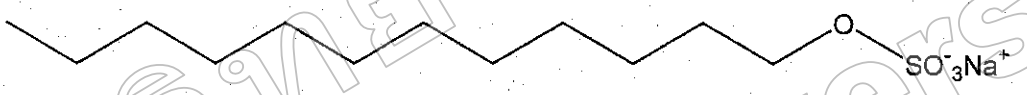
# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## ทฤษฎีหลักการพื้นฐานของเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี (Micellar Electrokinetic Chromatography)

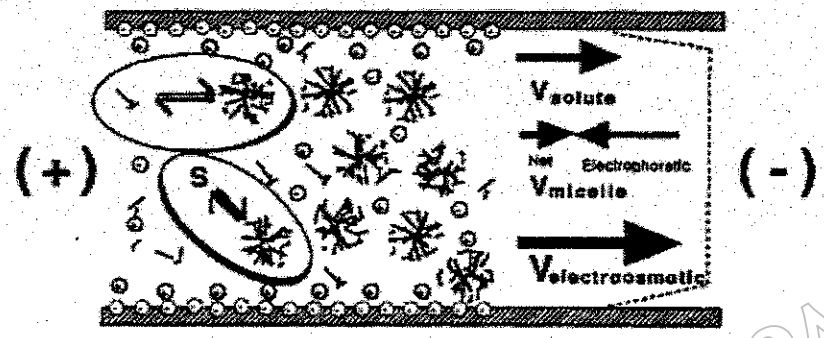
เทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีเป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยเทราเบ้และคณะ (Weinberger, 1993, p. 11) ในปีค.ศ. 1984 ได้มีการทดลองใช้ไมเซลล์ (Micelles) ในกระบวนการแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิสเพื่อใช้แยกสารที่ไม่มีประจุ โดยการเติมสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลงไปในสารละลายบัฟเฟอร์ สารลดแรงตึงผิวที่นิยมใช้คือโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ ดังแสดงโครงสร้างของสารดังภาพที่ 2




ภาพที่ 2 โครงสร้างโมเลกุลของโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate)

การเติมสารลดแรงตึงผิวลงในสารละลายบัฟเฟอร์จะเติมให้สารลดแรงตึงผิวมีความเข้มข้นถึงระดับความเข้มข้นวิกฤตไมเซลล์ (Critical Micelle Concentration) โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตมีความเข้มข้นวิกฤตไมเซลล์ 8.0 มิลลิโมลต่อลิตร (Weinberger, 1993, p. 150) ซึ่งที่ความเข้มข้นวิกฤตไมเซลล์ โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวจะรวมกลุ่มเป็นวงกลม โดยหันด้านที่ชอบน้ำออกสู่ผิวด้านนอก และหันปลายด้านชอบไขมันเข้าสู่ศูนย์กลาง เกิดเป็นไมเซลล์ ระบบของไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีประกอบด้วย 2 เฟส คือเฟสน้ำ (Aqueous Phase) และเฟสไมเซลลาร์ (Micellar Phase) โมเลกุลที่ไม่มีประจุจะกระจายตัว (Partition) ระหว่างเฟสน้ำและเฟสไมเซลลาร์ โดยโมเลกุลที่ชอบไขมัน (Hydrophobic) สามารถเกิดแรงกระทำกับเฟสไมเซลลาร์ได้ดีกว่า ทำให้สามารถแยกโมเลกุลที่ไม่มีประจุออกจากกันได้ เฟสไมเซลลาร์จึงทำหน้าที่คล้ายเฟสคงที่ (Stationary Phase) ในโครมาโทกราฟี เฟสไมเซลลาร์จึงถูกเรียกว่า เฟสคงที่เสมือน (Pseudostationary Phase) โมเลกุลที่เกิดแรงกระทำกับเฟสไมเซลลาร์ได้ดี จะใช้เวลาในการแยกนานกว่าโมเลกุลที่ชอบน้ำ หลักการพื้นฐานของเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกแสดงดังภาพที่ 3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University




ภาพที่ 3 หลักการพื้นฐานของเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี (Grossman & Colburn, 1992)

จากภาพที่ 3 เฟสไมเซลลาร์เป็นชนิดประจุลบ โดยโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวเกิดการรวมกลุ่มเป็นไมเซลล์ และโมเลกุลตัวถูกละลาย (Solute, S) จะกระจายตัวระหว่างเฟสไมเซลลาร์และเฟสน้ำ เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้ากับแคปิลารี ทิศทางของอิเล็กโทรออสโมติก (Electroosmotic Flow, EOF) ไปทางขั้วแคโทด (ขั้วลบ) ผ่านเครื่องตรวจวัด ในขณะที่เฟสไมเซลลาร์จะไปทางขั้วแอโนด (ขั้วบวก) ด้วยความเร็วในการเคลื่อนที่ของเฟสไมเซลลาร์ (Electrophoretic Velocity) แต่ความเร็วของอิเล็กโทรออสโมติกมีค่ามากกว่าความเร็วของเฟสไมเซลลาร์ ทำให้เฟสไมเซลลาร์จะเคลื่อนที่ไปทางขั้วแคโทดเช่นเดียวกัน ความสามารถในการแยกของแต่ละโมเลกุลขึ้นกับความสามารถในการกระจายตัวระหว่างเฟสไมเซลลาร์และเฟสน้ำ โมเลกุลที่กระจายตัวในเฟสไมเซลลาร์ได้ไม่ดี จะเคลื่อนที่ออกมาก่อน ในขณะที่โมเลกุลที่กระจายตัวในเฟสไมเซลลาร์ได้ดีจะออกมาช้ากว่าโมเลกุลที่กระจายตัวในเฟสคงที่เสมือนได้ไม่ดี

เทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี ใช้เทคนิคและเครื่องมือการทดลองเช่นเดียวกับเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส แต่ใช้หลักการพื้นฐานของโครมาโทกราฟีสำหรับการแยก ระบบเครื่องมือพื้นฐานประกอบด้วย แคปิลารีภายในกลวงและแคบ อุปกรณ์ให้ศักย์ไฟฟ้า เครื่องตรวจวัดพร้อมประมวลผล และภาชนะบรรจุสารละลายบัฟเฟอร์ สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้สำหรับการแยกเช่นเดียวกับเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส แต่มีการเติมเฟสคงที่เสมือนลงในสารละลายบัฟเฟอร์ เกิดเป็นเฟส 2 เฟสในสารละลายบัฟเฟอร์ คือเฟสคงที่เสมือนและเฟสสารละลาย เมื่อสารโมเลกุลเข้าสู่แคปิลารี จะกระจายตัวระหว่างเฟสทั้งสอง สารทั้งหมดจะเคลื่อนที่ภายในแคปิลารีด้วยแรงลัพธ์ระหว่างอิเล็กโทรโฟรติกและอิเล็กโทรออสโมติก เฟสคงที่เสมือนที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นเฟสคงที่เสมือนชนิดประจุลบ เนื่องจากเป็นเฟสคงที่เสมือนที่เกิดจากสารลดแรงตึงผิวโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต เมื่อเติมโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตลงในสารละลาย

บัฟเฟอร์ถึงความเข้มข้นวิกฤตไมเซลล์ จะเกิดเป็นเฟสคงที่เสมือนหรือเรียกเฟสไมเซลลาร์

สารโมเลกุลที่มีประจุเป็นกลาง เมื่อเข้าสู่แคปิลารีจะเกิดการกระจายตัวระหว่างเฟสไมเซลลาร์และเฟสสารละลาย ดีกรีของการกระจายตัว (Degree of Partition) คำนวณในรูปสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (Distribution Coefficient, K) ดังสมการที่ 1 (Quirino & Terabe, 1999)

$$K = \frac{C_{ps}}{C_s} \qquad (1)$$

$C_{ps}$ คือ ความเข้มข้นโมลาร์ของสารโมเลกุลในเฟสคงที่เสมือน (เฟสไมเซลลาร์)

$C_s$ คือ ความเข้มข้นโมลาร์ของสารโมเลกุลในเฟสสารละลาย

การแยกของสารโมเลกุลจะเกิดขึ้น เมื่อสารโมเลกุลมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวแตกต่างกัน โมเลกุลใดๆ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวน้อย โมเลกุลนั้นกระจายตัวในเฟสสารละลายได้ดีกว่าในเฟสไมเซลลาร์ โมเลกุลจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแคโทด (ขั้วลบ) เข้าสู่เครื่องตรวจวัดได้เร็วกว่าโมเลกุลที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวมาก ค่าไมเกรชันไทม์ของสารโมเลกุลแสดงดังสมการที่ 2 (Quirino & Terabe, 1999)

$$t_r = \frac{(1+k)}{(1+t_0/t_{ps})k}.t_0 \qquad (2)$$

k คือ Retention Factor (จำนวนโมเลกุลในเฟสไมเซลลาร์/จำนวนโมเลกุลในเฟสสารละลาย)

$t_0$ คือ ค่าไมเกรชันไทม์ของอิเล็กโทรออสโมติก

$t_{ps}$ คือ ค่าไมเกรชันไทม์ของเฟสไมเซลลาร์

การแยกสำหรับโมเลกุลที่มีประจุในเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายในเฟสไมเซลลาร์และอิเล็กโทรโฟรีติกของสาร ซึ่งพิจารณาเช่นเดียวกับในเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส

ค่าการแยกสำหรับเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี แสดงดังสมการที่ 3 (Quirino & Terabe, 1999)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$R_s = \frac{\sqrt{N}}{4}\left(\frac{\alpha - 1}{\alpha}\right)\left(\frac{k_2}{1+k_2}\right)\left(1-\frac{t_0}{t_{ps}}\right)\left(1+\frac{t_0}{t_{ps}}k_1\right)^{-1} \quad (3)$$

N คือ จำนวนเพลททางทฤษฎี

$\alpha$ คือ Separation Factor ($k_2/k_1$)

$k_1$ คือ Retention Factor ของสารตัวที่ 1

$k_2$ คือ Retention Factor ของสารตัวที่อยู่ถัดไป

ค่า Retention Factor ( k ) แสดงในรูปของค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว ( K ) และอัตราส่วนระหว่างเฟส (Phase Ratio) ดังสมการที่ 4 (Quirino & Terabe, 1999)

$$k = K\left(\frac{V_{ps}}{V_{aq}}\right) \quad (4)$$

$V_{ps}$ คือ ปริมาตรของเฟสไมเซลลาร์

$V_{aq}$ คือ ปริมาตรของเฟสสารละลาย

ที่ความเข้มข้นของเฟสไมเซลลาร์ต่ำๆ สมการที่ 4 เขียนใหม่ได้ดังสมการที่ 5 (Quirino & Terabe, 1999)

$$k = K\nu\left(C_{ps} - CMC\right) \quad (5)$$

$\nu$ คือ Partial Specific Volume ของเฟสไมเซลลาร์

CMC คือ ความเข้มข้นวิกฤตของไมเซลล์

Electroosmotic Flow (EOF) เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุ (Bulk Movement) ของสารละลายภายในแคปิลารี พื้นผิวภายในของฟิวส์ซิลิก้าแคปิลารี เมื่อถูกชะล้างด้วยสารละลายที่มีค่าพีเอชสูงๆ ค่าศักย์ไฟฟ้าบริเวณดับเบิ้ลเลเยอร์ (Zeta Potential, $\zeta$) จำนวนน้อยๆที่บริเวณพื้นผิวซิลิกา เหนี่ยวนำให้เกิดประจุลบจำนวนมากบนผิวซิลิกา ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของหมู่ซิลินอล (-SiOH) บนพื้นผิวภายในแคปิลารี ประจุลบที่เกิดขึ้นจำนวนมากจะดึงดูดไอออนบวกในสารละลาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บัฟเฟอร์รวมตัวเป็นชั้นแรกคือชั้น Compact Layer และประจุลบที่เหลือจะดึงดูดไอออนบวกเกิดเป็นชั้นถัดไป คือ Diffuse Layer ซึ่งแรงดึงดูดระหว่างประจุลบกับไอออนบวกในชั้นนี้จะน้อยกว่า เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้ากับแคปิลารี ไอออนบวกจะวิ่งเข้าหาขั้วลบของอิเล็กโทรด เกิดการไหลไปในทิศทางเดียวกันจากขั้วแอโนดไปขั้วแคโทด ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของสารละลาย เรียกการไหลนี้ว่า Electroosmotic Flow

ความเร็วของ Electroosmotic Flow หาได้จากสมการที่ 6 (Smoluchowski, 1903 cited in Weinberger, 1993, p. 22)

$$v_{eo} = \frac{\varepsilon\zeta}{\eta} E \qquad (6)$$

$v_{eo}$ คือ ความเร็วของ Electroosmotic Flow ($cm\ sec^{-1}$)

$\varepsilon$ คือ ค่าคงที่ไดอิเล็กทริค ของสารละลายบัฟเฟอร์ (Dielectric Constant)

$\zeta$ คือ ค่าศักย์ไฟฟ้าบริเวณดับเบิ้ลเลเยอร์ (V)

$\eta$ คือ ความหนืดของสารละลายบัฟเฟอร์ ($g\ cm^{-1}\ sec^{-1}$)

E คือ ความแรงสนามไฟฟ้า ($V\ cm^{-1}$)

พบว่าความเร็วของ Electroosmotic Flow ขึ้นกับความแรงของสนามไฟฟ้า ค่าศักย์ไฟฟ้าบริเวณดับเบิ้ลเลเยอร์ และความหนืดของสารละลายบัฟเฟอร์ ค่าศักย์ไฟฟ้าบริเวณดับเบิ้ลเลเยอร์ ($\zeta$) สามารถหาได้จากสมการที่ 7 (Tsuda, Nomura, & Nakagawa, 1982 cited in Weinberger, 1993, p. 24)

$$\zeta = \frac{4\pi\delta e}{\varepsilon} \qquad (7)$$

$\delta$ คือ ความหนาของชั้นดับเบิ้ลเลเยอร์

e คือ ประจุทั้งหมดในสารละลายต่อหน่วยพื้นที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความหนาของชั้นดับเบิ้ลเลเยอร์ ( $\delta$ ) สามารถหาได้จากสมการที่ 8

$$\delta = \left[3x10^{7}|Z|C^{1/2}\right]^{-1} \quad (8)$$

Z คือ จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

C คือ ความเข้มข้นของสารละลายบัฟเฟอร์ (mole $cm^{-3}$)

แคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิสมีประสิทธิภาพการแยกสูงสุด อธิบายได้จากสมการที่ 9 (Jorgenson, & Lukacs, 1981 cited in Weinberger, 1993, p. 27)

$$N = \frac{\mu V}{2D} \quad (9)$$

N คือ จำนวนเพลททางทฤษฎี (Number of Theoretical Plates)

$\mu$ คือ ผลรวมของ Electrophoretic Mobility ( $\mu_{ep}$ ) ของสารกับ Electroosmotic Mobility ( $\mu_{eo}$ ) ($cm^2\ V^{-1}\ sec^{-1}$)

V คือ ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก (V)

D คือ ค่า สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร ($cm^2 sec^{-1}$)

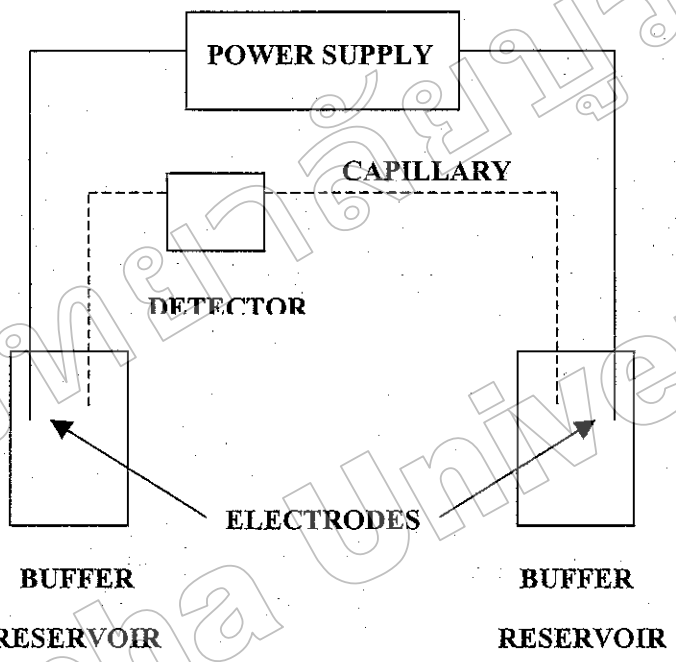
จากสมการที่ 9 ถ้าจำนวนเพลททางทฤษฎีมาก แสดงว่ามีประสิทธิภาพในการแยกสูง ดังนั้นการใช้ศักย์ไฟฟ้าสูงๆให้จำนวนเพลททางทฤษฎีมาก เพราะว่าการแยกเร็วขึ้น ลดผลของการแพร่ สารเคลื่อนด้วยความเร็ว ให้จำนวนเพลทที่สูงเช่นเดียวกันเพราะว่าสารผ่านแคปิลารีได้เร็ว ก็ลดเวลาในการแพร่ลงได้ สารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีสัมประสิทธิ์การแพร่ต่ำ กระจายตัวได้ ให้ค่าประสิทธิภาพการแยกสูง จากสมการเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการแยกไม่ได้ขึ้นกับความยาวของแคปิลารี

## ระบบเครื่องมือที่ใช้ในเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี

เทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีใช้ระบบแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิสในการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยแหล่งให้ศักย์ไฟฟ้าแรงดันสูงติดกับขั้วอิเล็กโทรด ซึ่งจุ่มอยู่ภายในภาชนะสำหรับใส่สารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งปลายของแคปิลารีจุ่มอยู่ภายในภาชนะ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สำหรับใส่สารละลายบัฟเฟอร์เช่นกัน แคปิลารีส่วนใหญ่เป็นชนิดฟิวซิลิกา (Fused Silica Capillary) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในประมาณ 50-200 ไมโครเมตร ภายนอกเคลือบด้วยพอลิเอไมด์ (Polyimide) ที่ปลายของแคปิลารีด้านลบระยะห่างจากปลายประมาณ 150-200 มิลลิเมตร จะติดตั้งตำแหน่งของเครื่องตัววัด เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้ากับแคปิลารี โมเลกุลจะถูกแยกและเคลื่อนที่เข้าสู่ปลายด้านลบของแคปิลารี ผ่านเครื่องตัววัดและแสดงผลออกมาเป็นอิเลคโทรเฟอร์โรแกรม (Electropherogram) ซึ่งถูกบันทึกโดยเครื่องบันทึกข้อมูล (Data System or Integrator)




ภาพที่ 4 ระบบของแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเกี่ยวกับการแยกและการหาปริมาณสารวิตามินต่างๆและสารประเภทกระตุ้น เช่นคาเฟ่อีนในตัวอย่างต่างๆ เช่นชา กาแฟ สารจากธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ทางด้านเภสัชกรรมได้มีการศึกษามาบ้างแล้วดังนี้

ฟูจิวาร่า, อิวาเสะ และ ฮอนด้า (Fujiwara, Iwase & Honda, 1988) ศึกษาการวัดปริมาณวิตามินละลายในน้ำ 7 ชนิดในตัวอย่างวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เจือจางด้วยน้ำกลั่นและกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.5 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทรกราฟี ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 80 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 100 ไมโครเมตร ตรวจวัดสารด้วยยูวีดีเทคเตอร์ (UV Detector) ที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ใช้ศักย์ไฟฟ้าที่ให้กระแสคงที่ 100 ไมโครแอมแปร์ สารละลายบัฟเฟอร์ประกอบด้วยสารละลายฟอสเฟต เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ และโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต เข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.0 ใช้เอทิลพาราอะมิโนเบนโซเอท (Ethyl *p*-aminobenzoate) เป็น Internal Standard การแยกวิตามินแต่ละชนิดออกจากกันใช้เวลาประมาณ 22 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดสำหรับวิตามินทุกชนิดมีค่าน้อยกว่า 4 พิโคโมล ศึกษาความเที่ยงของการวิเคราะห์ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 2.1%

นิชิ, ซูมาการิ, กากิโมโต้ และ เทราเบ้ (Nishi, Tsumagari, Kakimoto & Terabe, 1989) ศึกษาการแยกวิตามินละลายในน้ำ 11 ชนิดด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทรกราฟี ซึ่งประกอบด้วยฟิวซิลิกาแคปิลารี ความยาวทั้งหมด 65 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 50 ไมโครเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 27 องศาเซลเซียส ตรวจวัดสารด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 210 นาโนเมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 25 กิโลโวลท์ สารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟต-บอเรต (Phosphate-Borate) เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ และโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ พีเอชสารละลายบัฟเฟอร์ 9.0 ใช้เวลาในการแยกสารน้อยกว่า 15 นาที

เจเก้ล (Jegle, 1993) ศึกษาการแยกวิตามินละลายในน้ำ 8 ชนิด ในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างเม็ดวิตามินรวมโดยละลายในซิเตรทบัฟเฟอร์ (Citrate Buffer) แล้วกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.2 ไมโครเมตรวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส (Capillary Zone Electrophoresis) ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกาความยาวทั้งหมด 64.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 50 ไมโครเมตร ตรวจวัดสารด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 215 นาโนเมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 20 กิโลโวลท์ อุณหภูมิของแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส บัฟเฟอร์ที่ใช้คือสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ พีเอช 7.0 ใช้เวลาในการแยกประมาณ 16 นาที ศึกษาความเที่ยงของค่าไมเกรชันไทม์ ความกว้างของพีกและพื้นที่พีก ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 0.52, 8.36 และ 1.71% ตามลำดับ

บุญเกิด, เดต้าเอฟเวอร์เนียร์ และไมชอต (Boonkerd, Detaevernier & Michotte, 1994) ศึกษาการหาปริมาณของสารกลุ่มวิตามินบี คือ ไทอะมิน (วิตามินบีหนึ่ง) ไรโบฟลาวิน (วิตามินบีสอง) ไพริด็อกซิน (วิตามินบีหก) และ นิโคตินาไมด์ ในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยนำเม็ดวิตามินรวมมาละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ซึ่งมีอะซิโตไนไตร์ 20% (ปริมาตร/ปริมาตร) นำไปเขย่าและตกตะกอน กรองสารละลายตัวอย่างที่ได้ผ่านตัวกรองขนาด 0.2 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส และเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา มีความยาว 57 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 75 ไมโครเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 214 นาโนเมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 20 กิโลโวลท์ การฉีดสารเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดันคงที่เป็นเวลา 3 วินาที ใช้พาราเซตามอลเป็น Internal Standard สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ในเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิสคือ บอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 20.0 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.0 ใช้เวลาในการแยกสารไม่เกิน 6 นาที และสารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ในเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีคือ บอเรต-ฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 20.0 มิลลิโมลาร์ พีเอช 7.0 มีโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ และอะซิโตไนไตร์ 13% ใช้เวลาในการแยกไม่เกิน 13 นาที สำหรับเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของพื้นที่พีกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 1.3-2.2% ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 99.7-101.2% ยกเว้นนิโคตินาไมด์ให้ค่าร้อยละการกลับคืน 143.6% สำหรับเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของพื้นที่พีกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 0.8-2.8% ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 99.7-100.9%

คอนเต้, แบรี่ และ รูบินสไตน์ (Conte, Barry & Rubinstein, 1996) ศึกษาการตรวจวัดคาเฟอีน ในเครื่องดื่มน้ำอัดลม ชาและกาแฟ เตรียมตัวอย่างโดยการเจือจางกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:4 และกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.2 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งประกอบด้วยฟิวซิลิกาแคปิลารี เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 375 ไมโครเมตร ความยาวทั้งหมด 100เซนติเมตร สารละลายบัฟเฟอร์ประกอบด้วยโซเดียมบอเรต เข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปรับค่าพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ให้ได้ 8.5 ด้วยกรดฟอสฟอริก ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 25 กิโลโวลท์ ตัวอย่างถูกฉีดเข้าด้วยเทคนิคแรงโน้มถ่วง (Gravity) เป็นเวลา 5 วินาที ทำการตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 214 นาโนเมตร ใช้นิโคติน (Nicotine) เป็น Internal Standard การตรวจวัดคาเฟอีนใช้เวลาประมาณ 16 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของคาเฟอีนเท่ากับ 1.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 17-370 มิลลิกรัมต่อลิตร

เฉา และ ลันเต้ (Zhao & Lunte, 1997) ศึกษาการแยกคาเฟอีนและอนุพันธ์อีก 4 ชนิดในเครื่องดื่ม เตรียมตัวอย่างโดยทำการไล่ก๊าซโดยผ่านก๊าซอาร์กอนเข้าไป และกรองสารละลายที่ได้ผ่าน ตัวกรองขนาด 0.25 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี โดยใช้ฟิวซิลิกาแคปิลารี ความยาวทั้งหมด 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 50 ไมโครเมตร ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 274 นาโนเมตร บัฟเฟอร์ที่ใช้ประกอบด้วยโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์และโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ พีเอชของบัฟเฟอร์ 11.0 ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 29 กิโลโวลท์ ปริมาณการฉีด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2 นาโนลิตร ใช้เวลาในการแยกไม่เกิน 120 วินาที สารทุกชนิดมีขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 น้อยกว่า 1.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์ สำหรับสารทุกตัวมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.998 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์ และความสูงพีก สำหรับสารทุกๆ ตัวมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.24-1.23% และ 1.15-4.58% ตามลำดับ

ฟอสซิ้ง, ฟิลเลท, บีเชท, ฮิวเบิร์ท และคอมเมน (Fotsing, Fillet, Bechet, Hubert & Crommen, 1997) ศึกษาการหาปริมาณของวิตามินละลายน้ำ 6 ชนิด คือ ไทอะมิน นิโคตินาไมด์ ไรโบฟลาวิน ไพริดือกซิน กรดแอสคอร์บิค และกรดแพนโทเธนิก ในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยนำเม็ดวิตามินรวมมาละลายด้วยสารละลายกรดอะซิติก 1% ซึ่งมี L-cysteine 10 มิลลิโมลาร์ จำนวน 50 มิลลิลิตร ทำให้ร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส และเขย่าเป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายที่ได้ผ่านตัวกรองขนาด 0.22 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา มีความยาว 48.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 50 ไมโครเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 225 นาโนเมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 25 กิโลโวลท์ การฉีดสารเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดันคงที่ 5 กิโลพลาสคาล เป็นเวลา 10 วินาที ใช้กรดนิโคตินิกเป็น Internal Standard สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้คือ บอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 50.0 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 ใช้เวลาในการแยกสารไม่เกิน 10 นาที ช่วงของการเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9963 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 1.0 - 4.4% ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 98.2 - 101.8%

วอคเกอร์, ซอส และ วอคเกอร์ (Walker, Zaugg & Walker, 1997) ศึกษาการแยกแอสพาแทม (Aspartame) กรดเบนโซอิก (Benzoic Acid) และ คาเฟอีน ในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำอัดลม ตัวอย่างน้ำอัดลมเตรียมโดยผ่านการไล่แก๊สภายใต้สูญญากาศและโซนิเคชั่น (Sonication) เพื่อไล่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ วิเคราะห์ด้วยแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 50 ไมโครเมตร ความยาวทั้งหมด 44 เซนติเมตร สภาวะที่ใช้สำหรับการแยกคือไกลซีนบัฟเฟอร์ (Glycine Buffer) เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ มีค่าพีเอช 9.0 ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 20 กิโลโวลท์ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตัวอย่างถูกฉีดโดยใช้ความดันเป็นเวลา 1 วินาที ทำการตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 215 นาโนเมตร การแยกเสร็จสมบูรณ์โดยใช้เวลา 2 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของแอสพาแทม กรดเบนโซอิกและคาเฟอีน เท่ากับ 18.0 4.0 และ 1.6 ตามลำดับ ช่วงของการเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9950 ศึกษาความเที่ยงของ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์และพื้นที่ใต้พีกของสารทั้งหมดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.13-0.37% และ 2.0-3.8% ตามลำดับ

อัลบาลา-เฮอร์ทาโด, เวเชียน่า-โนกิส, อิสเคเออโด-พูลิโด และ มาริเน่-ฟอน (Albada-Hurtado, Veciana-Nogues, Izquierdo-Pulido & Marine-Font, 1997) ศึกษาการหาวิตามินละลายในน้ำ 8 ชนิดในตัวอย่างนมผงสำหรับทารก เตรียมตัวอย่างโดยชั่งนมผง 8 กรัม และเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดปั่นกวน เติมกรดไตรคลอโรอะซิติก (Trichloroacetic Acid) 1 กรัม ทำการปั่นกวน 10 นาที หลังจากนั้นตัวอย่างจะแยกเป็น 2 ชั้น นำชั้นล่างมาเติมกรดไตรคลอโรอะซิติกเข้มข้น 4% จำนวน 3 มิลลิลิตร ทำการผสมและปั่นกวนต่ออีก 10 นาที นำ 2 ส่วนที่สกัดได้ออกมาผสมกันในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยกรดไตรคลอโรอะซิติกเข้มข้น 4% นำสารละลายตัวอย่างที่ได้มากรองผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ซี 18 ยาว 250 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาคที่บรรจุในคอลัมน์มีขนาด 5 ไมโครเมตร อุณหภูมิคอลัมน์คงที่ที่อุณหภูมิห้อง เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วยกรดออกเทนซัลโฟนิก (Octanesulfonic Acid) 0.5% ไตรเอทิลเอมีน (Triethylamine) 0.5% กรดอะซิติก (Glacial Acetic Acid) 2.4% และเมทานอล (Methanol) 15% อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ ใช้เวลาการวิเคราะห์ทั้งหมด 60 นาที วิตามินทุกชนิดมีขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 อยู่ในช่วง 0.02-0.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 10 ของวิตามินทุกตัวอยู่ในช่วง 0.03-0.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์สำหรับวิตามินทุกชนิดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9765 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์สำหรับวิตามินทุก ๆ ชนิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 1.71-7.50% ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 76.81-98.14% สำหรับวิตามินทุกชนิด

วาทานาเบ, นิชิยาม่า, ยามาโมโต้, นาไก และ เทราเบ้ (Watanabe, Nishiyama, Yamamoto, Nagai & Terabe, 1998) ศึกษาการแยกเคทชิน 6 ชนิด (Catechins), คาเฟอีน (Caffeine) และกรดแอสคอร์บิค (Ascorbic Acid) ในตัวอย่างเครื่องดื่มชาเขียวและชาดำกระป๋อง เตรียมตัวอย่างโดยกรองตัวอย่างผ่านตัวกรองชนิด Hydrophilic Membrane ขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี โดยใช้ฟิวซิลิกาแคปิลารี ความยาวทั้งหมด 36 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 50 ไมโครเมตร ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร อุณหภูมิที่ใช้ในการแยก 20 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 15 กิโลโวลท์ ตัวอย่างฉีดเข้าโดยใช้ความดัน 350 มิลลิบาร์เป็นเวลา 1 วินาที บัฟเฟอร์ที่ใช้ใน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การแยกประกอบด้วยฟอสเฟตเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ บอเรตเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ พีเอชของบัฟเฟอร์ 7.0 ใช้เวลาในการแยกสารทั้งหมดน้อยกว่า 10 นาที กราฟมาตรฐานสำหรับสารทุกชนิดให้ช่วงของการเป็นเส้นตรงในช่วง 0.5-150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.997-0.999 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ สำหรับสารทุกชนิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.7-4.1%

โกมิส, กอนซาเลส และ อัลวาเรส (Gomis, Gonzalez & Alvarez, 1999) ศึกษาวิธีการแยกวิตามินละลายในน้ำ 7 ชนิดในตัวอย่างเม็ดยาวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยละลายเม็ดวิตามินรวมด้วยสารละลายเบส และกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.22 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 48.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 50 ไมโครเมตร วัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องตรวจวัดชนิดยูวีดีเทคเตอร์ ความยาวคลื่น 215 นาโนเมตร สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกคือฟอสเฟต-บอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.0 และมีโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ เป็นองค์ประกอบ อุณหภูมิของแคปิลารี 35 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 20 กิโลโวลท์ ใช้เวลาในการแยกสารไม่เกิน 7 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของวิตามินทุกชนิดมีค่าน้อยกว่า 0.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร กราฟมาตรฐานสำหรับวิตามินทุกชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9999 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์ สำหรับวิตามินทุกชนิดมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.59-1.82% สำหรับพื้นที่ใต้พีกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.74-3.09% ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าการกลับคืนให้ค่าอยู่ในช่วง 95 ถึง 103%

โฟทซิ้ง, ฟิลเลท, แชป, เฮิบเบิร์ท และ ครอมเมน (Fotsing, Fillet, Chiap, Hubert & Crommen, 1999) ศึกษาการลดผลของการดูดซับในการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินละลายในน้ำในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิสและเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี เตรียมตัวอย่างโดยนำเม็ดวิตามินรวมมาละลายด้วยสารละลายกรดอะซิติก 1% ซึ่งมี L-cysteine 10 มิลลิโมลาร์ จำนวน 50 มิลลิลิตร ทำให้ร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส และเขย่าเป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายที่ได้ผ่านตัวกรองขนาด 0.22 ไมโครเมตร แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 48.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50 ไมโครเมตร วัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องตรวจวัดยูวีดีเทคเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 215 นาโนเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 25 กิโลโวลท์ ฉีดสารโดยใช้ความดัน 1 กิโลพลาสคาล เป็นเวลา 10 วินาที ใช้กรดนิโคตินิก (Nicotinic Acid) เป็น Internal Standard สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ในเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิสคือบอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 ใช้เวลา

ในการแยกภายใน 6 นาทีส่วนสารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ในเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีประกอบด้วยบอเรตเข้มข้น 50 โมลาร์ พีเอช 8.5 และมีโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์เป็นองค์ประกอบ ใช้เวลาในการแยกภายใน 6 นาที ขั้นตอนการชะล้างแคปิลารีก่อนทำการวิเคราะห์ทุกครั้งมีผลต่อการลดผลของการดูดซับของสารที่วิเคราะห์ ในเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส ลำดับการชะล้างแคปิลารีประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ ชะล้างด้วยบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยมีโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์เป็นองค์ประกอบ 1 นาที และชะล้างด้วยบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์อีก 1 นาที ส่วนเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีใช้บัฟเฟอร์ที่ทำการวิเคราะห์ชะล้างแคปิลารีเป็นเวลา 2 นาทีก่อนการวิเคราะห์ กราฟมาตรฐานสำหรับวิตามินทุกชนิดเมื่อวิเคราะห์ทั้ง 2 เทคนิคให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.999 ศึกษาความเที่ยงทั้ง 2 เทคนิคให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 5 % ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ทั้ง 2 เทคนิคให้ค่าร้อยละการกลับคืนให้ค่าอยู่ในช่วง 99.0 ถึง 102.0%

เชน, ดิง, เคา, และยี (Chen, Ding, Cao, & Ye, 2000) ศึกษาการหาปริมาณเมลาโทนิน (Melatonin) และไพริด็อกซิน ในตัวอย่างทางเภสัชกรรม เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างมาเจือจางด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และกรองด้วยตัวกรองขนาด 0.22 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา มีความยาว 60.0 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 25 ไมโครเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 360 ไมโครเมตร ตรวจวัดด้วยเทคนิคเคมีไฟฟ้า ใช้คาร์บอนดิสก์ (Carbon Disk) เส้นผ่าศูนย์กลาง 500 ไมโครเมตรเป็น Working Electrode ใช้ศักย์ไฟฟ้า 0.90 โวลท์ เทียบกับขั้วอ้างอิง Saturated Calomel Electrode ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 20 กิโลโวลท์ การฉีดสารเข้าสู่แคปิลารีด้วยแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ 20 กิโลโวลท์ เป็นเวลา 10 วินาที สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้คือ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 25.0 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.3 ใช้เวลาในการแยกสารไม่เกิน 12 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของเมลาโทนินและไพริด็อกซิน มีค่าเท่ากับ 1.3 และ 2.7 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ของเมลาโทนินและไพริด็อกซิน ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ 0.9995 และ 0.9988 ตามลำดับ ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของกระแสพีกและค่าไมเกรชันไทม์ สำหรับเมลาโทนิน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 2.75 และ 0.83% ตามลำดับ สำหรับไพริด็อกซิน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ 3.38 และ 0.83% ตามลำดับ ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าร้อยละการกลับคืนสำหรับเมลาโทนินและไพริด็อกซิน 103.15% และ 97.02% ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โช, โค, และเชง (Cho, Ko, & Cheong, 2000) ศึกษาการหาปริมาณวิตามินละลายในน้ำในตัวอย่างของเสียจากมนุษย์ ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ชนิดซี 18 ขนาดอนุภาคบรรจุในคอลัมน์ขนาด 5 ไมโครเมตร คอลัมน์ยาว 250 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร ทำการแยกที่อุณหภูมิห้อง ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เฟสเคลื่อนที่ใช้เทคนิคเกรเดียนอีลูชั่นของสารละลายผสมระหว่างกรดไตรฟลูออโรอะซิติกเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ในน้ำ และกรดไตรฟลูออโรอะซิติกเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ในเมทานอลต่อน้ำ 90 : 10 ปริมาตรต่อปริมาตร อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการแยกสารทั้งหมด 15 นาที เตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิคการสกัดผ่านโซลิดเฟส (Solid-phase Extraction) ประกอบด้วยคอลัมน์ชนิดซี 18 ขนาด 500 มิลลิกรัม ชะล้างด้วยเมทานอลและน้ำที่มีฤทธิ์เป็นกรด (พีเอช 4.2) ที่อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 5 ของวิตามินบี 1, บี2, ซี และบี 6 มีค่าเท่ากับ 1.80, 0.22, 0.42 และ 6.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าร้อยละการกลับคืนสำหรับวิตามินทุกชนิดอยู่ในช่วง 90.2-99.9 %

โมเรโน และ ซาวาโย่ (Moreno & Salvado, 2000) ศึกษาการหาปริมาณวิตามินที่ละลายในน้ำ 5 ชนิดและวิตามินที่ละลายในไขมัน 3 ชนิดในตัวอย่างเม็ดยาวิตามินรวมด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทรกราฟี โดยมีการเตรียมตัวอย่างโดยแยกวิตามินที่ละลายในน้ำและวิตามินที่ละลายในไขมันออกจากกันด้วยเทคนิคโซลิดเฟสแอสแทรกชั่น (Solid-phase Extraction) ด้วยซี 18 เออาร์คาร์ทริด ($C_{18}$ AR Cartridges) และนำตัวอย่างวิตามินละลายในน้ำที่แยกออกมาก่อนมาวิเคราะห์แยกด้วยรีเวิร์สเฟส โนวาแพค ซี 18 (Reversed-phase Nova-pack $C_{18}$) คอลัมน์ยาว 150 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.9 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาคที่บรรจุในคอลัมน์มีขนาด 4 ไมโครเมตร เฟสเคลื่อนที่แบบเกรเดียนอีลูชั่น (Gradient Elution) ของสารละลายผสม 2 ชนิดคือ แอมมิโนอะซิเตด (Ammonium Acetate) เข้มข้น 0.05 โมลาร์กับเมทานอล อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาณสารที่ฉีด 40 ไมโครลิตร ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 270 นาโนเมตร ยกเว้นวิตามินบีสิบสอง (Cyanocobalamine) ทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 362 นาโนเมตร ใช้เวลาการแยกวิตามินละลายในน้ำประมาณ 15 นาที ตัวอย่างวิตามินละลายในไขมันวิเคราะห์แยกโดยเปลี่ยนชนิดของเฟสเคลื่อนที่เป็นสารละลายผสมระหว่างเมทานอลและอะซิโตไนไตร์ ในอัตราส่วน 95:5 (v/v) อัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาณสารที่ฉีด 20 ไมโครลิตร ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 285 นาโนเมตร ใช้เวลาในการแยกวิตามินละลายในไขมันประมาณ 10 นาที ขีดจำกัดในการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 สำหรับวิตามินทุกชนิดมีค่าน้อยกว่า 9.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์สำหรับวิตามินทุกชนิด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9996 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง1.98-6.23% ความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 96-110% ยกเว้นวิตามินดี (Cholecalciferol) ให้ค่าร้อยละการกลับคืนเท่ากับ 78%

ลี และ ออง (Lee & Ong, 2000) เปรียบเทียบเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี และเทคนิคแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส ในการวิเคราะห์แยกทีเคทชิน (Tea Catechins) และทีฟลาวิน (Theaflavins, TFs) รวม 16 ชนิดในตัวอย่างชา เตรียมตัวอย่างโดยสกัดใบชา 0.1 กรัม ด้วยน้ำเดือด 10 มิลลิลิตร และแช่ที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เขย่าต่ออีก 30 วินาที นำชาที่สกัดออกมา 0.2 มิลลิลิตร มาผสมกับสารละลายอะซิโตไนไตร์ 20% (ปริมาตร/ปริมาตร) จำนวน 0.4 มิลลิลิตร ในหลอดหมุนเหวี่ยง และหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 2 นาทีแยกใส่ขวดทดลอง ระบบการแยกด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีประกอบด้วยคอลัมน์ชนิดซี 18 ขนาดอนุภาคบรรจุในคอลัมน์ขนาด 5 ไมโครเมตร คอลัมน์ยาว 110 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร อุณหภูมิของคอลัมน์ 32 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร เฟสเคลื่อนที่ใช้เทคนิคเกรเดียนอีลูชั่นของสารละลายผสมระหว่างอะซิโตไนไตรด์ (Acetonitrile) และกรดไตรฟลูออโรอะซิติก (Trifluoroacetic Acid) อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการแยกสารทั้งหมด 27 นาที ระบบการแยกด้วยแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส ประกอบด้วยแคปิลารีความยาวทั้งหมด 40 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ไมโครเมตร บัฟเฟอร์เป็นส่วนผสมของกรดบอริกเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ (พีเอช 7.2) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium Dihydrogenphosphate) เข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ (พีเอช 4.2) เบต้าไซโคเดคติน ($\beta$-CD) เข้มข้น 4.5 มิลลิโมลาร์และอะซิโตไนไตร์ เข้มข้น 27.5% (v/v) ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 25 กิโลโวลท์ อุณหภูมิแคปิลารี 30 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ใช้เวลาในการแยกสารทั้งหมด 10 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 สำหรับเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีมีค่า 0.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสำหรับทีเคทชิน และ 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสำหรับทีฟลาวิน เทคนิคแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิสมีขีดจำกัดของการตรวจวัดน้อยกว่าเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีถึง 5 เท่า ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ทั้ง 2 เทคนิคให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.990 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์ เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 3% เมื่อทดสอบภายในวันเดียวกันและน้อยกว่า 5% เมื่อทดสอบระหว่างวัน เทคนิคแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิสให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 1% เมื่อทดสอบภายในวัน

เดียวกัน และน้อยกว่า 2% เมื่อทดสอบระหว่างวัน

อูแคมป์, ฮาร่า และ อะโพสโทไลดิส (Aucamp, Hara & Apostolides, 2000) ศึกษาการแยกทีเคทชิน (Tea Catechins) คาเฟอีน (Caffeine) กรดกัลลิก (Gallic Acid) ไธเอมิน(Thiamine) และกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) ในตัวอย่างใบชาสด เตรียมตัวอย่างโดยสกัดใบชาสดด้วยน้ำกลั่น และเขย่าเป็นเวลา 10 นาทีในน้ำเดือด นำสารละลายที่ได้กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 595 และนำสารละลายที่ได้ไปเจือจางด้วยน้ำกลั่น วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี โดยใช้แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 57 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 50 ไมโครเมตร ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 200 นาโนเมตร อุณหภูมิที่ใช้ในการแยก 25 องศาเซลเซียส บัฟเฟอร์ที่ใช้ประกอบด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต เข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ และเมทานอล 6% (v/v) พีเอชของบัฟเฟอร์ 7.0 ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 14 กิโลโวลท์ ตัวอย่างถูกนำเข้าโดยใช้ความดัน 0.5 p.s.i. เป็นเวลา 2 วินาที การแยกเสร็จสมบูรณ์โดยใช้เวลาประมาณ 13 นาที ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 สำหรับสารทุกตัวอยู่ในช่วง 1.0-6.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรยกเว้นกรดแอสคอร์บิคให้ขีดจำกัดของการตรวจวัด 20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 10 ของสารทุกตัวอยู่ในช่วง 2.0-11.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ยกเว้นกรดแอสคอร์บิคให้ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณ 50.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร กราฟมาตรฐานสำหรับสารทุกตัวมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.994 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์ เมื่อทดสอบภายในวันเดียวกันให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 3% และเมื่อทดสอบระหว่างวันให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 5%

ซู, ชู, หวาง, ชาง และ ลู (Su, Chou, Hwang, Chang & Liu, 2001) ศึกษาวิธีการแยกวิตามินละลายในน้ำในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่าง 1 กรัม มาละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 นอร์มอล ซึ่งมีอะซิโตไนไตร์ 5% จำนวน 40 มิลลิลิตร ทำให้ร้อนเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส สารละลายที่ได้เติม พารา-อะซิโตอะมิโดฟีนอล (*p*- acetoamidophenol) 500 ไมโครกรัม ซึ่งเป็น Internal Standard และนำสารละลายที่ได้มาเจือจางเป็น 50 มิลลิลิตรด้วย สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 นอร์มอล ซึ่งมีอะซิโตไนไตร์ 5% นำสารละลายที่ได้ผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิสและเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกาความยาวทั้งหมด 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 75 ไมโครเมตร วัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องตรวจวัดยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 214 นาโนเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 20 กิโลโวลท์ ฉีดสารโดยใช้ความดันเป็นเวลา 10 วินาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารละลายบัฟเฟอร์ใช้ในเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิสคือบอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.02 โมลาร์ พีเอช 9.2 ใช้เวลาในการแยกภายใน 9 นาทีส่วนสารละลายบัฟเฟอร์ใช้ในเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีประกอบด้วย 4% อะซิโตไนไตรด์ในบอเรต-ฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.02 โมลาร์ พีเอช 9.0 และมีโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 0.1 โมลาร์เป็นสารลดแรงตึงผิว ใช้เวลาในการแยกภายใน 18 นาที ขีดจำกัดในการตรวจวัดที่ signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 มีค่าน้อยกว่า 2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสำหรับวิตามินทุกชนิด ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์สำหรับวิตามินทุกชนิด มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.99 ศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนให้ค่าอยู่ในช่วง 80.3 ถึง 103.7% ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์สำหรับวิตามินทุกชนิดให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.11-0.51%

คาทาลดี, นาดิเอโล, สคาโน และ สโคปา (Cataldi, Nardiello, Scrano & Scopa, 2002) ศึกษาการวัดไรโบฟลาวินในตัวอย่างไวน์ เตรียมตัวอย่างไวน์โดยเจือจาง 3 เท่าด้วยน้ำและกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.22 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิสและทำการตรวจวัดด้วยเลเซอร์อินดิวซ์ฟลูออเรสเซนท์ (Laser-induced Fluorescence Detector) แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 92 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 75 ไมโครเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 15 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 30 กิโลโวลท์ ตัวอย่างฉีดเข้าโดยใช้ความดัน 54 มิลลิบาร์เป็นเวลา 10 วินาที สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้คือ ฟอสเฟตเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.8 ขีดจำกัดในการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของไรโบฟลาวิน มีค่าเท่ากับ 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เท่ากับ 0.9995 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์และพื้นที่ใต้พีก เมื่อทดสอบภายในวันเดียวกัน ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 2.5 และ 2 ตามลำดับ เมื่อทดสอบระหว่างวัน ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 3.4 และ 5 ตามลำดับ ศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 104.5 $\pm$ 3.4%

ซานเชส และ ซาวาโย่ (Sanchez & Salvado, 2002) เปรียบเทียบเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีและไมโครอิมัลชั่นอิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี ในการวิเคราะห์แยกวิตามินละลายในน้ำ 6 ชนิดและวิตามินละลายในไขมัน 4 ชนิดในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยนำเม็ดวิตามินรวมละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ในเทคนิคนั้น ๆ วิเคราะห์ด้วยแคปิลารีอิเล็กโทรโฟรีซิส แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 63 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 75 ไมโครเมตร ควบคุมอุณหภูมิคงที่ที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ 15 กิโลโวลท์ ทดสอบการแยกด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี โดยใช้โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเป็นสารลดแรงตึงผิว วิตามินละลายในน้ำสามารถแยกได้แต่วิตามินละลายในไขมันไม่สามารถแยกได้ ต้องเติมตัวทำละลายออแกนนิกส์ (Organic Modifiers) เพื่อช่วยการละลายของวิตามินที่ละลายในไขมัน โดยละลายตัวอย่างในสารละลายผสมคลอโรฟอร์มและเอทานอล โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต 40 มิลลิโมลาร์ บิวทานอล 5% เวลาในการฉีดสาร 10 วินาที ทดสอบการแยกด้วยเทคนิคไมโครอีมัลชันอิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีประกอบด้วยบอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ โซเดียมโดเดคซิวซัลเฟตเข้มข้น 80 มิลลิโมลาร์ บิวทานอล 5% ออกเทน 0.8% โพรพานอล 15% เวลาในการฉีดสาร 10 วินาที ทั้ง 2 เทคนิคสามารถแยกสารทั้งหมดออกจากกันได้ ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์ ทั้ง 2 เทคนิค วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ $>5\%$ แต่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมโครอีมัลชันอิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟีให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ $<3\%$

เดลกาโด-ซามาเรโน, กอนซาเลส-มาซา, ซานเชส-เปเรส และ คาราเบียส-มาติเนส (Delgado-Zamarreno, Gonzalez-Meza, Sanchez-Perez & Carabias-Martinez, 2002) ศึกษาการแยกวิตามิน 7 ชนิด เป็นวิตามินละลายในน้ำ 4 ชนิดคือ $B_1$ $B_2$ $B_6$ และ H วิตามินละลายในไขมัน 3 ชนิด คือ A E และ $K_3$ เพื่อใช้ในการแยกวิตามินในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยนำเม็ดวิตามินรวมละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ นำไปหมุนเหวี่ยงและกรองตัวอย่างที่ได้ผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 57 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 75 ไมโครเมตร วัดการดูดกลืนแสงด้วยยูวีดีเทคเตอร์ เปรียบเทียบชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในบัฟเฟอร์ 2 ชนิด คือ โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟต และบิสทูเอทิลเฮกซิลโซเดียมซัลโฟซักซิเนต (Bis (2-ethylhexyl) Sodium Sulfosuccinate, AOT) สภาวะที่ใช้ในการทดลอง อุณหภูมิของแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 24 กิโลโวลท์และทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 200 นาโนเมตร บัฟเฟอร์ที่ใช้เป็นกรดบอริก-โซเดียมบอเรต ใช้โซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเป็นสารลดแรงตึงผิว การแยกที่ได้ไม่สมบูรณ์ เมื่อเปลี่ยนชนิดของสารลดแรงตึงผิวเป็นบิสทูเอทิลเฮกซิลโซเดียมซัลโฟซักซิเนตและใช้อะซิโตไนไตร์เป็นตัวช่วยละลาย บัฟเฟอร์ที่ใช้ในการแยกคือ บอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ บิสทูเอทิลเฮกซิลโซเดียมซัลโฟซักซิเนตเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ อะซิโตไนไตร์ 20% เมทานอล 2% และค่าพีเอชของบัฟเฟอร์ 8.4 ให้การแยกวิตามินที่สมบูรณ์ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มากกว่า 0.996 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ของค่าไมเกรชันไทม์และพื้นที่ใต้พีก ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.5-2.7% และ 5.7-12.2% ตามลำดับสำหรับวิตามินทุกชนิด

มาโคโปโล, คากกาดิส และ คุนโดเรริส (Markopoulou, Kagkadis & Koundourellis, 2002) ศึกษาการหาปริมาณวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีหก และวิตามินบีสิบสอง ในตัวอย่างเม็ดวิตามินรวมเตรียมตัวอย่างโดยนำเม็ดวิตามินรวมละลายด้วยน้ำกลั่น นำไปเขย่าและทิ้งให้ตกตะกอน นำมาเจือจางอีกครั้ง ด้วยน้ำกลั่น วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทรกราฟี คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ซี 18 ยาว 100 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาคที่บรรจุในคอลัมน์มีขนาด 3 ไมโครเมตร อุณหภูมิคอลัมน์คงที่ที่ 30 องศาเซลเซียส เฟสเคลื่อนที่แบบเกรเดียนอีลูชั่น ประกอบด้วยอะซิโตไนไตรด์ และไตรเอทิลเอมีน 0.015% ปรับพีเอชให้ได้ 2.7 ด้วยกรดซัลฟูริก 1 นอร์มอล อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร ยกเว้นวิตามินบีสิบสองทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 350 นาโนเมตร ใช้เวลาการวิเคราะห์ทั้งหมด 15 นาที ขีดจำกัดในการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของสารทุกตัว มีค่าน้อยกว่า 0.014 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ขีดจำกัดในการวิเคราะห์ปริมาณที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 10 ของสารทุกตัว มีค่าน้อยกว่า 0.046 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ สำหรับวิตามินทุกชนิดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9998 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 1.2-1.7% ศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 99.1-100%

โอกาโมโตะ, นากาจิม่า, และ อิโต้ (Okamoto, Nakajima & Ito, 2002) ศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนอีเทนซัลโฟนิก (2-aminoethanesulfonic Acid) นิโคตินาไมด์ (Nicotinamide) ไพริด๊อกซินไฮโดรคลอไรด์ (Pyridoxine Hydrochloride) คาเฟอีน (caffeine) ไรโบฟลาวินโซเดียมฟอสเฟต (Ribofalvin Sodium Phosphate) ไรโบฟลาวินฟอสเฟต (Ribofalvin Phosphate) ในเครื่องดื่มวิตามินรวม เตรียมตัวอย่างโดยนำเครื่องดื่มวิตามินรมมาเจือจาง 5 เท่าด้วยสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ และกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนติกโครมาโทกราฟี แคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา ความยาวทั้งหมด 48.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 50 ไมโครเมตร วัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องตรวจวัดยูวีดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 210 นาโนเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 37 องศาเซลเซียส ฉีดสารด้วยความดัน 3.45 กิโลพลาสคาล เป็นเวลา 5 วินาที ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 12 กิโลโวลท์ สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการแยกประกอบด้วยบอเรตเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์และโซเดียมโดเดคซิลซัลเฟตเข้มข้น 135 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.0 ใช้เวลาในการแยกสารประมาณ 20 นาที ขีดจำกัดในการตรวจวัดที่ Signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 สำหรับสารทั้ง 6 ชนิดอยู่ในช่วง 0.3-125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.999 ศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.4-2.5% ความแม่นของวิธี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิเคราะห์ให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 99.0 ถึง 101.2%

เวอร์ซารี, มัตติโอลี, พาพิเนโร, และกาลาสซี (Versari, Mattioli, Parpinello & Galassi, 2004) ศึกษาการหาปริมาณของกรดแอสคอร์บิค และกรดไอโซแอสคอร์บิค (Isoascorbic Acid) ในตัวอย่างน้ำผลไม้ เตรียมตัวอย่างโดยนำน้ำผลไม้เจือจางมา 2 เท่าด้วยกรดเมทาฟอสฟอริก 10% (Metaphosphoric Acid) หมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 15 นาที และกรองผ่านตัวกรอง ขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแคปิลารีโซนอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งประกอบด้วยแคปิลารีชนิดฟิวซิลิกา มีความยาวทั้งหมด 50.0 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 75 ไมโครเมตร อุณหภูมิของแคปิลารี 30 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยยูวีดีเทคเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 265 นาโนเมตร ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยก 11 กิโลโวลท์ การฉีดสารเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดันคงที่เป็นเวลา 5 วินาที สารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้คือ ทริซิน (Tricine) เข้มข้น 50.0 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.8 ใช้เวลาในการแยกสารไม่เกิน 12 นาที ขีดจำกัดในการตรวจวัดที่ signal-to-noise Ratio เท่ากับ 3 ของกรดแอสคอร์บิค มีค่าเท่ากับ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรดไอโซแอสคอร์บิค มีค่าเท่ากับ 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงของการเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์มากกว่า 0.9999

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University