มความเข้มข้นด้วย SPE มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากเครื่องมือไม่สามารถตรวจวัดสารในปริมาณต่ำๆได้ ดังนั้นสามารถคำนวณร้อยละการกลับคืนของเอธิลคาร์บาเมตได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad \text{ร้อยละการได้กลับคืน} &= \frac{(C_f - C_i)}{C_s} \times 100 \\ \text{แทนค่าลงในสมการได้ดังนี้} \quad \text{ร้อยละการได้กลับคืน} &= \frac{(0.171 - 0) \times 100}{0.2} \\ &= 85.13 \end{aligned}$$

ดังนั้นวิธีการสกัดโดยเพิ่มความเข้มข้นของสารตัวอย่างขึ้น 30 เท่าด้วย SPE ให้ค่าการกลับคืนของเอธิลคาร์บาเมตเท่ากับ 85.13 %

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผลทางสถิติและค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ผลทางสถิติและคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค ร้อยละการได้กลับคืนของวิธีวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของการตรวจวัดและค่าความเข้มข้นต่ำสุดของการวิเคราะห์ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

1. อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค (peak area ratio)

Peak area ratio =
$$\frac{\text{(peak area of standard)}}{\text{(peak area of internal standard)}}$$

เมื่อ	peak area ratio	แทนอัตราส่วนของพื้นที่ใต้พีค
	peak area of standard	แทนพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐาน
	peak area of internal standard	แทนพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐานภายใน

2. ร้อยละการกลับคืนของวิธีวิเคราะห์ (% Recovery)

% Recovery =
$$\frac{(C_f - C_i)}{C_s} \times 100$$

เมื่อ	% Recovery	แทนร้อยละการกลับคืนของวิธีวิเคราะห์
	C_f	แทนความเข้มข้นของสารที่ตรวจพบ
	C_i	แทนความเข้มข้นของสารเริ่มต้น
	C_s	แทนความเข้มข้นของสารที่เติมลงไป

3. ค่าเฉลี่ย (mean; $\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทนค่าเฉลี่ย
	X_i	แทนค่าที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง
	N	แทนจำนวนครั้งในการทดลอง

4. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ	S.D.	แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\bar{x}$	แทนค่าเฉลี่ย
	x_i	แทนค่าที่ได้จากการทดลอง
	n	แทนจำนวนครั้งในการทดลอง

5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (relative of standard deviation; %RSD)

$$\% RSD = \frac{S.D.}{\bar{x}} \times 100$$

เมื่อ	% RSD	แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์
	S.D.	แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\bar{x}$	แทนค่าเฉลี่ย

6. ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (limit of detection; LOD)

$$LOD = 3 S.D.$$

เมื่อ	LOD	แทนค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้
	S.D.	แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7. ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (limit of quantitation; LOQ)

$$LOQ = 10 S.D.$$

เมื่อ	LOQ	แทนค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้
	S.D.	แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ภาคผนวก ค
แหล่งที่มาของตัวอย่างไวน์พื้นบ้าน

ตารางที่ ผ1 แหล่งที่มาของตัวอย่างไวน์แดง

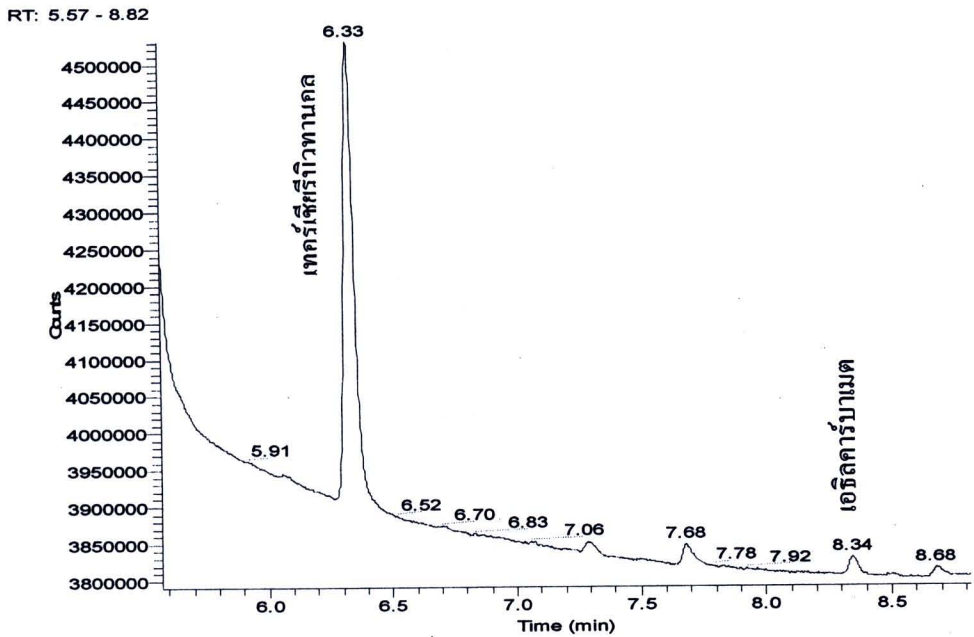
ชนิด	ชื่อทางการค้า	แหล่งที่ผลิต
ไวน์อรุณแดง	Full Moon	Royal Gateway, บริษัทอุตสาหกรรมเครื่องดื่มไทย จำกัด ถนนสุขุมวิท ซอย 17 จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10110
ไวน์หมากเม่า	Phateop Wine	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนไวน์ผลไม้หนองเอี่ยน 61/1 หมู่ 2 บ้านหนองเอี่ยน อำเภอกำชะอี จังหวัดมุกดาหาร 49110
ไวน์กระชายดำ	Phateop Wine	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนไวน์ผลไม้หนองเอี่ยน 61/1 หมู่ 2 บ้านหนองเอี่ยน อำเภอกำชะอี จังหวัดมุกดาหาร 49110
ไวน์กระเจียบ	MAKAO	ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธภูมิ 192/4 หมู่ 2 ตำบลธารทหาร อำเภอนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ 60110
ไวน์สตรอเบอรี่	Gold Wine Cooler	กลุ่มข้าวสีทอง 146/3 หมู่ 11 ตำบลสรวง อำเภอวังชัน จังหวัดแพร่ 54160

ตารางที่ ผ2 แหล่งที่มาของตัวอย่างไวน์ขาว

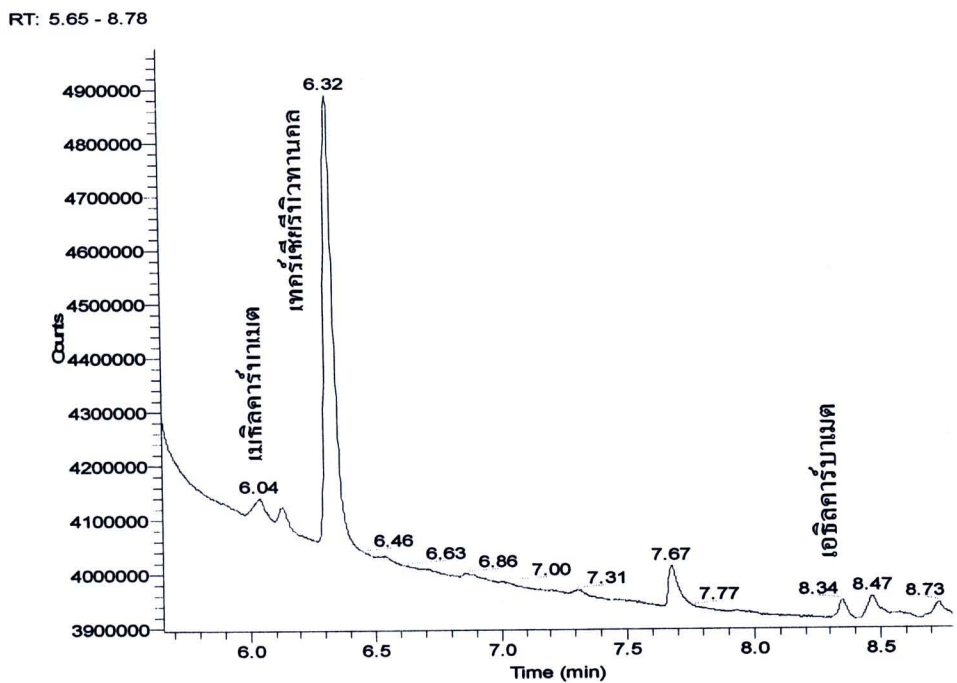
ชนิด	ชื่อทางการค้า	แหล่งที่ผลิต
ไวน์อรุณเขียว	Full Moon	Royal Gateway, บริษัทอุตสาหกรรมเครื่องดื่มไทย จำกัด ถนนสุขุมวิท ซอย 17 จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10110
ไวน์ข้าว	MAKAO	ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธภูมิ 192/4 หมู่ 2 ตำบลธารทหาร อำเภอนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ 60110
ไวน์ลิ้นจี่	MERRY	บริษัทภูมรเมรย์ 44 หมู่ 10 ตำบลมิตรภาพ อำเภอ มวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี 18180
ไวน์ใบเตย	MAKAO	ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธภูมิ 192/4 หมู่ 2 ตำบลธารทหาร อำเภอนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ 60110
ไวน์สับปะรด	MAKAO	ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธภูมิ 192/4 หมู่ 2 ตำบลธารทหาร อำเภอนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ 60110

ภาคผนวก ง

โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์สารเมธิลคาร์บาเมตและเอทิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวนิลพีนบ้าน

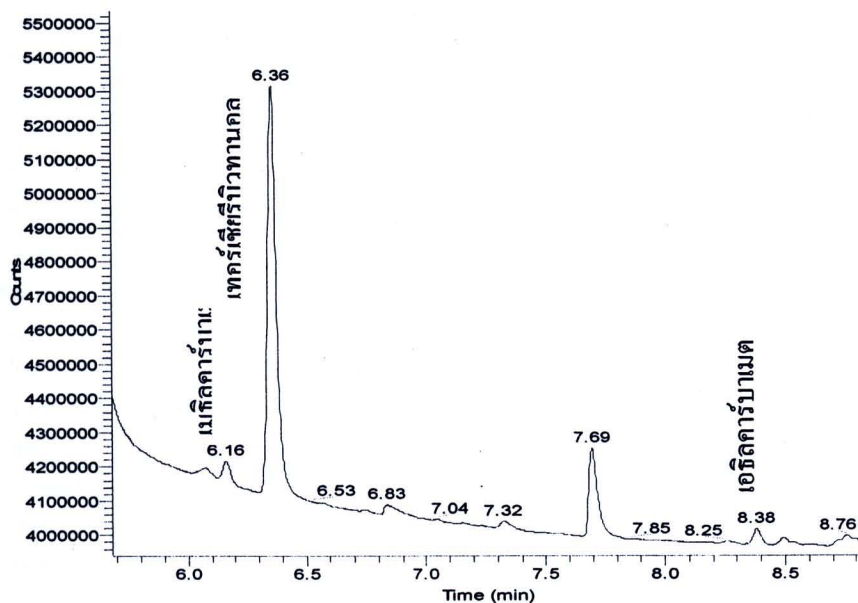


ภาพที่ ๗1 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมธิลคาร์บาเมตและเอธิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์องุ่นแดง



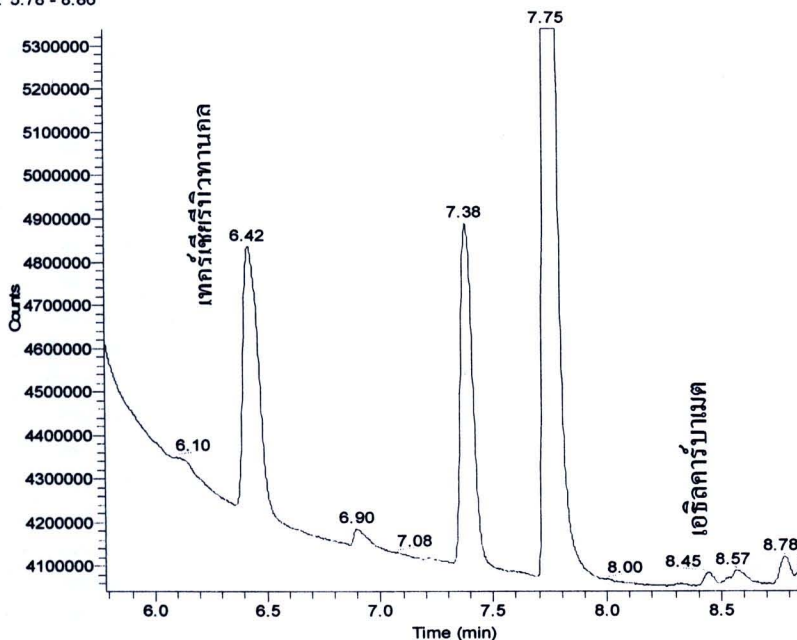
ภาพที่ ๗2 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมธิลคาร์บาเมตและเอธิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์หมากเม่า

RT: 5.68 - 8.83

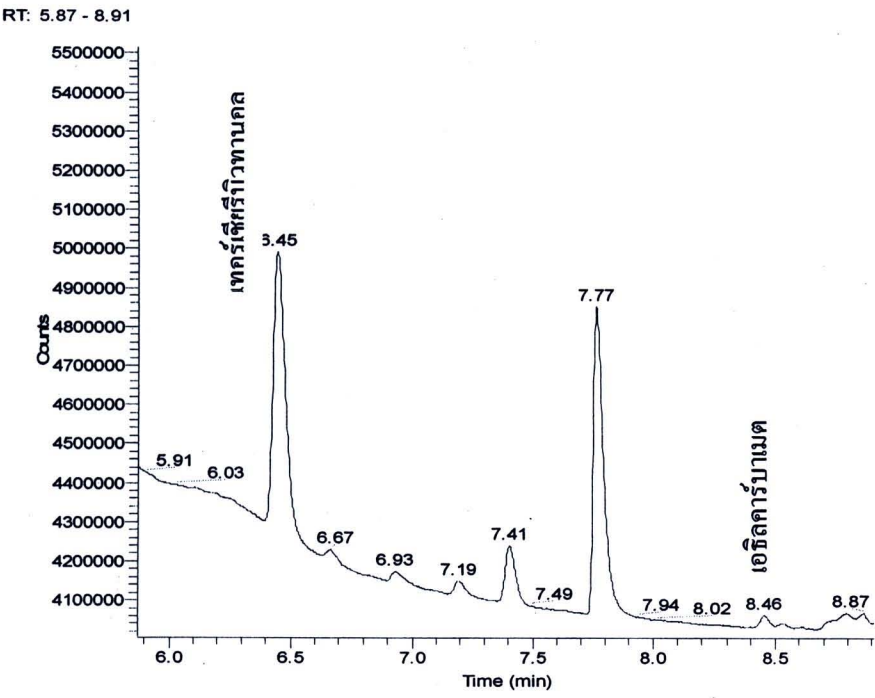


ภาพที่ ผ3 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมทิลคาร์บาเมตและเอทิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์กระชายดำ

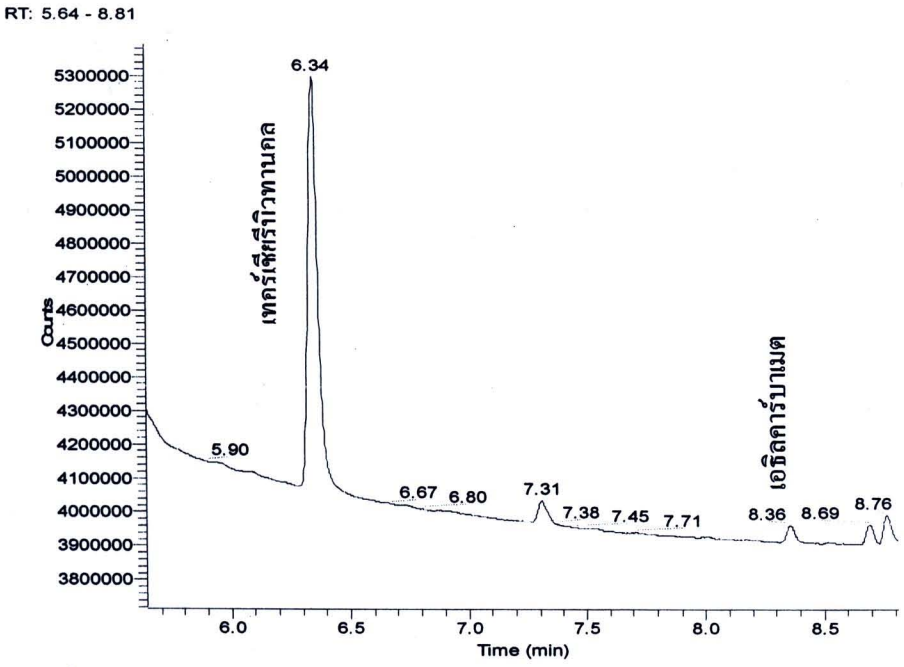
RT: 5.78 - 8.86



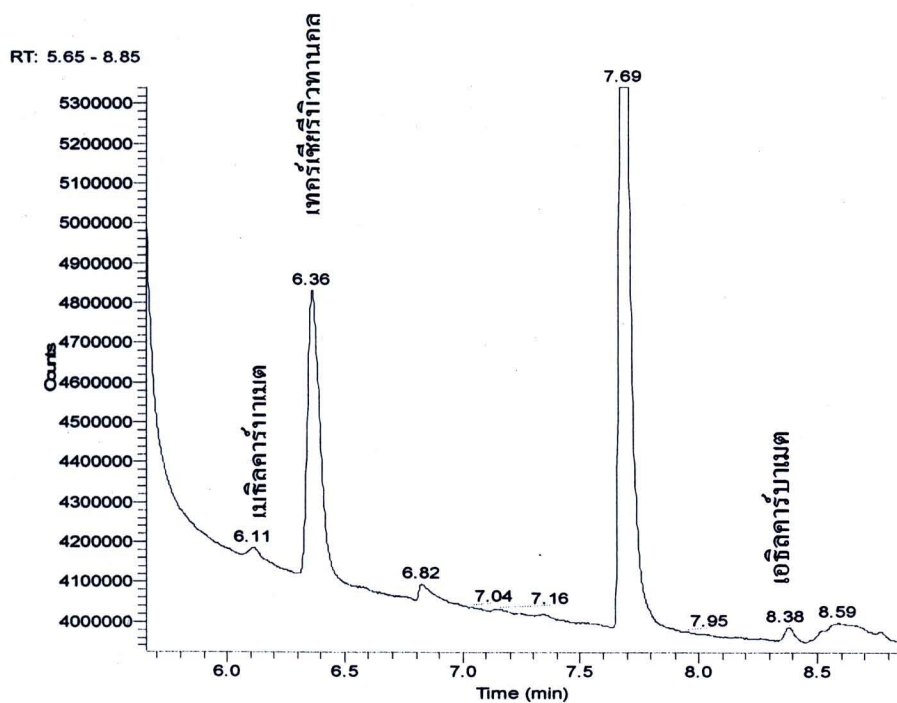
ภาพที่ ผ4 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมทิลคาร์บาเมตและเอทิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์กระเจี๊ยบ



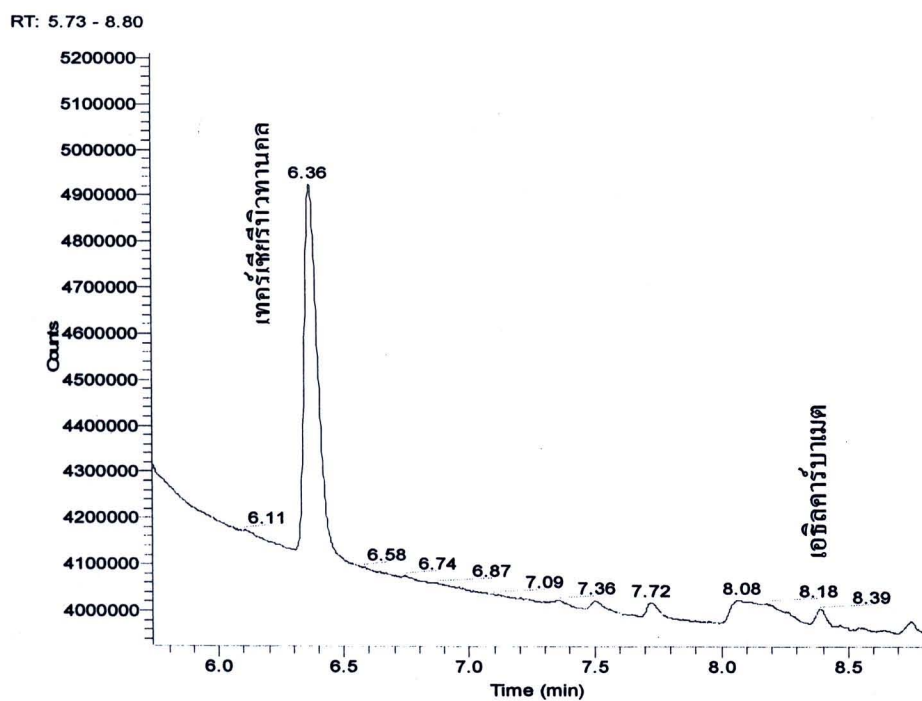
ภาพที่ ๕ โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมธิลคาร์บาเมตและเอธิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์สตรอเบอรี่



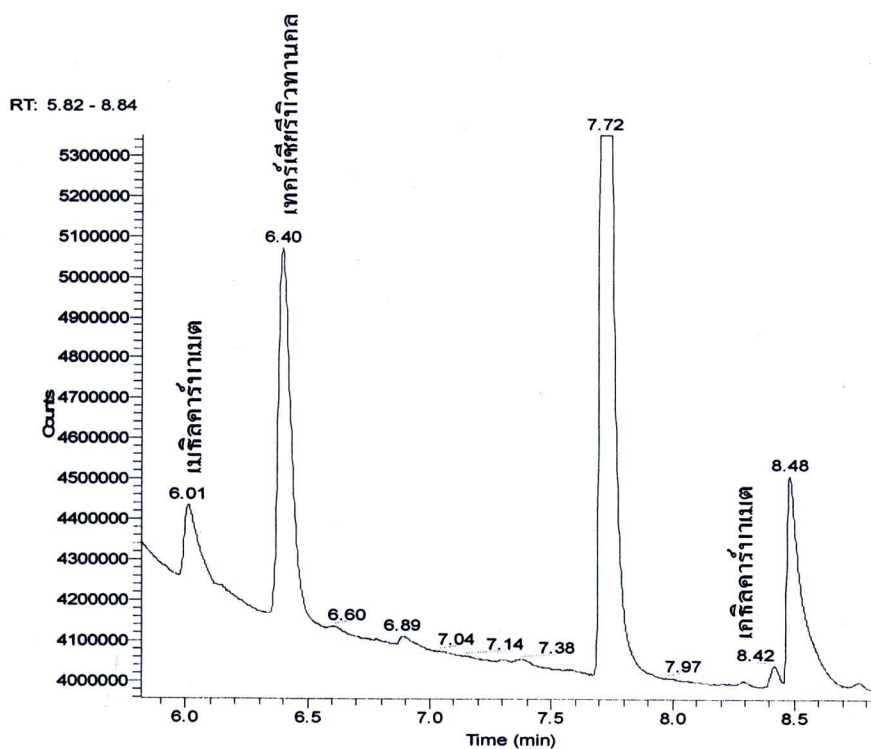
ภาพที่ ๖ โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมธิลคาร์บาเมตและเอธิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์องุ่นเขียว



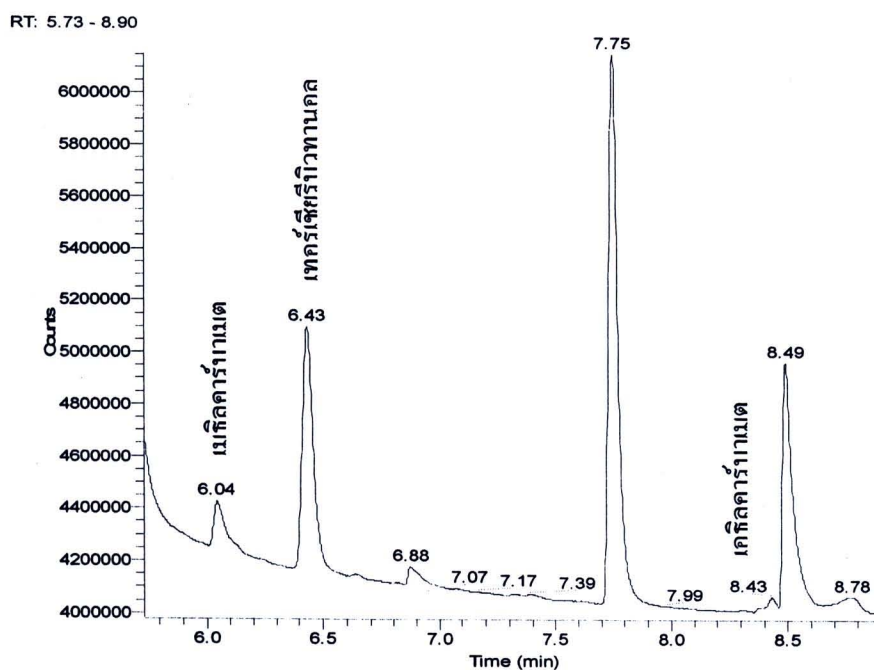
ภาพที่ ๗7 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมทิลไซโคลเพนทาไดเอนและเอทิลไซโคลเพนทาไดเอน
ในตัวอย่างไวน์ขาว



ภาพที่ ๗8 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมทิลไซโคลเพนทาไดเอนและเอทิลไซโคลเพนทาไดเอน
ในตัวอย่างไวน์ดำ



ภาพที่ ๘9 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมทิลคาร์บาเมตและเอทิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์ไบเบต



ภาพที่ ๘10 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์เมทิลคาร์บาเมตและเอทิลคาร์บาเมต
ในตัวอย่างไวน์สปาร์ค



ประวัติผู้เขียน

นางสุภาวดี สาระวัน เกิดเมื่อวันที่ 1 เดือนพฤษภาคม ปีพุทธศักราช 2522 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยม) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เคมี คณะวิทยาศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี เมื่อปีการศึกษา 2544 และสำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวพฤษ คณะครุศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี เมื่อปีการศึกษา 2545 เข้าศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2551 ปัจจุบันปฏิบัติการสอนรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง สำนักการศึกษาเทศบาลนครขอนแก่น

