

การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบจากจังหวัดขอนแก่น

นันทน์ภัส ธิดศักดิ์สกุล¹, สุโรจน์ แพงมา², อสิริย์ พลະสินธุ์เดชา², ภูวนาท หมั่นไธสง¹,
รพี จรุงศิริวัฒน์^{3*}, สุภาวดี ดาวดี⁴, ธาณี เทศศิริ¹

¹ นักวิชาการวิทยาศาสตร์, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

² เกษตรกรชำนาญการ, กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

³ ประด., อาจารย์, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

⁴ รศ.ดร.,อาจารย์, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

*ติดต่อผู้พิมพ์ : ดร.รพี จรุงศิริวัฒน์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 อีเมล: rapee@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบจากจังหวัดขอนแก่น

นันทน์ภัส ธิดศักดิ์สกุล¹, สุโรจน์ แพงมา², อสิริย์ พลະสินธุ์เดชา², ภูวนาท หมั่นไธสง¹, รพี จรุงศิริวัฒน์^{3*}, สุภาวดี ดาวดี⁴, ธาณี เทศศิริ¹

ว. เกษตรศาสตร์อีสาน 2564; 17(3) : 59-73

รับบทความ : 18 มีนาคม 2564

แก้ไขบทความ: 28 มิถุนายน 2564

ตอบรับ: 6 กรกฎาคม 2564

เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ทำให้ประชาชนทั่วไปต้องมีการป้องกันตัวเองเพื่อหลีกเลี่ยงการติดเชื้อ Corona virus ในประเทศไทยและในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งโรงพยาบาลชุมชนซึ่งเป็นหน่วยงานด้านหน้าต้องผลิตผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อให้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากภายใต้สภาวะจำเป็นเร่งด่วน ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อที่ใช้มากที่สุดคือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ซึ่งการใช้ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อจำเป็นจะต้องมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์มากกว่าร้อยละ 70 โดยปริมาตรจึงจะเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์: เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ รวมถึงการศึกษาความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวเพื่อนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ

วิธีการดำเนินการวิจัย: วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือและสารตั้งต้นจากโรงพยาบาลชุมชนต่างๆและหน่วยงานในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้รับมาจากการสุ่มตรวจโดยกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคและเภสัชสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น พัฒนารูปแบบวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมและศึกษาความเป็นเส้นตรงของวิธีการดังกล่าว จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบและสารตั้งต้นด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี

ผลการวิจัย: กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น เท่ากับ 50 – 100 % (v/v) ภายในช่วงความเข้มข้นที่ศึกษาจะได้สมการสหสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงระหว่างค่าสัดส่วนพื้นที่ใต้กราฟ (y) และความเข้มข้น (x) ของเอทิลแอลกอฮอล์เท่ากับ $y = 0.0141X - 0.1023$ ($r^2 = 0.9994$, $n = 3$) และในส่วนกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น เท่ากับ 40 – 100 % (v/v) ได้สมการสหสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงของไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์เท่ากับ $y = 0.0137X - 0.0607$ ($r^2 = 0.9995$, $n = 3$) ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือทั้งหมดมีค่าเท่ากับร้อยละ 73.8 ± 4.9 โดยปริมาตร และค่าเฉลี่ยของปริมาณแอลกอฮอล์ในสารตั้งต้นทั้งหมด 21 รายการมีค่าเท่ากับร้อยละ 83.0 ± 11.5 โดยปริมาตร โดยมีสารตั้งต้น 1 ใน 21 ตัวอย่างที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยปริมาตร

วิเคราะห์และวิจารณ์ผล: จากผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบจากโรงพยาบาลชุมชนต่างๆ และหน่วยงานในจังหวัดขอนแก่นทั้งหมด 9 แห่งมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อคือไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 โดยปริมาตร ในส่วนของสารตั้งต้นมีเพียงหนึ่งตัวอย่างจากทั้งหมดที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถฆ่าเชื้อได้ รวมถึงการประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะส่งเสริมให้โรงพยาบาลได้ใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อ Corona virus

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ, แอลกอฮอล์, สารฆ่าเชื้อ, แก๊สโครมาโทกราฟี

Analysis of Alcohol Content in Alcohol-based Hand Sanitizer Product from Khon Kaen Province

Nunnapat Thitisaksakul¹, Surote Paengma², Issaree Parasindecha², Poowanarth Muenhong¹,
Rapee Jarungsirawat^{3*}, Supawadee Daodee⁴, Thanee Tessiri¹

¹ scientist, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

² Pharmacist, Consumer protection group, Khonkaen Provincial Public Health Office, Khon Kaen 40002, Thailand

³ Academic staff, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

⁴ Assoc. Prof., Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

*Corresponding author: Rapee Jarungsirawat, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Khon Kaen University E-mail: rapee@kku.ac.th

Abstract

Analysis of Alcohol Content in Alcohol-based Hand Sanitizer Product from Khon Kaen Province

Nunnapat Thitisaksakul¹, Surote Paengma², Issaree Parasindecha², Poowanarth Muenhong¹,
Rapee Jarungsirawat^{3*}, Supawadee Daodee⁴, Thanee Tessiri¹

IJPS, 2021; 17(3): 59-73

Received: 18 March 2021

Revised: 28 June 2021

Accepted: 6 July 2021

Due to the current situation regarding the COVID-19 outbreak, it is important to reduce the chances of being infected or spreading COVID-19. The most effective concentration of alcohol in the disinfectants containing alcohol and water is more than 70 % (v/v). **Objectives:** To develop the determination of alcohol content in alcohol-based hand sanitizer products. To study the reliability of the analytical method for evaluation of the efficacy of alcohol-based hand sanitizer product. **Methodology:** Characterization of the physical appearance of alcohol-based hand sanitizer and raw material from community hospitals and institution in Khon Kaen provinces which were collected by the Consumer Protection Department, Khon Kaen Provincial Health Office. The proper analytical method was developed and studied about the linearity. Then the alcohol content in alcohol-based hand sanitizer products and raw materials were determined by using Gas chromatography method. **Results:** The linear calibration curve of standard ethyl alcohol in concentration ranges of 50 – 100 % (v/v) presented the linear equation of $y = 0.0141X - 0.1023$ and the correlation coefficient (r^2) = 0.9994 ($n = 3$). For standard isopropanol alcohol solution, the standard curved was investigated in concentration ranges of 40 – 100 % (v/v). In these concentration ranges, the linear equation of isopropyl alcohol is $y = 0.0137X - 0.0607$ ($r^2 = 0.9995$, $n = 3$). The average alcohol content in alcohol-based hand sanitizer products and raw materials were 73.8 ± 4.9 and 83.0 ± 11.5 % (v/v), respectively. Only one sample in 21 raw materials had the concentration of ethyl alcohol less than 50 % (v/v). **Conclusion:** The studies were found that all of the alcohol-based hand sanitizer products from community hospitals (8 samples) and institution (1 sample) in Khon Kaen province had the effective concentration of alcohol as disinfectants (not less than 70% (v/v)). For the raw materials, the only one in all samples had the concentration of ethyl alcohol under the legal limit. The results showed that all of alcohol-based hand sanitizer products from community hospitals and institution in Khon Kaen province provided the alcohol content within the effective concentration range. The application of the alcohol analytical method measured in alcohol-based hand sanitizer products can enhance consumers to access to the effective alcohol-based hand sanitizer product for prevention of COVID-19.

Keywords: Alcohol based hand sanitizer, Alcohol, Disinfectants, Gas Chromatography



บทนำ

เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 (Corona Virus Disease-19) ที่เริ่มการแพร่ระบาดจากเมืองอู่ฮั่น (Wuhan) มณฑลหูเป่ย์ (Hubei) ประเทศจีนตั้งแต่ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมา (Backer *et al.*, 2020) ได้มีการแพร่ระบาดของไวรัสชนิดนี้ไปทั่วโลก ณ ขณะนี้มีผู้ป่วยติดเชื้อยืนยันสะสมทั่วโลกรวม 210 ประเทศ จำนวน 10,809,998 ราย และเสียชีวิต 519,050 ราย รวมถึงประเทศไทยพบผู้ป่วยติดเชื้อสะสม 3,179 ราย รักษาหายแล้ว 3,066 และเสียชีวิต 58 ราย (ข้อมูล ณ วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 โดย ศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉิน กรมควบคุมโรค ฉบับที่ 181, 2563) ซึ่งนับเป็นการแพร่ระบาดที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมไปทั่วโลก

โรค COVID-19 เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อ Corona virus เป็นไวรัสชนิด RNA ขนาดใหญ่ซึ่งมีโอกาสในการกลายพันธุ์สูงทั้งนี้เป็น RNA ไวรัสในกลุ่มเดียวกับ Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus (SARS-CoV) ที่เกิดขึ้นจากจีนในปี 2002 เมื่อร่างกายรับเชื้อไวรัสชนิดนี้เข้าสู่ร่างกายแล้วจะเกิดอาการในระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ โดยอาการทั่วไปที่พบ ได้แก่ อาการระบบทางเดินหายใจ มีไข้ ไอ หายใจถี่ หายใจลำบาก ในกรณีที่อาการรุนแรงมากอาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ปอดบวม ปอดอักเสบ ไตวาย หรืออาจเสียชีวิต (Zhu *et al.*, 2020; Hemmati *et al.*, 2020) ในแง่การรักษาจะแบ่งตามอาการแสดงและผลภาพถ่ายรังสีปอด ในกรณีผู้ป่วยพบเชื้อแต่ไม่มีอาการแนะนำให้นอนโรงพยาบาล 2-7 วัน หลังจากนั้นเมื่อไม่พบภาวะแทรกซ้อนให้พักอยู่ที่โรงพยาบาลเฉพาะอย่างน้อย 14 วันนับจากวันที่เริ่มป่วย และในกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการและมีภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ แนะนำให้ยาต้านไวรัสและรักษาตามอาการของผู้ป่วยตามแนวทางการดูแลรักษาและการใช้ยาต้านไวรัส กรณีโรค COVID-19 จากข้อมูลการแพร่ระบาดของเชื้อ Corona virus สามารถติดต่อกันระหว่างคนสู่คนได้ทางละอองฝอยของเชื้อผ่านทางไอ จาม เหมือนเชื้อกลุ่มไข้หวัดใหญ่ และจากการสัมผัสสิ่งของที่ปนเปื้อนสารคัดหลั่งของผู้ที่มีเชื้อไวรัสแล้วมาสัมผัสบริเวณจมูก ปาก ตา (World Health Organization [WHO], 2020) ทั้งนี้เชื้อ Corona virus นี้สามารถมีชีวิตอยู่บนวัตถุพื้นผิวเรียบและสะท้อนแสง เช่น โลหะผสม (Stainless Steel) ไม้ และพลาสติก ได้นานถึง 72 ชั่วโมง และอยู่บนอากาศได้ 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมงขึ้นกับการหมุนเวียนอากาศ (Ren *et al.*, 2020; Doremalen *et al.*, 2020) ดังนั้นแนวทางในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ Corona virus คือการลดความเสี่ยงในการรับเชื้อ ได้แก่ หลีกเลี่ยงการอยู่ใน

พื้นที่ที่มีการระบาด เลี่ยงการสัมผัสเยื่อต่างๆ บนใบหน้า ลดการสะสมของเชื้อด้วยการล้างมือด้วยสบู่และน้ำหรือผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อ และใช้หน้ากากอนามัย ทั้งนี้การล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำสะอาดเป็นวิธีการกำจัดฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามการทำความสะอาดมือด้วยผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สะดวกและมีประสิทธิภาพในการลดการนำเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายจากการสัมผัส ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือโดยไม่ใช้น้ำจะต้องมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อได้

แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อที่สามารถใช้กับผิวหนังของมนุษย์แบ่งออกเป็นสองชนิด ได้แก่ เอทิลแอลกอฮอล์หรือเอทานอล (ethyl alcohol, ethanol) และไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์หรือไอโซโพรพานอล (isopropyl alcohol, Iso-propanol) ซึ่งทั้งสองชนิดไม่ก่อให้เกิดพิษต่อร่างกาย ในขณะที่เมทิลแอลกอฮอล์ หรือเมทานอล (methyl Alcohol หรือ methanol) เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความเป็นพิษต่อร่างกายสูง ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง หากสูดดมไอรระเหยจะมีผลกระทบต่อสมองและระบบประสาทได้ จึงเป็นแอลกอฮอล์ที่ห้ามนำมาใช้กับร่างกาย แอลกอฮอล์มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโดยสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อไวรัส และทำให้โปรตีนเสียสภาพรวมทั้งสามารถทำลายชั้นไขมันของไวรัสได้ ซึ่งเชื้อ Corona virus นั้นมีเปลือกหุ้มเป็นชั้นไขมัน เมื่อเยื่อไขมันของไวรัสถูกทำลาย โครงสร้างของไวรัสจึงถูกทำลายด้วยเช่นกัน ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้ออยู่ระหว่าง 60 – 90 % (v/v) ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของแอลกอฮอล์จะลดลงเมื่อมีความเข้มข้นน้อยกว่าหรือมากกว่าช่วงที่กำหนด ทั้งนี้หากปริมาณต่ำกว่า 60 % (v/v) จะมีความสามารถในการทำลายชั้นโปรตีนหรือไขมันลดลง แต่หากมีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 90 % (v/v) แอลกอฮอล์จะระเหยอย่างรวดเร็วและมีปริมาณไม่มากพอในการทำลายเชื้อไวรัส ดังนั้นปริมาณแอลกอฮอล์จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อไวรัส (Rutala *et al.*, 2008; Neuman *et al.*, 2011) โดยในการศึกษานี้จะอ้างอิงปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เพื่อสุขอนามัยสำหรับมือที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย พ.ศ. 2563 ซึ่งมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 10 มีนาคม 2563 กล่าวว่าผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือโดยไม่ใช้น้ำจะต้องมีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ไม่ต่ำกว่า

70 % (v/v) โดยจะเป็นเอทิลแอลกอฮอล์หรือไอโซโพรพานอลอย่างใดอย่างหนึ่งหรือสองสารผสมกันก็ได้ เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อ Corona virus ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 ทำให้ความต้องการผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จนกระทั่งผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงทำให้โรงพยาบาลและหน่วยงานภาครัฐต่างๆ มีความจำเป็นในการเตรียมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวด้วยตนเอง เพื่อใช้งานได้ทันที่ทั้งที่โดยเฉพาะในโรงพยาบาลที่จำเป็นต้องมีการรักษาความสะอาดเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อ Corona virus

จากที่กล่าวมาข้างต้น ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 สภาวะที่ขาดแคลนและเร่งด่วนของการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบนี้ต้องมีความเชื่อมั่นว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวว่ามีปริมาณของแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อไวรัสที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องไม่มีเมทิลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นสารก่อการระคายเคืองต่อผิวหนังเป็นส่วนประกอบ โดยในการศึกษาเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือรูปแบบของเหลวและสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี ซึ่งวิธีการที่ได้จะนำไปสู่การพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณแอลกอฮอล์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นต่อไปในอนาคต รวมทั้งเป็นแนวทางในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบอีกทั้งกระตุ้นให้เกิดมาตรฐานในการเตรียมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประโยชน์แก่ผู้บริโภคที่จะได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบในรูปแบบของเหลวรวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในสารตั้งต้น
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบที่ผลิตในโรงพยาบาลชุมชนต่างๆ และหน่วยงานในจังหวัดขอนแก่น

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือ

1. แก๊สโครมาโทกราฟี, Hewlett Packard HP 6890 without Headspace (Hewlett Packard, U.S.A.)

2. Column DB-WAX, 30m x 0.250mm x 0.25µm (Agilent, U.S.A.)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ (C_2H_5OH), (BHD Prolabo®, France)
2. สารละลายมาตรฐานไอโซโพรพานอล ($C_4H_{10}O$), (UNIVAR®, U.S.)
3. สารละลายมาตรฐานไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (C_3H_8O), (BHD Prolabo®, France)
4. สารละลายมาตรฐานเมทิลแอลกอฮอล์ (CH_3OH), (BHD Prolabo®, France)
5. เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl), (Carlo Erba®, Italy)

วิธีการวิจัย

1. ตรวจสอบลักษณะภายนอกของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบและสารตั้งต้นเอทานอล ทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ซึ่งได้รับมาจากกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคและเกษตรสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น

2. ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity) ด้วยการเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 50, 70, 80 และ 100 % (v/v) และสารละลายมาตรฐานไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 40, 60, 80 และ 100 % (v/v) ในแต่ละความเข้มข้น ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง นำสารละลายไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี สร้างกราฟหาความสัมพันธ์เส้นตรงและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3. วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีโดยใช้สารมาตรฐานภายใน (Internal Standard Method)

การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในการทดลองนี้ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่อ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่มีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในยาธาตุน้ำแดงและยาขับลมด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับแมสสเปกโตรเมตรี (Daodee *et al.*, 1999) ร่วมกับวิธีวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในน้ำหมักด้วยเทคนิคเฮดสเปซ-แก๊สโครมาโทกราฟี (Luangkriangkrai and Inprasit 2011) โดยเป็นการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องมือแก๊สโครมาโทกราฟีด้วยเทคนิคการใช้สารมาตรฐานภายใน (Internal Standard Method) คือสารละลายไอโซโพรพานอล และมีแก๊สตัวพาเป็นแก๊สไนโตรเจน โดยจะทำการเพิ่มอุณหภูมิของ Oven เป็นสามช่วงด้วยกัน คือเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 40 °C นาน 2 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว



1 °C/min จนกระทั่งถึง 48 °C นาน 1 นาที ต่อมาเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 15 °C/นาที ให้ถึง 100 °C นาน 2 นาที และสุดท้ายเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 20 °C/นาที จนถึง 120 °C นาน 2 นาที เพื่อเป็นการไล่เอาสารทุกตัวที่มีในตัวอย่างออกจากคอลัมน์ ซึ่งวิธีการนี้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณของแอลกอฮอล์ได้ทั้งสามชนิด ได้แก่ เมทิลแอลกอฮอล์ เอทิลแอลกอฮอล์ และไอโซ

โพรพิลแอลกอฮอล์ โดยอาศัยความแตกต่างกันของคุณสมบัติทางเคมีของสารแต่ละตัวที่มีค่า retention time ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้การกำหนดสภาวะของเครื่องและอัตราเร็วของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ได้ปริมาณของแอลกอฮอล์แต่ละชนิดอย่างแม่นยำ สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีที่ใช้วิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์

สภาวะของเครื่อง	ค่าที่เหมาะสม
1. Inlet	
- Inlet mode	Split
- Inlet temperature	120 °C
- Pressure	5.40 psi
- Split ratio	50:1
- Split flow	80.1 mL/min
- Total flow	83.4 mL/min
- Carrier gas	Nitrogen gas
2. Column oven	
- Oven temperature	40 °C (2 min), 1 °C/min ถึง 48 °C (1 min), 15 °C/min ถึง 100 °C (2 min) 20 °C/min ถึง 120 °C (1 min)
- Column mode	Constant flow
- Initial flow	1.2 mL/min
- Nominal initial pressure	5.40 psi
- Capillary GC-Column	ZB-wax 30 m ID 0.25 mm.
3. Detector	
- Detector temperature	200 °C

3.1 การสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์

3.1.1. ใช้สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol 99.9%) เป็นสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ซึ่งเตรียมให้มีความเข้มข้น 50, 70, 80 และ 100 % (v/v) ในน้ำกลั่น และใช้สารละลายไอโซบิวทานอล (Iso-butanol) เป็นสารละลายมาตรฐานภายใน จากนั้นปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในแต่ละระดับความเข้มข้น ปริมาตร 1 mL และเติมสารมาตรฐานภายใน 0.5 mL เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.1 N ปริมาตร 0.5 mL ลงไปเขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเติม n-butanol 1 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที นำส่วนใสด้านบน 1 µL นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี นำอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานและ Internal Standard ไปเขียนกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

3.1.2 สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (propan-2-ol) ที่ความเข้มข้น 40, 60, 80 และ 100 % (v/v) โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 3.1.1

4. การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้น โดยเตรียมสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ตามวิธีในข้อ 3.1.1 โดยเปลี่ยนจากสารละลายมาตรฐานเป็นสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 1 mL จากนั้นนำอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของตัวอย่างที่คำนวณได้ไปเทียบกับความเข้มข้นตามกราฟมาตรฐาน ในส่วนของการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบของเมทิลแอลกอฮอล์หรือไม่นั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาค่า retention time ของเมทิลแอลกอฮอล์จากนั้นจึงทำการตรวจสอบโครมาโทแกรมของสารตัวอย่างเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีพีคที่แสดงถึงการมีส่วนผสมของเมทิลแอลกอฮอล์

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นเอทานอล

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างที่ได้รับมาจากกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคและเกษตรสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น ทั้งหมด 30

ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวนี้มี โดยแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบทั้งหมด 9 ตัวอย่างที่ผลิตโดยโรงพยาบาลชุมชนและหน่วยงานต่างๆในจังหวัดขอนแก่น และกลุ่มที่ 2 สารตั้งต้นเอทานอล 21 ตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดลักษณะทางกายภาพดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างที่วัดปริมาณแอลกอฮอล์

กลุ่มที่	ชื่อตัวอย่าง	จำนวน	ลักษณะทางกายภาพ
1	ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ รูปแบบของเหลว	9 ตัวอย่าง	มีลักษณะใส มีสีฟ้าอ่อน (2 ตัวอย่าง) มีลักษณะใส ไม่มีสี (7 ตัวอย่าง)
2	สารตั้งต้นเอทานอล	21 ตัวอย่าง	ของเหลวใส ไม่มีสี

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity)

การศึกษาค้นคว้าเชื่อถือของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีโดยใช้สารละลายไอโซบูทานอลเป็นสารมาตรฐานภายใน ได้ทำการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของเครื่องมือ ซึ่งเป็นคุณลักษณะในการแสดงความสัมพันธ์ที่เป็นสัดส่วนโดยตรงระหว่างสัญญาณจากเครื่องมือวัดในการทดสอบคือ สัดส่วนพื้นที่ใต้กราฟ และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน โดยในการศึกษานี้ทำการหากราฟมาตรฐานของสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์และกราฟมาตรฐานของสารละลายไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ โดยกราฟมาตรฐานสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์จะทำการศึกษาที่ความเข้มข้นเท่ากับ 50, 70, 80 และ 100 % (v/v) พบว่าพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์มาตรฐาน ในขณะที่พื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานภายในจะมีค่าคงที่

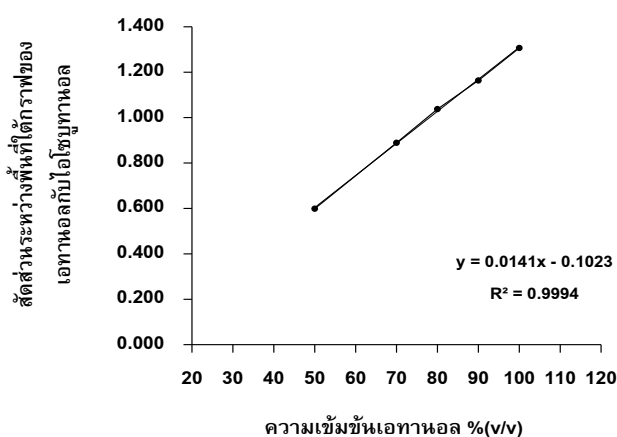
เนื่องจากสารละลายมาตรฐานภายในถูกเติมลงไปเป็นปริมาณและความเข้มข้นคงที่ ดังผลที่แสดงในตารางที่ 3 และเมื่อทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.0141X - 0.1023$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9994 ในส่วนกราฟมาตรฐานของสารละลายไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์จะทำการศึกษาที่ความเข้มข้นเท่ากับ 40, 60, 80 และ 100 % (v/v) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4 และนำมาสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ โดยมีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.0137X - 0.0607$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9995 ดังแสดงในรูปที่ 2

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของ Retention time, พื้นที่ใต้กราฟและอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับสารละลายมาตรฐานภายใน

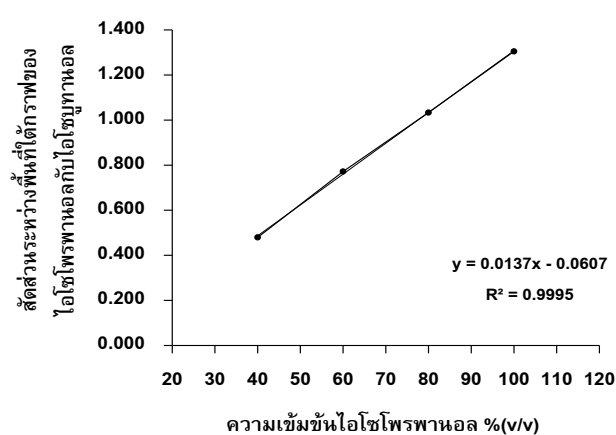
ความเข้มข้นของ สารละลาย มาตรฐานเอทานอล (%v/v)	ค่าเฉลี่ย Retention time (นาที)		ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟ (pA*s)		อัตราส่วนของ พื้นที่ใต้กราฟของ สารละลาย มาตรฐาน
	สารละลายมาตรฐาน เอทานอล	สารละลาย มาตรฐานภายใน	สารละลายมาตรฐาน เอทานอล	สารละลาย มาตรฐานภายใน	
50	8.523	14.143	2967.364	4966.681	0.599
70	8.822	14.249	4369.634	4911.588	0.889
80	8.853	14.320	5338.995	5148.602	1.037
90	8.723	14.192	5242.458	4509.057	1.163
100	8.849	14.286	6109.873	4676.754	1.307

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของ Retention time, พื้นที่ใต้กราฟและอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานไอโซโพรพานอล เอทานอลกับสารละลายมาตรฐานภายใน

ความเข้มข้นของ สารละลาย มาตรฐาน ไอโซโพรพานอล (%v/v)	ค่าเฉลี่ย Retention time (นาที)		พื้นที่ใต้กราฟ (pA*s)		อัตราส่วนของ พื้นที่ใต้กราฟของ สารละลาย มาตรฐาน
	สารละลาย มาตรฐานไอโซ โพรพานอล	สารละลาย มาตรฐาน ภายใน	สารละลาย มาตรฐานไอโซ โพรพานอล	สารละลาย มาตรฐาน ภายใน	
40	8.487	14.292	3166.428	6605.554	0.479
60	8.512	14.275	3910.390	5067.001	0.772
80	8.526	14.260	4370.000	4229.496	1.033
100	8.566	14.267	6023.640	4617.570	1.305



รูปที่ 1 ผลการทดสอบเฉลี่ยของ linearity โดยเป็นกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลกับ ไอโซบูทานอลและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เอทานอลในช่วง 50 – 100 %(v/v)



รูปที่ 2 ผลการทดสอบเฉลี่ยของ linearity โดยเป็นกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของไอโซโพรพานอลกับ ไอโซบูทานอลและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ไอโซโพรพานอลในช่วง 40 – 100 %(v/v)

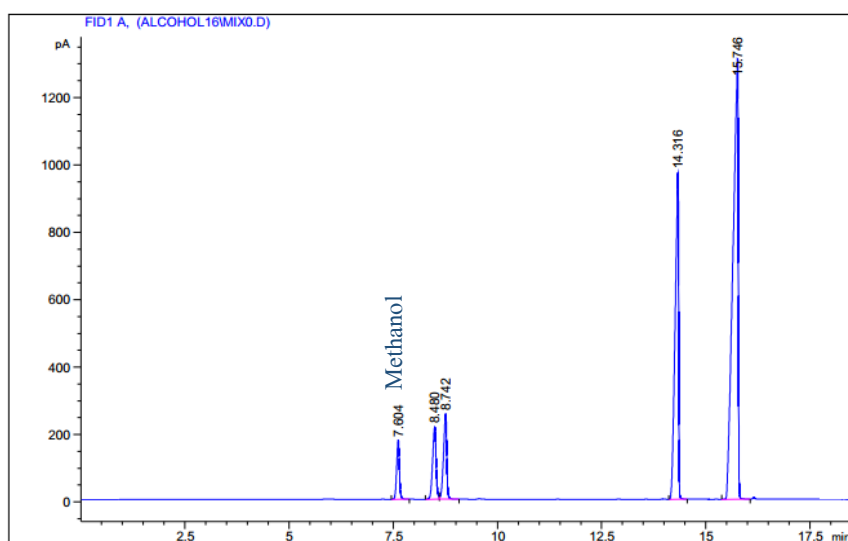
จากข้อกำหนดเกณฑ์การทดสอบโดย ICH guideline (ICH Q2R1) 2005 กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ต้องมีค่ามากกว่า 0.9950 จึงผ่านเกณฑ์การทดสอบ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงครั้งนี้พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เฉลี่ยของกราฟมาตรฐานสารละลายเอทานอลและไอโซโพรพานอล มีค่าเท่ากับ 0.9994 และ 0.9995 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดดังกล่าว และผลการทดสอบสามารถบอกถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เกิดขึ้นระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟจากการวิเคราะห์ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือซึ่งทำการวิเคราะห์หาปริมาณทั้งเอทิลแอลกอฮอล์และไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์สามารถทำนายได้ด้วยสมการเส้นตรง $y = 0.0141x - 0.1023$ ในช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทิลแอลกอฮอล์เท่ากับ 50 – 100 %(v/v) และ $y = 0.0137x - 0.0607$ ในช่วง

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์เท่ากับ 40 – 100 %(v/v)

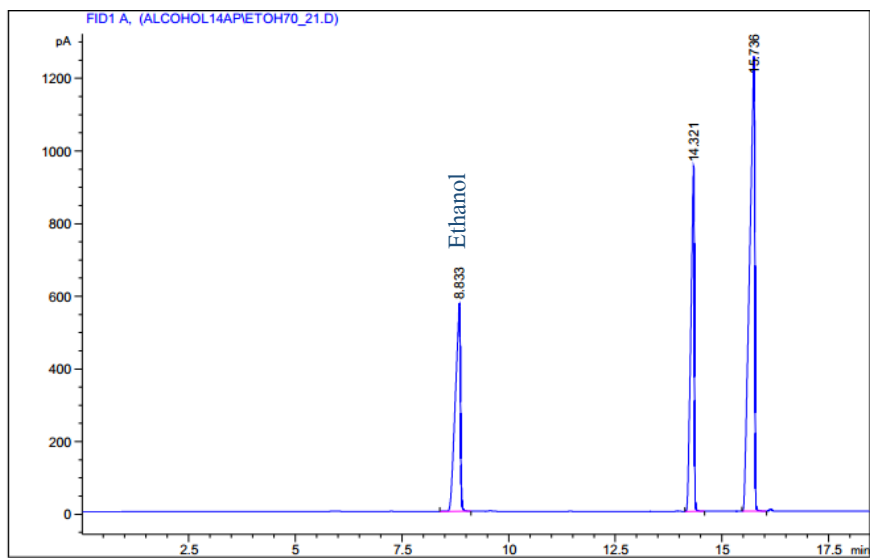
3. การหาปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์และสารตั้งต้น

การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในการทดลองนี้ เป็นการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องมือแก๊สโครมาโทกราฟีจากเทคนิคการใช้สารมาตรฐานภายใน (Internal Standard Method) โดยอ้างอิงวิธีวิเคราะห์จากการศึกษาของหน้าที่มีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในยาชาตุน้ำแดงและยาขับลม (Daodee *et al.*, 1999) ร่วมกับวิธีวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในน้ำหมัก (Luangkriangkrai and Inprasit 2011) โดยวิธีการนี้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณของแอลกอฮอล์ได้ทั้งสามชนิด ได้แก่ เมทิลแอลกอฮอล์ เอทิลแอลกอฮอล์ และไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ โดยได้แสดงโครมาโทแกรมสารมาตรฐานของและตัวอย่างในรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

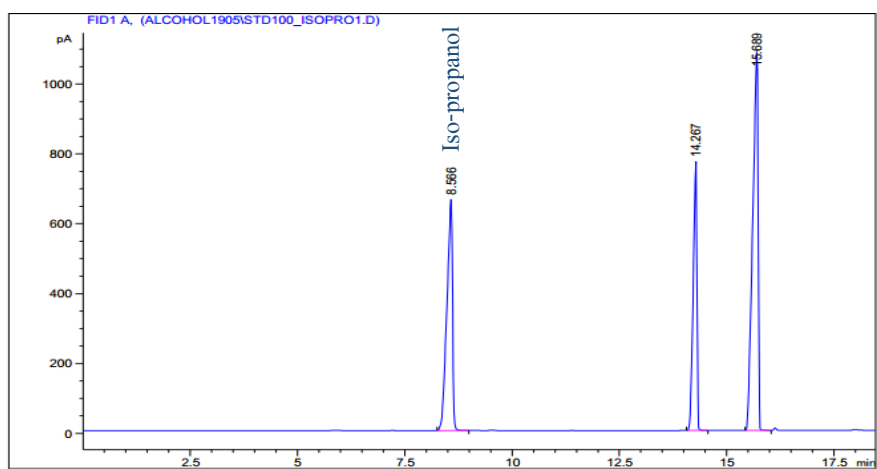
(ก)



(ข)

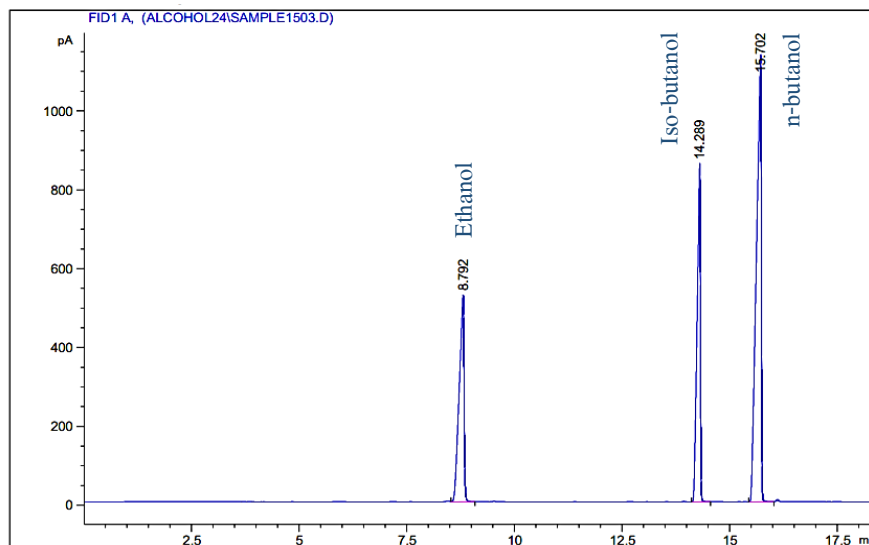


(ค)

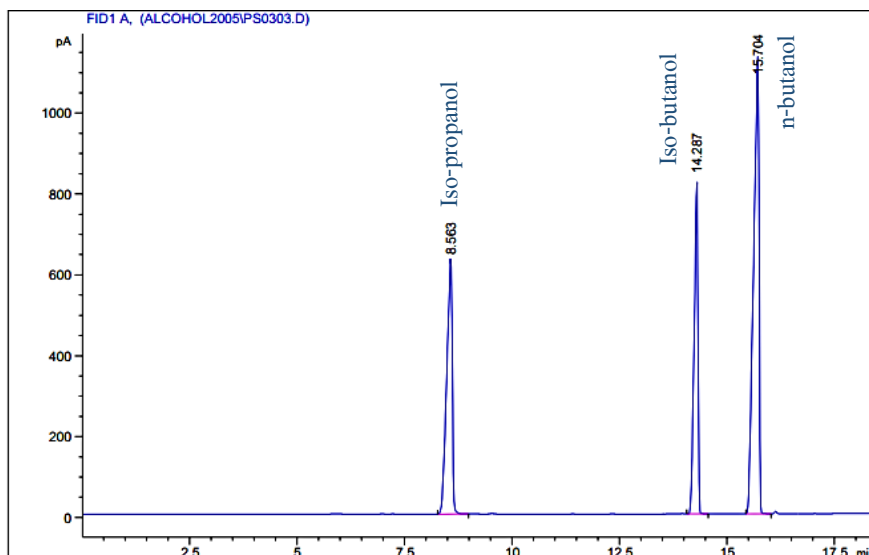


รูปที่ 3 โครมาโทแกรมสารมาตรฐานเมทิลแอลกอฮอล์ (ก) เอทิลแอลกอฮอล์ (ข) และไอโซโพรพิล (ค)

(ก)



(ข)



รูปที่ 4 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์หาแอลกอฮอล์จากสารตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ
ที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เอทิลแอลกอฮอล์ (ก) และไอโซโพรพิล (ข)

3.1 ปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์

จากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบทั้งหมด 9 ตัวอย่าง พบว่า มีเพียง 1 ตัวอย่างที่ผลิตจากไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ที่เหลืออีก 8 ตัวอย่างเป็นแอลกอฮอล์ชนิดเอทิลแอลกอฮอล์ ค่า retention time พื้นที่ใต้กราฟ และอัตราส่วนระหว่างสารมาตรฐานภายใต้แสดงในตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ และไม่มีตัวอย่างใดที่มีส่วนผสมของเมทิลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นสารที่ห้ามใช้กับผิวหนังมนุษย์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโดยวัดผลจากปริมาณ

แอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ต้องมีความเข้มข้นมากกว่า 70 %(v/v) พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือมีปริมาณแอลกอฮอล์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 73.8 ± 4.9 %(v/v) โดยตัวอย่างทั้งหมดสุ่มมาจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีการผลิตและใช้ภายในโรงพยาบาลชุมชนและหน่วยงานในเขตอำเภอต่างๆในจังหวัดขอนแก่น โดยปริมาณแอลกอฮอล์ที่วิเคราะห์ได้เทียบกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระบุในฉลากได้คำนวณออกมาเป็นร้อยละของผลผลิตจริงซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 101.3 ± 3.4 %(v/v) ดังแสดงในตารางที่ 7



ตารางที่ 5 ค่า Retention time, พื้นที่ใต้กราฟ และอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบกับสารละลายมาตรฐานภายใน

รหัสตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย Retention time (นาที)		ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟ (pA*s)		อัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐาน
	สารละลายมาตรฐานเอทานอล	สารละลายมาตรฐานภายใน	สารละลายมาตรฐานเอทานอล	สารละลายมาตรฐานภายใน	
02/63	7.109 ± 2.883	14.284 ± 0.013	3730.19 ± 441.27	4227.01 ± 607.79	0.885 ± 0.023
04/63	8.771 ± 0.008	14.275 ± 0.007	4091.12 ± 282.54	4501.40 ± 313.15	0.909 ± 0.018
05/63	8.801 ± 0.010	14.297 ± 0.009	4436.89 ± 159.01	4764.39 ± 196.27	0.931 ± 0.008
06/63	8.809 ± 0.010	14.306 ± 0.009	4200.18 ± 412.05	4941.73 ± 497.79	0.887 ± 0.018
08/63	8.792 ± 0.018	14.291 ± 0.010	4200.18 ± 337.96	4941.73 ± 223.06	0.932 ± 0.041
11/63	8.789 ± 0.030	14.288 ± 0.010	4200.18 ± 452.58	4941.73 ± 353.15	0.928 ± 0.027
12/63	8.798 ± 0.006	14.285 ± 0.007	4200.18 ± 317.26	4941.73 ± 379.07	0.921 ± 0.010
15/63	8.792 ± 0.001	14.288 ± 0.004	4200.18 ± 499.64	4941.73 ± 563.27	0.936 ± 0.037

ตารางที่ 6 ค่า Retention time, พื้นที่ใต้กราฟ และอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของไอโซโพรพานอลในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบกับสารละลายมาตรฐานภายใน

รหัสตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย Retention time (นาที)		ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟ (pA*s)		อัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐาน
	สารละลายมาตรฐานไอโซโพรพานอล	สารละลายมาตรฐานภายใน	สารละลายมาตรฐานไอโซโพรพานอล	สารละลายมาตรฐานภายใน	
PS01	8.561 ± 0.010	14.280 ± 0.007	5430.98 ± 414.11	4837.22 ± 443.97	1.124 ± 0.017

ตารางที่ 7 ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ

ลำดับที่	รหัสตัวอย่าง	ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระบุ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณแอลกอฮอล์ที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ร้อยละของผลผลิตจริง
1	PS01	มากกว่า 70	86.4 (ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์)	100.0
2	02/63	70	70.0	100.0
3	04/63	75	71.7	95.6
4	05/63	70	73.3	104.7
5	06/63	70	70.2	100.3
6	08/63	75	73.4	97.9
7	11/63	70	73	104.3
8	12/63	70	72.6	103.7
9	15/63	70	73.6	105.1
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		N/A	73.8 ± 4.9	101.3 ± 3.4

* N/A = ไม่สามารถคำนวณค่าได้



3.2 ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในตัวอย่างสารตั้งต้น

ในส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในสารตั้งต้นที่มีใช้ในโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดขอนแก่นทั้งสิ้น 21 ตัวอย่าง แสดงค่า retention time พื้นที่ใต้กราฟ และอัตราส่วนระหว่างสารมาตรฐานภายใต้แสดงในตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในสารตั้งต้นที่วิเคราะห์ได้ พบว่า มีสารตั้งต้นเอทานอลจำนวน 1 ใน 21 ตัวอย่างที่มีปริมาณเอทานอลน้อยกว่า 50 % (v/v) ซึ่งทางโรงพยาบาลชุมชนมิได้แจ้งปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระบุบนฉลากจึงไม่สามารถคำนวณร้อยละของ

ผลผลิตจริงได้ จึงได้ทำการคำนวณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เพียง 20 ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 9 ซึ่งสรุปได้ว่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระบุในฉลากผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 70, 75, 95 และ 99 % (v/v) พบว่า ปริมาณเอทานอลในสารตั้งต้นแอลกอฮอล์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 86.1 ± 10.9 % (v/v) เมื่อนำปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณเป็นร้อยละผลผลิตจริงพบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 92.8 – 110.4 % (v/v) หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.6 ± 5.4 % (v/v)

ตารางที่ 8 ค่า Retention time, พื้นที่ใต้กราฟ และอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของเอทานอลในตัวอย่างสารตั้งต้นเอทานอลกับสารละลายมาตรฐานภายใน

รหัส ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย Retention time (นาที)		ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟ (pA*s)		อัตราส่วนของ พื้นที่ใต้กราฟของ สารละลาย มาตรฐาน
	สารละลาย มาตรฐาน เอทานอล	สารละลาย มาตรฐาน ภายใน	สารละลาย มาตรฐาน เอทานอล	สารละลาย มาตรฐาน ภายใน	
01	7.116 ± 2.889	14.279 ± 0.006	3798.08 ± 542.60	4021.30 ± 345.65	0.943 ± 0.078
02	8.630 ± 0.117	14.159 ± 0.091	4755.07 ± 608.96	4165.95 ± 490.17	1.141 ± 0.054
03	8.781 ± 0.002	14.270 ± 0.002	4483.50 ± 358.28	4360.01 ± 233.82	1.027 ± 0.033
04	8.811 ± 0.031	14.266 ± 0.024	4200.18 ± 1227.3	4941.73 ± 1040.3	1.221 ± 0.013
05	8.791 ± 0.023	14.281 ± 0.015	4200.18 ± 349.70	4941.73 ± 439.56	1.057 ± 0.025
06	8.835 ± 0.009	14.281 ± 0.006	4200.18 ± 365.82	4941.73 ± 271.84	1.190 ± 0.060
07	8.792 ± 0.008	14.277 ± 0.006	4200.18 ± 179.54	4941.73 ± 203.44	1.064 ± 0.031
08	8.819 ± 0.005	14.265 ± 0.007	4200.18 ± 250.43	4941.73 ± 369.30	1.237 ± 0.052
09	8.810 ± 0.023	14.267 ± 0.017	4200.18 ± 755.79	4941.73 ± 550.47	1.259 ± 0.034
10	8.715 ± 0.137	14.262 ± 0.130	4200.18 ± 531.06	4941.73 ± 318.03	1.163 ± 0.037
11	8.573 ± 0.017	14.281 ± 0.011	4200.18 ± 330.53	4941.73 ± 266.25	1.218 ± 0.005
12	8.796 ± 0.028	14.281 ± 0.019	4200.18 ± 1085.1	4941.73 ± 987.79	1.192 ± 0.032
13	8.797 ± 0.027	14.292 ± 0.020	4200.18 ± 496.85	4941.73 ± 498.81	0.973 ± 0.028
14	8.806 ± 0.007	14.307 ± 0.006	4200.18 ± 258.26	4941.73 ± 287.17	0.837 ± 0.043
15	8.723 ± 0.147	14.271 ± 0.138	4200.18 ± 466.95	4941.73 ± 462.76	1.149 ± 0.042
16	8.804 ± 0.009	14.308 ± 0.010	4200.18 ± 385.52	4941.73 ± 471.12	0.891 ± 0.008
17	8.810 ± 0.012	14.310 ± 0.012	4200.18 ± 531.16	4941.73 ± 644.62	0.940 ± 0.024
18	8.683 ± 0.009	14.315 ± 0.016	4200.18 ± 69.00	4941.73 ± 639.80	0.094 ± 0.003
19	8.726 ± 0.127	14.268 ± 0.123	4200.18 ± 516.77	4941.73 ± 292.93	1.156 ± 0.048
20	8.813 ± 0.018	14.291 ± 0.013	4200.18 ± 758.04	4941.73 ± 412.44	0.998 ± 0.082
21	8.728 ± 0.149	14.278 ± 0.134	4200.18 ± 371.22	4941.73 ± 230.84	1.156 ± 0.064

ตารางที่ 9 ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างสารตั้งต้นเอทานอล

ลำดับที่	รหัสตัวอย่าง	ปริมาณเอทานอลที่ระบุ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละโดยปริมาตร)	ร้อยละของผลผลิต จริง
1	01	75	74.1	98.8
2	02	95	88.2	92.8
3	03	75	80.1	106.8
4	04	95	93.8	98.7
5	05	75	82.3	109.7
6	06	95	91.7	96.5
7	07	75	82.8	110.4
8	08	95	95	100.0
9	09	99	96.6	97.6
10	10	95	89.8	94.5
11	11	99.9	93.3	93.3
12	12	95	91.8	96.6
13	13	75	76.3	101.7
14	14	70	66.6	95.1
15	15	95	88.7	93.4
16	16	75	70.5	94.0
17	17	75	74	98.7
18	19	95	89.2	93.9
19	20	75	78.1	104.1
20	21	94	89.3	95.0
ค่าเฉลี่ย $\pm$		86.1 $\pm$ 10.9	84.6 $\pm$ 8.9	98.6 $\pm$ 5.4
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน*				

* คำนวณค่าเฉลี่ยจาก 20 ตัวอย่างเนื่องจากมี 1 ตัวอย่างที่มีปัญหาได้ระบุปริมาณเอทานอลที่ฉลากผลิตภัณฑ์ จึงไม่สามารถนำมาคำนวณรวมกันได้

อภิปรายและสรุปผล

การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในการทดลองนี้ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่อ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่มีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในยาชาตุน้ำแดงและยาขับลมด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับแมสสเปคโตรเมตรี (Daodee *et al.*, 1999) ร่วมกับวิธีวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในน้ำหมักด้วยเทคนิคเฮดสเปซ-แก๊สโครมาโทกราฟี (Luangkriangkrai and Inprasit 2011) จากผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์โดยหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ (r^2) ที่มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจึงทำให้มีความมั่นใจได้ว่าการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ตามวิธีดังกล่าวสามารถวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบได้อย่างถูกต้องในระดับพอใช้ได้ สถานการณ์ที่มีการขาดแคลนและเร่งด่วนของการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปแบบสเปรย์ซึ่งมี

ส่วนประกอบเพียงแอลกอฮอล์และน้ำ หากต้องการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์รูปแบบเจลที่มีส่วนประกอบของสารก่อเจลและน้ำหอมจำเป็นจะต้องมีการศึกษาความน่าเชื่อถือของวิธีการวิเคราะห์ (Method validation) รวมถึงการพัฒนาทั้งขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมโดยสามารถใช้วิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ต่อไปในอนาคต

จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบทั้งหมด 9 ตัวอย่าง โดยได้รับมาจากกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคและเภสัชสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมีปริมาณแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบมากกว่า 70 % (v/v) ซึ่งเป็นปริมาณที่ตรงตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เพื่อสุขอนามัยสำหรับมือที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย พ.ศ. 2563 ที่ได้ลงเผยแพร่ในราชกิจจานุเบกษาและมีผลบังคับใช้ ในวันที่ 10 มีนาคม 2563 โดยกำหนดให้ผลิตภัณฑ์นี้เป็นเครื่องสำอาง และต้องมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ไม่ต่ำกว่า 70 % (v/v) เนื่องจากหากมีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า 70 % (v/v) จะไม่มีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งแอลกอฮอล์ที่ผสมในผลิตภัณฑ์จะเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ หรือ ไอโซโพรพานอล เอ็น-โพรพิลแอลกอฮอล์ หรือ เอ็น-โพรพานอล ก็ได้ โดยอาจเป็นเพียงสารเดี่ยวหรือผสมรวมกันอยู่ตั้งแต่ 70 % (v/v) ขึ้นไป นอกจากนี้เมื่อศึกษาถึงความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อควรอยู่ในช่วงระหว่าง 60 - 90 % (v/v) (Rowe *et al.*, 2009) ซึ่งจากตัวอย่างทั้งหมดไม่มีตัวอย่างใดที่มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่นอกเกณฑ์ที่ระบุ จากวิธีวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในการศึกษานี้สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งปริมาณของเมทิลแอลกอฮอล์ เอทิลแอลกอฮอล์ และไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ซึ่งพบว่า ผลิตภัณฑ์เกือบทั้งหมดผลิตโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม โดยมีเพียง 1 ใน 9 ตัวอย่างที่ผลิตจากไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังไม่มีตัวอย่างใดที่มีส่วนผสมของเมทิลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ห้ามมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อที่ใช้กับร่างกาย ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบที่มีการผลิตและใช้ในโรงพยาบาลชุมชนและหน่วยงานในจังหวัดขอนแก่นมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้จริงและมีความปลอดภัยจากสารอันตราย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาร้อยละการผลิตได้จริงซึ่งเป็นการนำร้อยละของปริมาณแอลกอฮอล์ที่

วิเคราะห์ได้เทียบกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระบุบนฉลากของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 95.6 – 105.1 % (v/v) แสดงให้เห็นถึงการมีมาตรฐานในการเตรียมผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ตามที่ระบุข้างฉลาก นอกจากการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือแล้วนั้น การศึกษานี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในสารตั้งต้นเอทานอลที่มีใช้ภายในโรงพยาบาลชุมชนต่างๆของจังหวัดขอนแก่น โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ในสารตั้งต้นมีค่าเท่ากับ 84.6 ± 8.9 % (v/v) และเมื่อคำนวณเป็นร้อยละผลผลิตจริงแล้วมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.6 ± 5.4 % (v/v) ทั้งนี้พบว่ามี 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์น้อยกว่าช่วงความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (60 - 90 % (v/v)) จึงทำให้สารตั้งต้นแอลกอฮอล์ตัวอย่งนั้นไม่สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือเพื่อฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งเป็นการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่งด้วย

ปริมาณตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ ที่นำมาตรวจวิเคราะห์มีจำนวนเพียง 9 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างที่โรงพยาบาลชุมชนผลิตขึ้นเองในรูปแบบสเปรย์ โดยไม่มีการนำรูปแบบเจล และผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดมาตรวจวิเคราะห์ด้วย เพื่อจะได้ทราบปริมาณแอลกอฮอล์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ประชาชนในพื้นที่เชื่อว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอในการฆ่าเชื้อไวรัสได้ ซึ่งอาจแสดงข้อจำกัดของการนำตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ และขอเสนอแนะในการนำวิธีการตรวจวิเคราะห์ไปขยายผลเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อพื้นที่

ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างสารตั้งต้นเอทานอลจำนวน 20 ตัวอย่าง มีตัวอย่างลำดับที่ 14 ที่ปริมาณเอทานอลที่ระบุโดยปริมาตร ร้อยละ 70 แต่ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ คือ ร้อยละ 66.6 หากนำสารตั้งต้นเอทานอลตัวอย่งนี้ ไปทำการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบสเปรย์หรือเจล ปริมาณเอทานอลที่อยู่ในผลิตภัณฑ์นี้จะไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อไวรัสได้ ซึ่งไม่แนะนำให้ผสมแอลกอฮอล์ชนิดน้ำที่มีความเข้มข้น 70% v/v หรือต่ำกว่าร่วมกับสารอื่น

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบและสารตั้งต้นเอทานอลด้วยเครื่องมือแก๊สโครมาโทกราฟีในการศึกษานี้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ทั้งสามชนิดได้แก่ เอทิลแอลกอฮอล์ ไอโซโพรพิล

แอลกอฮอล์ และเมทิลแอลกอฮอล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องในระดับพอใช้ซึ่งมีส่วนช่วยให้การใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบในสภาวะเร่งด่วนและขาดแคลนนี้เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าประชาชนจะสามารถนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปใช้ได้อย่างมีคุณภาพและปลอดภัย โดยพบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีการผลิตและใช้ภายในโรงพยาบาลชุมชนและหน่วยงานในจังหวัดขอนแก่นทั้ง 9 ตัวอย่างมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีความปลอดภัยจากสารเคมีอันตราย ทั้งนี้การได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค แสดงให้เห็นว่าในระยะแรกของการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในจังหวัดขอนแก่น โรงพยาบาลชุมชนจำนวนทั้งหมด 26 แห่ง สุ่มตัวอย่างจำนวน 11 แห่งที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อจากแอลกอฮอล์ ที่ได้รับแอลกอฮอล์วัตถุดิบมาทั้งจากการบริจาค การจัดซื้อจัดหาแบบเร่งด่วนให้ทันต่อความต้องการใช้ที่เพิ่มปริมาณสูงขึ้นหลายเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะปกติ สามารถจัดการกระบวนการผลิตที่เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อไวรัสได้ เป็นอีกส่วนสำคัญในกระบวนการควบคุม ป้องกันและกระบวนการรักษาผู้ป่วยในสถานบริการสาธารณสุขภาครัฐนำมาซึ่งความมั่นใจและผลสำเร็จในสภาวะจัดการกับโรคระบาดครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนด้านเครื่องมือ และสถานที่ปฏิบัติการเพื่อให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- Backer J, Klinkenberg D, Wallinga J. Incubation period of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections among travellers from Wuhan, China, 20–28 January 2020. *Euro Surveill* 2020; 25(5): 1-6.
- Daodee S, Wangboonskul J, Jarukamjorn. Quantitative and qualitative determination of alcohols in stomachica and carminative mixture by gas chromatographic method with mass spectrometry. *KKU Research J* 1999; 4(2).
- Dettmer-Wilde K, Engewald W. *Practical Gas Chromatography: A Comprehensive Reference. Berlin: Springer-Verlag; 2014: 3-11.*
- Doremalen N, Morris D, Holbrook M, *et al.* Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382(16): 1-4.
- Hemmati F, Saedi S, Hemmati-Dinarvand M, *et al.* Mysterious Virus: A Review on Behavior and Treatment Approaches of the Novel Coronavirus, 2019-nCoV. *Arch Med Res* 2020; 51(5): 375-383.
- ICH harmonized tripartite guideline validation of analytical procedures text and methodology: Q2(R1). 2005.
- Luangkriangkrai S and Inprasit C. Determination of ethanol in fermented media by head space - the internal standard method in gas chromatography. Proceeding of the 8th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference (The 8th KU - KPS Conference), 2011 Dec 8-9; Bangkok, Thailand.
- Neuman BW, Kiss G, Kunding AH, *et al.* A structural analysis of M protein in coronavirus assembly and morphology. *J Struct Biol* 2011; 174(1): 11-22.
- Notification of the Ministry of Public Health (No.137) special part 54 B.E. 2563 (2020) Notified on 10th March B.E. 2563 (2020)
- Ren SY, Wang WB, Hao YG, *et al.* Stability and infectivity of coronaviruses in inanimate environments. *World J Clin Cases* 2020; 8(8): 1391-1399.
- Rowe R, Sheskey P, Quinn M. *Handbook of Pharmaceutical Excipients* 6th ed. Washington: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association; 2009. 17-19.



Rutala WA, Weber DJ, and Healthcare Infection Control

Practices Advisory Committee. Guideline for
Disinfection and Sterilization in Healthcare
Facilities. Center for disease control and
prevention 2008 (update May 2019).

World Health Organization. Clinical management of
COVID-19: interim guidance 27 May 2020.

Geneva: World Health Organization 2020.

World Health Organization. Modes of transmission of virus

causing COVID-19: implications for IPC
precaution recommendations 27 March 2020.

Geneva: World Health Organization 2020

Available from: [https://apps.who.int/iris/rest/
bitstreams/1273262/retrieve](https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1273262/retrieve).

Zhu N, Zhang D, Wang W, *et al.* A novel coronavirus from
patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl
J Med* 2020; 382(8): 727-733.