การวิเคราะห์ซูมาทริพแทนและอีลิทริพแทนโดยแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส

Analysis of Sumatriptan and Eletriptan By Capillary Electrophoresis

นพัช เข็มทอง และ สมศักดิ์ ศิริไชย*

ภาควิชาเคมี และศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Napat Khemthong and Somsak Sirichai*

Department of Chemistry and Center of Excellence for Innovation in Chemistry,

Faculty of Science, Burapha University

บทคัดย่อ

ในการศึกษาการวิเคราะห์ซูมาทริพแทนและอีลิทริพแทน โดยแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีสด้วยตัวตรวจวัดยูวี ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม สารสนใจสามารถแยกได้อย่างสมบูรณ์ภายใน 2 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดและขีดจำกัดการหาปริมาณของซูมาทริพแทนและอีลิทริพแทนเท่ากับ 0.30 และ 0.60 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.90 และ 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับความเป็นเส้นตรงของซูมาทริพแทน (0.90-50.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) และอีลิทริพแทน (1.80-50.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9993 และ 0.9994 ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไมเกรชั่นไทม์ของซูมาทริพแทนและอีลิทริพแทนน้อยกว่า 0.77% และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ใต้พีคของอีลิทริพแทนและอีลิทริพแทนน้อยกว่า 6.46%

คำสำคัญ : แคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส / ซูมาทริพแทน / อิลิทริพแทน

Abstract

Analysis of sumatriptan and eletriptan by capillary electrophoresis with UV detection was studied. Under the optimized conditions, analytes could be completely separated within 2 min. Limits of detections and limits of quantitations of sumatriptan and eletriptan were 0.30 and 0.60mg/L, and 0.90 and 1.80 mg/L, respectively. Linearity of sumatriptan (0.90-50.00 mg/L) with R^2 = 0.9993 and eletriptan (1.80-50.00 mg/L) with R^2 = 0.9994 were obtained. Relative standard deviations of migration times of sumatriptan and eletriptan were less than 0.77%. Relative standard deviations of peak areas of sumatriptan and eletriptan were less than 6.46%.

Keywords : Capillary electrophoresis / Sumatriptan / Eletriptan

***Corresponding author.** E-mail: sirichai@buu.ac.th

1. บทนำ

โรคปวดศีรษะเป็นโรคที่ทรมานผู้ป่วยมากโรคหนึ่ง ทำให้ความคิดความจำและอารมณ์ต่างๆ เสียไปในช่วงเวลาหนึ่งที่มีอาการปวดรวมทั้งทำลายสุขภาพขัดขวางการทำงานและการนอนหลับพักผ่อน ประเภทของโรคปวดศีรษะที่พบบ่อยคือ ไมเกรน

ไมเกรน (สันติ ไชยวงศ์เกียรติ, 2550) เป็นโรคปวดศีรษะแบบเป็นๆ หายๆ เกิดจากสาเหตุภายในและภายนอกกะโหลกศีรษะ โดยเกิดจากหลอดเลือดภายในหรือภายนอกศีรษะหดตัวหรือขยายตัวมากผิดปกติ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยอาการเครียดเฉียบพลัน ระบบประสาทของผู้ที่เป็นไมเกรนจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงในร่างกายและสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนปกติ เมื่อระบบประสาทมีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจะทำให้เกิดการอักเสบของเส้นสมองทำให้ปวดศีรษะไมเกรน (ศิริลักษณ์, 2549)

ทริพแทน (พิสิฐ วงศ์วัฒนะ, 2547) ใช้บรรเทาอาการปวดแบบไมเกรน รวมถึงอาการปวดศีรษะอย่างรุนแรง เช่นเดียวกับอาการคลื่นไส้ อาเจียน ซึ่งสารหรือยาที่อยู่ในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ 1. แอลโมทริพแทน (Almotriptan) 2. โฟรวาทริพแทน (Frovatriptan) 3. แนราทริพแทน (Naratriptan) 4. ริซาทริพแทน (Risatriptan) 5. ซูมาทริพแทน (Sumatriptan) 6. โซลมิทริพแทน (Zolmitriptan) 7. อีลิทริพแทน (Eletriptan) โดยยาเหล่านี้ออกฤทธิ์ที่ศูนย์เซโรโทนินในสมอง ทำให้หลอดเลือดในสมองหดตัว เพราะขณะที่เกิดอาการปวดไมเกรน หลอดเลือดเหล่านี้มักขยายตัว ทริพแทนออกฤทธิ์เจาะจงที่ศูนย์เซโรโทนินประเภทหนึ่งชื่อว่าศูนย์ 5-เอชที ($5\text{-HT}_{1B/1D}$) ไม่ออกฤทธิ์ที่ศูนย์เซโรโทนินอื่น

โดยปกติการวิเคราะห์ซูมาทริพแทน อีลิทริพแทน สามารถทำได้หลายวิธีซึ่งมีการใช้เครื่องมือและเทคนิคที่ต่างกันออกไป โดยเทคนิคหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography) (Swamy *et al*., 2012; Franklin *et al*., 1996; Suneetha *et al*., 2010; Ge *et al*., 2004; Cooper *et al*., 1999) กับเครื่องวัดชนิดต่างๆ เช่น ฟลูออเรสเซนต์ เคมีไฟฟ้า (electrochemistry) และสเปคโทรฟลูออโรเมตรี (Sunitha *et al*., 2012) ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน ใช้ปริมาณตัวทำละลายอินทรีย์ในปริมาณมาก เพราะทำหน้าที่เป็นสารละลายเฟสเคลื่อนที่ ทำให้การวิเคราะห์มีค่าใช้จ่ายสูงและของเสียหลังการวิเคราะห์มีปริมาณมาก ส่วนอีกเทคนิคหนึ่งที่ได้รับความสนใจคือเทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส (Capillary electrophoresis) (Azzam *et al*., 2011) เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารซูมาทริพแทนและอีลิทริพแทน ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัด ใช้สารละลายปริมาณน้อยในระดับนาโนลิตร และช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการทดลอง

งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาการพัฒนาและการตรวจสอบการหาปริมาณของอีลิทริพแทนไฮโดรโบรไมด์ในยาเม็ดโดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี[4] ด้วยตัวตรวจวัดยูวี ที่ความยาวคลื่น 221 นาโนเมตร สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วย ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ : อะซิโตไนไตล์ (60 : 40) อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่เท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที จากวิธีการวิเคราะห์นี้มีช่วงความเป็นเส้นตรง 5-30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ขีดจำกัดของการตรวจวัดเท่ากับ 0.6327 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ขีดจำกัดของการหาปริมาณเท่ากับ 1.963 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และร้อยละการได้กลับคืนเท่ากับ 98 ถึง 100%

นอกจากนี้มีการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณของซูมาทริพแทนในตัวอย่างยา โดยเทคนิคไมเซลลาร์อิเลคโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี (Micellar electrokinetic chromatography, MEKC) (Azzam *et al*., 2011) ด้วยตัวตรวจวัดยูวี ที่ความยาวคลื่น 226 นาโนเมตร สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ สารละลายโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลต่อ

ลิตรกับโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต ความเข้มข้น 125 มิลลิโมลต่อลิตร แล้วปรับพีเอชเท่ากับ 2.2 แคปปิลารีที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50 ไมโครเมตร ยาว 40 เซนติเมตร สารถูกฉีดเข้าสู่ระบบเป็นเวลา 10 วินาที ค่าศักย์ไฟฟ้า 26กิโลโวลต์จากวิธีการวิเคราะห์นี้มีช่วงความเป็นเส้นตรง 100-2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และขีดจำกัดของการตรวจวัดเท่ากับ 1.49 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ยาในตัวอย่างยา โดยใช้เทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีสโดยใช้ตัวตรวจวัดยูวี ซึ่งจะเป็นเทคนิคที่ง่ายกว่าเทคนิคก่อนหน้านี้ เนื่องด้วยเทคนิคแคปปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส เป็นวิธีการแยกสารที่ง่ายและมีการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด โดยไม่ใช้สารลดแรงตึงผิวในสารละลายบัฟเฟอร์ และยังไม่มีการรายงานการวิเคราะห์สารทั้งสองตัวพร้อมกันโดยเทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซิส

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี

สารเคมีทุกตัวเป็นเกรดวิเคราะห์ ซูมาทริพแทน ($C_{14}H_{21}N_3O_2S$) และ อีลิทริพแทน ($C_{22}H_{26}N_2O_2S$) จากบริษัท Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) จากบริษัท Ajax finechem ประเทศออสเตรเลีย กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) จากบริษัท loba chemie ประเทศอินเดีย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จากบริษัท loba chemie ประเทศอินเดีย น้ำปราศจากไอออนจากเครื่อง Water Purification System รุ่น EASYpure LF ของบริษัท Barnstead ประเทศเยอรมัน เครื่องแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีสของบริษัท Hewlett-Packard ^{3D}CE ประเทศเยอรมัน ฟิวส์ซิลิก้าแคปปิลารี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 75 ไมโครเมตร ยาว 48.5 เซนติเมตร ของบริษัท Polymicro Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 วิธีการทดลอง

ในการวิเคราะห์สารด้วยเทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีสแต่ละครั้ง ก่อนนำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปปิลารีมีการปรับสภาพผิวภายในแคปปิลารีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้ม 0.1 โมลต่อลิตร เป็นเวลา 2 นาที น้ำปราศจากไอออนเป็นเวลา 1 นาที และสารละลายบัฟเฟอร์ 4 นาทีฉีดสารผสมของทั้ง 2 ชนิดได้แก่ ซูมาทริพแทน ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ อีลิทริพแทน ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เข้าสู่เครื่องแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส ตรวจวัดด้วยที่ความยาวคลื่น 228 นาโนเมตร สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้คือ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ สภาวะที่ศึกษาได้แก่ ผลของพีเอชของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ผลของความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ผลอุณหภูมิของแคปปิลารีผลของศักย์ไฟฟ้า และทดสอบความเชื่อถือได้ของวิธีการวิเคราะห์โดยการศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดขีดจำกัดต่ำสุดในการหาปริมาณช่วงความเป็นเส้นตรงกราฟมาตรฐานและความเที่ยงของการวิเคราะห์

2.3 การเตรียมตัวอย่าง

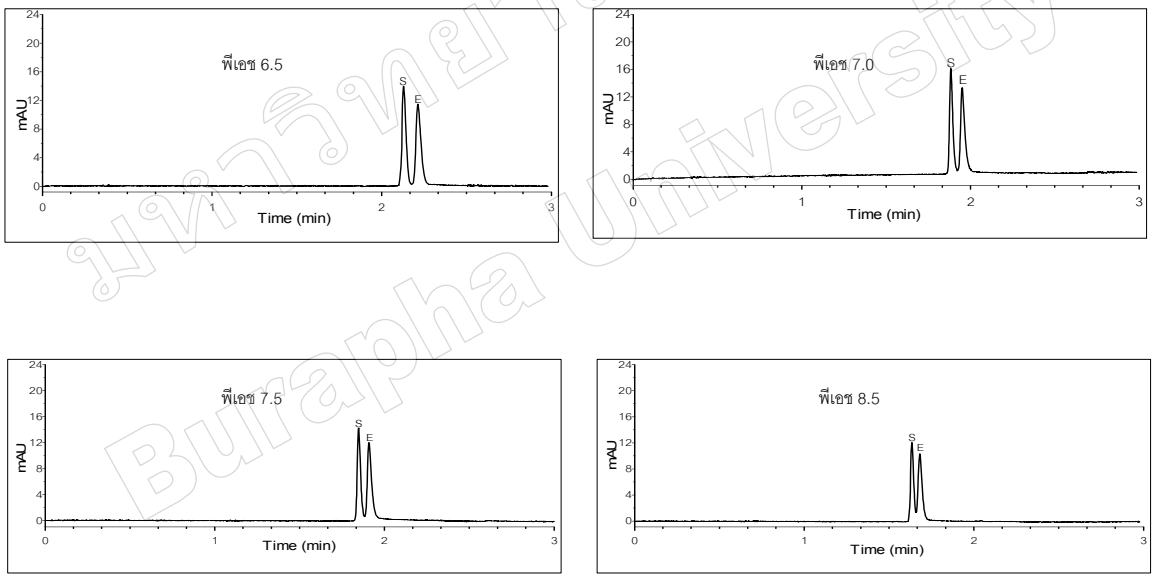
นำตัวอย่างยาเม็ดอีลิทริพแทนจำนวน 10 เม็ดมาชั่งและบดให้เป็นผง ชั่งผงตัวอย่างยาให้มีตัวยา 20 มิลลิกรัม ละลายในสารละลายผสมของเมทานอลและน้ำในอัตราส่วน 50 ต่อ 50 โดยปริมาตร จากนั้นถ่ายลงไปในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร นำไปวางในเครื่องอุลตร้าโซนิคเป็นเวลา 10 นาที และปรับปริมาตรให้ถึงขีดบอกปริมาตรด้วยสารละลายผสมเมทานอล

ปิเปตสารละลายที่ได้ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายเมทานอล ปรับปริมาตรและกรองก่อนวิเคราะห์ สำหรับการเตรียมตัวอย่างยาซูมาทริพแทนทำในทำนองเดียวกัน

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์

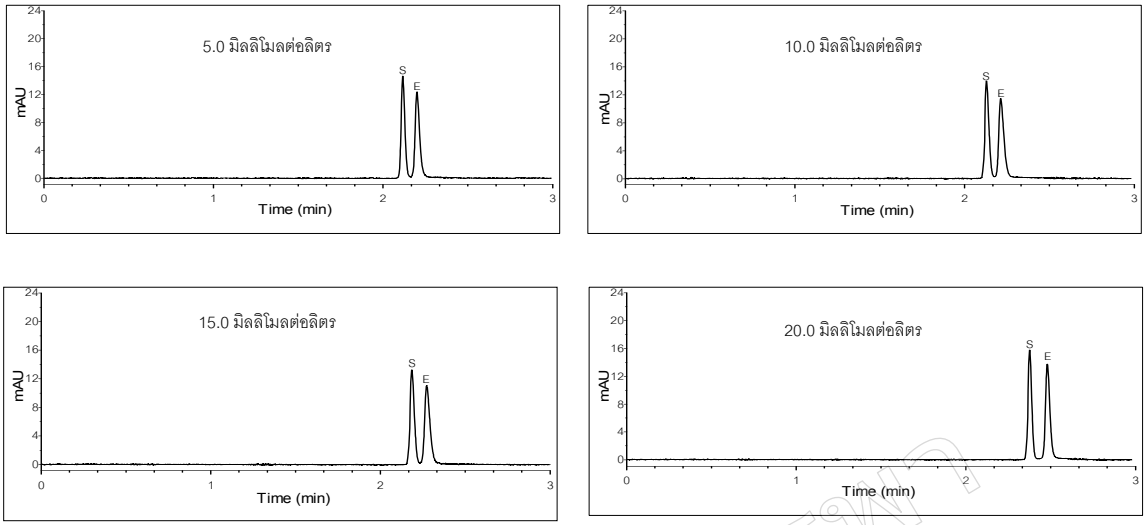
เนื่องจากพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์มีผลต่อประจุของตัวถูกละลาย และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในอิเลคโทรออสโมติค-โฟล์ว (EOF) ซึ่งทำให้ส่งผลต่อการแยกของสารในเทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส การศึกษาพีเอชในช่วง 6.5-8.5 ของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร จะเห็นว่าพีเอช 6.5, 7.0, 7.5 ใช้เวลาในการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน แต่พบว่าที่พีเอช 6.5 สารแยกกันสมบูรณ์ (R_s = 1.5) ส่วนที่พีเอชอื่นๆ มีค่าการแยกน้อยกว่า 1.5 และที่พีเอช 8.5 จะเห็นว่าใช้เวลาในการวิเคราะห์เร็วขึ้น แต่เนื่องด้วยให้ค่าการแยกลดลง เมื่อพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์เพิ่มขึ้นเวลาในการวิเคราะห์เร็วขึ้น เนื่องจากค่าอิเลคโทรออสโมติคโฟล์ว (EOF) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้สารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น แต่ค่าการแยกนั้นลดลง จึงสรุปได้ว่าที่พีเอช 6.5 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการแยกดังภาพที่1



ภาพที่ 1 ผลของพีเอชต่ออิเลคโทรเฟอโรแกรมของซูมาทริพแทน (S) และอีลิทริพแทน (E)

3.2 ผลของความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

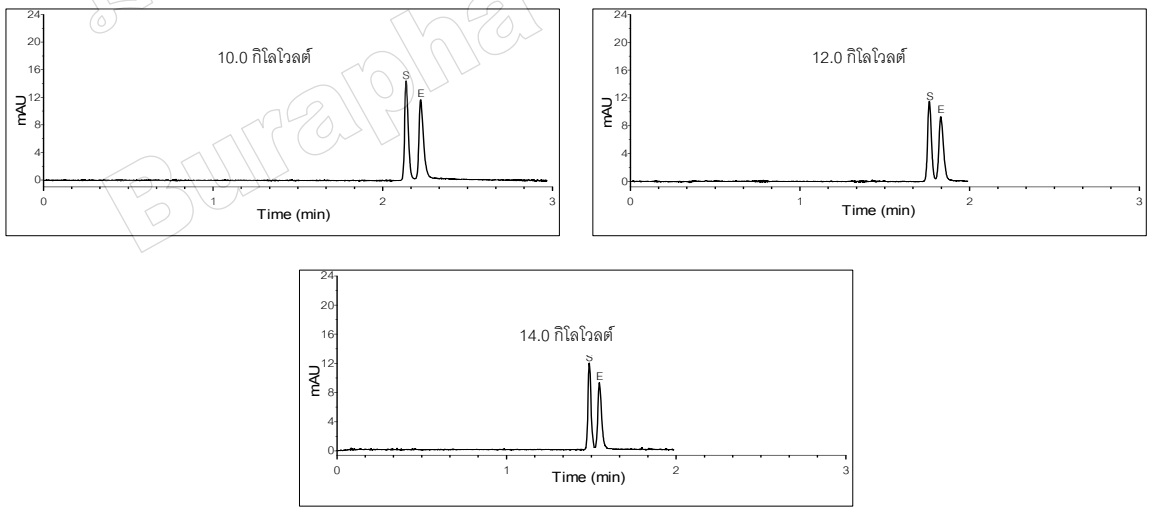
การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ในช่วงความเข้มข้นต่างๆ (5.0-20.0 มิลลิโมลต่อลิตร) พบว่าทุกค่าความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ศึกษา พีคของสารแยกกันอย่างสมบูรณ์ (Rs $\geq$ 1.5) ดังนั้นจึงเลือกความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการแยก ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลของความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรเฟอโรแกรมของซูมาทริพแทน (S) และอีลิทริพแทน (E)

3.3 ผลของค่าศักย์ไฟฟ้า

การศึกษาค่าศักย์ไฟฟ้าในช่วง 10-14 กิโลโวลต์ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร พีเอช 6.5 อุณหภูมิของแคปปิลารี 25 องศาเซลเซียสพบว่าที่ทุกค่าของศักย์ไฟฟ้าที่ศึกษาพีคทั้งสองแยกกันอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงเลือกค่าศักย์ไฟฟ้าที่ 14 กิโลโวลต์ เป็นสภาวะที่เหมาะสม ดังภาพที่ 3 เนื่องจากการแยกสมบูรณ์และเวลาในการวิเคราะห์น้อยที่สุด

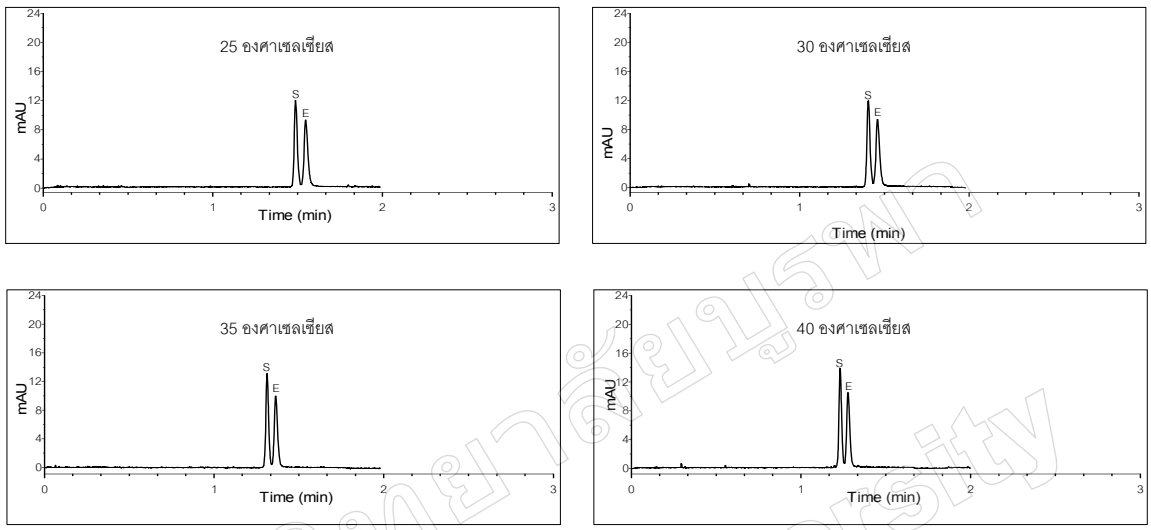


ภาพที่ 3 ผลของค่าศักย์ไฟฟ้าต่ออิเลคโทรเฟอโรแกรมของซูมาทริพแทน (S) และอีลิทริพแทน (E)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.4 ผลของอุณหภูมิของแคปปิลารี

การศึกษาอุณหภูมิของแคปปิลารีในช่วง 25-40 องศาเซลเซียส สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร ที่พีเอช 6.5 พบว่าเมื่ออุณหภูมิของแคปปิลารีเพิ่มขึ้นเวลาในการวิเคราะห์เร็วขึ้น แต่ค่าการแยกนั้นลดลง จึงสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการแยก ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลของอุณหภูมิของแคปปิลารีต่ออิเลคโทรเฟอโรแกรมของซูมาทริพแทน (S) และอีลิทริพแทน (E)

3.5 การทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือได้ของวิธีการวิเคราะห์

ตัวแปรที่ใช้ทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าในการวิเคราะห์สารทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ซูมาทริพแทน และอีลิทริพแทน โดยเทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส ค่าขีดจำกัดในการหาปริมาณ (LOQ) ของซูมาทริพแทนและอีลิทริพแทน ได้ 0.90 และ 1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และค่าขีดจำกัดต่ำสุดในการตรวจวัด มีค่าเท่ากับ 0.30 และ 0.60 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ค่า R^2 ของกราฟแสดงความเป็นเส้นตรง และกราฟมาตรฐานของสารแต่ละชนิดอยู่ในช่วง 0.9991-1.0000 ไมเกรชั่นไทม์และพื้นที่ใต้พีคมี %RSD น้อยกว่า 40.77% และ 6.46% ร้อยละการได้กลับคืนของสารทุกตัวอยู่ในช่วง 93.00-96.33%

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือได้ของวิธีการวิเคราะห์

ตัวแปร	ซูมาทริพแทน	อีลิทริพแทน
กราฟแสดงความเป็นเส้นตรง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.90 - 50.0	1.80 – 50.0
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2)	0.9993	0.9994
ขีดจำกัดของการตรวจวัด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.30	0.60
ขีดจำกัดของการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.90	1.80
ความเที่ยง		
ไมเกรชั่นไทม์, RSD(%) (n=3)		
ที่ความเข้มข้น2.0 mg/L	0.00	0.66
ที่ความเข้มข้น4.0 mg/L	0.37	0.77
ที่ความเข้มข้น8.0 mg/L	0.00	0.40
พื้นที่พีค, RSD(%) (n=3)		
ที่ความเข้มข้น2.0 mg/L	0.98	2.43
ที่ความเข้มข้น4.0 mg/L	1.60	6.46
ที่ความเข้มข้น8.0 mg/L	0.67	2.89
ร้อยละการได้กลับคืน		
ที่ความเข้มข้น1.0 mg/L	96.33 ± 2.31	93.00 ± 2.65

3.6 การวิเคราะห์สารตัวอย่าง

เมื่อนำสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองมาวิเคราะห์สารซูมาทริพแทน และอีลิทริพแทนในตัวอย่างยา พบปริมาณซูมาทริพแทนในตัวอย่าง เท่ากับ 3.06 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.31 และปริมาณสารอีลิทริพแทนในตัวอย่างเท่ากับ 2.92 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.65 และเมื่อนำมาเทียบกับเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่าเวลาในการวิเคราะห์สารทั้งสองตัวใช้เวลานานกว่าการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซีส

4. สรุปผลการวิจัย

เทคนิคแคปปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีสสามารถตรวจวัด ซูมาทริพแทน และอีลิทริพแทนในตัวอย่างยาได้พร้อมกัน เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพและปริมาณที่เหมาะสมได้เป็นอย่างดี และภายใต้สภาวะที่เหมาะสมใช้เวลาในการวิเคราะห์เพียง 2 นาที ซึ่งวิเคราะห์ได้เร็วกว่า 1-3 เท่าเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่เคยได้รายงานก่อนหน้านี้ (Pourmand *et al*., 2011; Riddhi *et al*., 2013; Suneetha *et al*., 2010) ให้สารแยกจากกันได้สมบูรณ์ และไม่มีสัญญาณรบกวนจากสารอื่นอีกด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

6. เอกสารอ้างอิง

พิสิฐ วงศ์วัฒนะ. (2547). ยา The Pill Book. หมอชาวบ้าน, กรุงเทพฯ, 271-279

ศิริลักษณ์. (2549). ปวดศีรษะไมเกรนหายได้. ไพลินบุ๊คเน็ต, กรุงเทพฯ

สันติ ไชยวงศ์เกียรติ. (2550). ไมเกรนและสารพัดอาการปวดศีรษะ. ใกล้หมอ, กรุงเทพฯ

Azzam, K.M.A., Saad, B., Tat, C.Y., Mat, I.Y.H.,& Aboul-Enein, H.Y., (2011). Stability-indicating Micellar Electrokinetic Chromatography Method for the Analysis of Sumatriptan Succinate in Pharmaceutical Formulations.*Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 56, 937-943.

Cooper, J.D., Muirhead, D.C.,& Taylor, J.E., (1999). Determination of Eletriptan in Plasma and Saliva Using Automated Sequential Trace Enrichment of Dialysate and High-performance Liquid Chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 21, 787-796.

Franklin, M., Odontiadis, J., & Clement, E.M., (1996). Determination of Sumatriptan Succinate in Human Plasma by High-performance Liquid Chromatography with Coulometric Detection and Utilization of Solid-Phase Extraction. *Journal of Chromatography B*, 681, 416-420.

Ge, Z., Tessier, E., Neirinck, L.,& Zhu, Z., (2004). High Performance Liquid Chromatographic Method for the Determination of Sumatriptan with Fluorescence Detection in Human Plasma. *Journal of Chromatography B*, 806, 299-303.

Pourmand, M.R., Azar, M.S., & Aghavalijamaat, M., (2011) Development of Validated UV Spectrophotometric Method for In Vitro Analysis of Sumatriptan in Pharmaceutical Preparations in Comparison with HPLC, *Pharmaceytical Chemistry Journal,* 44, 585-589.

Riddhi, G., & Dharamsi, A., (2013) Simultaneous Estimation of Sumatriptan Succinate and Naproxen Sodium in Bulk Drug and Pharmaceutical Dosage Form by RP-HPLC Method, *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 3, 93-97.

Suneetha, D., & Rao, A.L., (2010). RP-HPLC Method for the Estimation of Eletriptan in Pharmaceutical Dosage Forms. *International Journal of Chemical, Environmental and Pharmaceutical Research*, 1, 95-99.

Sunitha, P., Jhansirani, C.H., Kavitha, B., Sirisha, N.,& Pavani,A. (2012). Method Development and Validation of Eletriptan Hydrobromide tablets by UV-Visible Spectrophotometric method. *International Journal of Pharmaceutical Chemical and Biological Sciences*, 2, 427-430.

Swamy, G.K., Kumar, J.M.R. & Rao, J.V.L.N.S., (2012). Development and Validation of RP-HPLC Method for the Estimation of Eletriptan Hydrobromide in Bulk and Tablet Dosage Form. *Journal of Pharmacy Research*, 5, 538-540

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University