การวิเคราะห์ปริมาณไรโบฟลาวิน, ฟลาวิน อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์, ฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์ เคลนบูเทอรอล และซาลบูทามอลด้วยเทคนิคแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส

ทิพย์วรรณ รุ่งสว่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2548

ISBN 974-502-673-5

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ทิพย์วรรณ รุ่งสว่าง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ศิริไชย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี เทอดเทพพิทักษ์)

.....กรรมการ

(ดร. นวศิษฏ์ รักษ์บำรุง)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ศิริไชย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี เทอดเทพพิทักษ์)

.....กรรมการ

(ดร.นวศิษฏ์ รักษ์บำรุง)

.....กรรมการ

(ดร. ชุลีพร พุฒนวล)

.....กรรมการ

(ดร. ณัฐพงษ์ ศรีสุข)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 8 เดือน กันยายน พ.ศ. 2548

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำภาคปลาย ปีการศึกษา 2546

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ จากความกรุณาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง และแก้ไขปัญหาในขณะทำการทดลองต่าง ๆ จาก ผศ. ดร.สมศักดิ์ ศิริไชย ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. อรุณี เทอดเทพพิทักษ์ และ ดร.นวศิษฎ์ รักษ์บำรุง กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ ดร. ชุลีพร พุฒนวล และ ดร. ณัฐพงษ์ ศรีสุข คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์และถูกต้อง ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่และน้อง ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณคนสำคัญที่อยู่เคียงข้างในเวลาที่ต้องการกำลังใจ

ขอขอบพระคุณพ่อ แม้ไม่สามารถอยู่รอดูความสำเร็จ แต่ก็คอยให้กำลังลูกสาวคนนี้จนกระทั่งลมหายใจสุดท้าย ขอบพระคุณแม่ที่เป็นทุก ๆ อย่างของชีวิตลูก ขอบคุณพี่ชายทั้งสองและน้องสาว ผู้สนับสนุนทุนในการศึกษาและเป็นกำลังใจไม่ให้ท้อถอย คอยอยู่เคียงข้างทุกครั้งที่ต้องการกำลังใจ คอยผลักดันจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จจนสำเร็จได้ด้วยดี

คุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นสิ่งบูชาพระคุณบิดามารดาแทนความรัก และความเคารพที่ลูกมีต่อพ่อแม่ และท่านอาจารย์ทุกท่านตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับบัณฑิตศึกษาที่ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนและมอบสิ่งที่ดีงามให้แก่ผู้วิจัย

ทิพย์วรรณ รุ่งสว่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

44910864: สาขาวิชา: เคมี; วท.ม. (เคมี)
คำสำคัญ: แคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส/ ไรโบฟลาวิน/ ฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์/ ฟลาวิน อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์/ เคลนบูเทอรอล/ ซาลบูทามอล/ เบต้า-อะโกนิสต์

ทิพย์วรรณ รุ่งสว่าง: การวิเคราะห์ปริมาณไรโบฟลาวิน, ฟลาวิน อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์, ฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์, เคลนบูเทอรอล และซาลบูทามอลด้วยแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส (DETERMINATION OF RIBOFLAVIN, FLAVIN ADENINE DINUCLEOTIDE, FLAVIN MONONUCLEOTIDE, CLENBUTEROL AND SALBUTAMOL BY CAPILLARY ELECTROPHORESIS) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: ผศ. ดร.สมศักดิ์ ศิริไชย Ph.D. (เคมีวิเคราะห์). 126 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-673-5

การวิเคราะห์ของไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (ฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์และฟลาวิน อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์) และเบต้า-อะโกนิสต์ (เคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล) ด้วยแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีสและยูวีดีเทคเตอร์ สำหรับไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะที่เหมาะสมคือ บอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิโมลาร์ (พีเอช 8.5) อุณหภูมิสำหรับการแยก 35 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าสำหรับการแยก 10 กิโลโวลต์ และเวลาการฉีดสารเข้าสู่แคปิลารี ที่ความดัน 50 มิลลิบาร์ ใช้เวลา 7 วินาที ตรวจวัดสารที่ 267 นาโนเมตร ใช้ฟิวส์ซิลิกาที่ไม่มีการเคลือบผิวด้านใน ความยาวทั้งหมด 45 เซนติเมตร นำมาใช้ในการทดลองนี้ ขีดจำกัดของการตรวจวัดและขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณ อยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.5 พีพีเอ็ม และ 0.5 ถึง 0.8 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ความเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 50.0 พีพีเอ็ม สำหรับไรโบฟลาวิน 0.8 ถึง 20.0 พีพีเอ็ม สำหรับฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์และฟลาวิน อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ ร้อยละการกลับคืนของสารทุกตัวอยู่ในช่วง 94.5 ถึง 109.1 ในตัวอย่างเบียร์ตรวจพบไรโบฟลาวินและฟลาวินโมโนนิวคลีโอไทด์ สำหรับเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล สภาวะที่เหมาะสม คือ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ (พีเอช 9.5) อุณหภูมิสำหรับการแยก 25 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าสำหรับการแยก 10 กิโลโวลต์ และเวลาการฉีดสารเข้าสู่แคปิลารี ที่ความดัน 50 มิลลิบาร์ ใช้เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสารที่ 205 นาโนเมตร ฟิวส์ซิลิกาที่ไม่มีการเคลือบผิวด้านใน ความยาวทั้งหมด 34 เซนติเมตร นำมาใช้ในการทดลองนี้ ขีดจำกัดของการตรวจวัดของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล เท่ากับ 0.05 พีพีเอ็ม ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล เท่ากับ 0.1 และ 0.2 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ความเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 10.0 พีพีเอ็ม ร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 78.8 ถึง 109.3 ในตัวอย่างหมูพบปริมาณเคลนบูเทอรอล 0.2 ไมโครกรัม ต่อกรัมตัวอย่างหมู และซาลบูทามอล 0.3 ไมโครกรัม ต่อกรัมตัวอย่างหมู การสกัดตัวอย่างด้วยเฟสของแข็ง ชนิด ซี-18 (500 มิลลิกรัม) นำมาใช้ในการทดลอง เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสนใจทุกตัว และตัวชะที่เหมาะสม คือ เมทานอลบริสุทธิ์ 7 มิลลิลิตร

44910864: MAJOR: CHEMISTRY; M.Sc: (CHEMISTRY)

KEYWORDS: CAPILLARY ELECTROPHORESIS/ RIBOFLAVIN/ FLAVIN MONONUCLEOTIDE/ FLAVIN ADENINE DINUCLEOTIDE/ CLENBUTEROL/ SALBUTAMOL/ BETA-AGONIST

MISS TIPAWAN RUNGSAWANG: DETERMINATION OF RIBOFLAVIN, FLAVIN ADENINE DINUCLEOTIDE, FLAVIN MONONUCLEOTIDE, CLENBUTEROL AND SALBUTAMOL BY CAPILLARY ELECTROPHORESIS. THESIS ADVISOR: SOMSAK SIRICHAI Ph.D. (ANALYTICAL CHEMISTRY). 126 P. 2005.

ISBN 974-502-673-5

Analysis of Riboflavin and its derivertives (Flavin mononucleotide and Flavin adenine nucleotide), and β-agonist (Clenbuterol and Salbutamol) by capillary electrophoresis with UV detector was studied. For Riboflavin and its derivertives, the optimized conditions were 25 mM borate buffer (pH 8.5), separation temperature of 35°C, seperation voltage of 10 kV, and injection time of 7 seconds at 50 mbar. Analytes were detected at 267 nm. Uncoated fused-silica having a total length of 45 cm was used in the experiments. The limits of detection and quantitation were in the range 0.2 to 0.5 ppm, and 0.5 to 0.8 ppm, respectively. Linearity was in the range 0.5 to 50.0 ppm for Riboflavin, and 0.8 to 20.0 ppm for Flavin mononucleotide and Flavin adenine dinucleotide. The percent recoveries of analytes were in the range 94.5 to 109.1. In the beer samples, only Riboflavin and Flavin mononucleotide were found. For Clenbuterol and Salbutamol, the optimized conditions were 10 mM phosphate buffer (pH 9.5), separation temperature of 25 °C, seperation voltage of 10 kV, and injection time of 5 seconds at 50 mbar. Clenbuterol and Salbutamol were detected at 205 nm. Uncoated fused-silica having a total length of 34 cm was used in the experiments. The limits of detection of Clenbuterol and Salbutamol was 0.05 ppm. The limits of quantitation of Clenbuterol and Salbutamol were 0.1 ppm, and 0.2 ppm, respectively. Linearity was in range 0.5 to 10.0 ppm. The percent recoveries of analytes were in the range 94.5-109.1. In pork samples, the amount of Clenbuterol and Salbutamol per gram sample were 0.2 μg and 0.3 μg, respectively. The solid phase extraction containing C-18 (500 mg) was used to preconcentrate all analytes, and a suitable eluent was 7 ml of pure methanol.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 3

ขอบเขตของการวิจัย..... 4

สถานที่ทำการวิจัย..... 5

ช่วงเวลาในการทำงานวิจัย..... 5

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

ทฤษฎีเทคนิคแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส..... 7

หลักการแยกพื้นฐานของเทคนิคแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส..... 9

วิธีการนำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 12

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

การศึกษาในส่วนของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์..... 16

การศึกษาในส่วนของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์..... 22

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 30

อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 30

สารเคมี..... 30

วิธีดำเนินการ..... 31

การเตรียมสารละลายเคมี..... 31

สภาวะของเครื่องแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส..... 38

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การศึกษาผลของตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง	38
	สารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์	38
	สารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์	40
	การหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างด้วย Solid-phase extraction	41
	การศึกษาความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์	42
	การวิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง	43
	การคำนวณ	44
4	ผลการทดลอง	46
	ผลการทดลองกลุ่มสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์	46
	ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โดยเทคนิค แคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส	46
	ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างโดยวิธี Solid-phase extraction	60
	ผลการศึกษาความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์	61
	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ ในตัวอย่างโดยใช้กราฟมาตรฐาน	67
	ผลการทดลองกลุ่มสารเบต้าอะโกนิสต์	73
	ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โดยเทคนิค แคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส	73
	ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างโดยวิธี Solid-phase extraction	83
	ผลการศึกษาความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์	84
	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ในตัวอย่าง โดยใช้กราฟมาตรฐาน	89
5	สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	93
	สารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์	93
	สารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์	99

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ข้อเสนอแนะ	103
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	109
ประวัติย่อของผู้วิจัย	126

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 สภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารีสารกลุ่มไรโบฟลาวิน และอนุพันธ์..... 40
2 สภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารีสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์..... 41
3 ร้อยละการกลับคืนของการชะคอลัมน์ด้วยปริมาตรเมทานอลต่าง ๆ (n=3)..... 60
4 ร้อยละการกลับคืนของการชะคอลัมน์ด้วยเปอร์เซ็นต์เมทานอลต่าง (n=3)..... 60
5 ขีดจำกัดของการตรวจวัดของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (n=5) 61
6 ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (n=5)..... 61
7 ช่วงความเป็นเส้นตรงของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (n=5)..... 62
8 กราฟมาตรฐานของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (n=5)..... 64
9 ความเที่ยงของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมของร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมพัทธ์ของพื้นที่พีกและไมเกรชันไทม์ (n=6)..... 66
10 ความแม่นของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมค่าร้อยละการกลับคืน ของพื้นที่พีก (n=5)..... 66
11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ ในตัวอย่าง (n=5) 67
12 ร้อยละการกลับคืนของการชะคอลัมน์ด้วยเปอร์เซ็นต์เมทานอลต่าง ๆ(n=3)..... 83
13 ร้อยละการกลับคืนของการชะคอลัมน์ด้วยปริมาตรเมทานอลต่าง ๆ (n=3)..... 84
14 ขีดจำกัดของการตรวจวัดของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล (n=5)..... 84
15 ขีดจำกัดของการหาปริมาณของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล (n=5)..... 85
16 ช่วงความเป็นเส้นตรงของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล (n=5)..... 85
17 กราฟมาตรฐานของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล (n=5)..... 87
18 ความเที่ยงของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมของร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมพัทธ์ของพื้นที่พีกและไมเกรชันไทม์ (n=6)..... 88
19 ความแม่นของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมของร้อยละ การกลับคืน (n=5)..... 89
20 ปริมาณสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ในตัวอย่าง (n=5)..... 89

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

21 สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ โดยเทคนิคแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส..... 97

22 สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล โดยเทคนิคแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส..... 102

23 ไมเกรชันไทม์ของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และบอเรต 30 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 อุณหภูมิ 20องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่าง เข้าแคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 110

24 พื้นที่พีกสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และบอเรต 30 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสนำสารตัวอย่าง เข้าแคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 110

25 ความสูงของพีกสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และบอเรต 30 มิลลิโมลาร์พีเอช 8.5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่าง เข้าแคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 111

26 ไมเกรชันไทม์ของสารผสมไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่พีเอชต่าง ๆ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 30 มิลลิโมลาร์ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 111

27 ไมเกรชันไทม์ของพีกของสารผสมไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่ความเข้มข้น สารละลายบัฟเฟอร์บอเรตต่าง ๆ พีเอช 8.5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 111

28 ความสูงของพีกสารผสมไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่ความเข้มข้นของ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่าง ๆ พีเอช 8.5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 112

29 อัตราส่วนระหว่างความสูงของสัญญาณที่ได้ต่อสัญญาณรบกวน (S/N) ของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ ที่ความเข้มข้นของสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ ต่าง ๆ พีเอช 8.5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 112

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

30 ไมเกรชันไทม์ของพีกสารผสมไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 112

31 ความสูงของพีกสารผสมไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 113

32 สภาพไวของสารผสมไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 113

33 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ค่าไมเกรชันไทม์ของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่สภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารี5 สภาวะ ด้วย 0.1 โมลาร์ NaOH, น้ำ และบัฟเฟอร์ในหน่วยนาที สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 7 วินาที อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (n=3)..... 114

34 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ค่าพื้นที่พีกสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ที่สภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารี 5 สภาวะ ด้วย 0.1 โมลาร์ NaOH, น้ำ และบัฟเฟอร์ในหน่วยนาที สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 7 วินาที อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (n=3)..... 114

35 ค่าพื้นที่พีกของสารละลายมาตรฐานไรโบฟลาวิน (n=5)..... 115

36 ค่าพื้นที่พีกของสารละลายมาตรฐานฟลาวินโมโนนิวคลีโอไทด์ (n=5)..... 115

37 ค่าพื้นที่พีกของสารละลายมาตรฐานฟลาวิน อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ (n=5)..... 116

38 หมู่แทนที่ในสูตรโครงสร้างทั่วไปของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์..... 119

39 ค่าไมเกรชันไทม์ของสารผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอลที่พีเอชต่าง ๆ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 20 มิลลิโมลาร์ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 120

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

40 ค่าไมเกรชันไทม์ของสารผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ที่ความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ต่าง ๆ พีเอช 9.5 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 121

41 ไมเกรชันไทม์ของสารผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอลที่อุณหภูมิต่าง ๆ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 นำสารเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 120

42 ไมเกรชันไทม์ของสารผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอลที่เวลาในการนำสารเข้าสู่แคปิลารีต่าง ๆ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 นำสารเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที (n=3)..... 121

43 ความสูงของพีกสารเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอลที่เวลาในการนำสารเข้าสู่แคปิลารีต่าง ๆ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ (n=3)..... 121

44 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ค่าไมเกรชันไทม์ของสารเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอลที่สภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารี 4 สภาวะ ด้วย 0.1 โมลาร์ NaOH, น้ำ และบัฟเฟอร์ ในหน่วยนาที สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 นำสารเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (n=3)..... 122

45 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของพื้นที่พีกสารเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอลที่สภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารี 4 สภาวะ ด้วย 0.1 โมลาร์ NaOH, น้ำ และบัฟเฟอร์ในหน่วยนาที สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี 5 วินาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (n=3)..... 122

46 ค่าพื้นที่พีกสารละลายมาตรฐานเคลนบูเทอรอล (n=5)..... 123

47 ค่าพื้นที่พีกสารละลายมาตรฐานซาลบูทามอล (n=5)..... 123

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 โครงสร้างโมเลกุลของสารไรโบฟลาวินและอนุพันธ์..... 6

2 โครงสร้างโมเลกุลของสารซาลบูทามอลและเคลนบูเทอรอล..... 7

3 ระบบของแคปิลารีอิเลคโทรโฟรีซีส..... 8

4 (1) การเคลื่อนที่แบบ electroosmotic flow ในเทคนิคแคปิลารี
อิเลคโทรโฟรีซีส..... 11

(2) การเคลื่อนที่แบบ laminar ในเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและ
เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี..... 11

5 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลในแคปิลารีภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้า..... 12

6 วิธีการนำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี

(1) ใช้ความดัน..... 15

(2) ใช้ความแตกต่างของระดับ..... 15

(3) ใช้ศักย์ไฟฟ้า..... 15

7 อิทธิพลของชนิดของบอเรตบัฟเฟอร์และฟอสเฟตต่ออิเลคโทรฟีโรแกรม
ของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะของการทดลองดังนี้
สารละลายบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ ค่าพีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี
45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงสนาม
ไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่
แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น
267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้นของ RF, FMN
และ FAD เท่ากับ 20 ppm..... 48

8 ผลของชนิดสารละลายบัฟเฟอร์ต่อสภาพไวของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและ
อนุพันธ์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์และบอเรตบัฟเฟอร์
ความเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ ค่าพีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร
ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงสนามไฟฟ้า
10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารี
ด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เป็นเวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตรความเข้มข้นของ RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm.....	49
9	อิทธิพลของค่าพีเอชของสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะการทดลองดังนี้ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ ความยาวของแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้นของ RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm.....	50
10	ผลของความเข้มข้นของสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะการทดลองดังนี้ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ พีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm.....	51
11	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่อสภาพไวของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ พีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี 45 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตรความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 20 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร.....	52

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

12 ผลของเมทานอลที่เติมลงในสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรม ของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะของการทดลองคือ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้นของ RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm..... 53

13 ผลของอะซีโตไนไตรล์ที่เติมลงในสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะของการทดลองคือ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm..... 54

14 ผลของอุณหภูมิต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะของการทดลองคือ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 ความยาวของแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm..... 55

15 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแคปิลารีและสภาพไวของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (n=3)..... 56

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

16 ผลของเวลาในการนำสารเข้าสู่แคปิลารีต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ สภาวะของการทดลองคือ สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ พีเอช 8.5 ความยาวแคปิลารี 45.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 36.5 เซนติเมตร ความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้นของ RF, FMN และ FAD เท่ากับ 20 ppm..... 57

17 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการนำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีกับสภาพไวของสารกลุ่มไรโบฟลาวินและอนุพันธ์ (n=3)..... 58

18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าไมเกรชันไทม์กับสภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารีด้วย 0.1 โมลาร์ ของ NaOH, น้ำ, บัฟเฟอร์ ในหน่วยนาที ทั้ง 5 สภาวะ ทำการวิเคราะห์ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (n=5)..... 59

19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของพื้นที่พีกสารกับสภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารีด้วย 0.1 โมลาร์ ของ NaOH, น้ำ, บัฟเฟอร์ ในหน่วย นาที ทั้ง 5 สภาวะ ทำการวิเคราะห์ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (n=5)..... 59

20 ช่วงการเป็นเส้นตรงของสารไรโบฟลาวิน..... 62

21 ช่วงการเป็นเส้นตรงของสารฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์..... 63

22 ช่วงการเป็นเส้นตรงของสารฟลาวิน อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์..... 63

23 กราฟมาตรฐานของสารไรโบฟลาวิน..... 64

24 กราฟมาตรฐานของสารฟลาวิน โมโนนิวคลีโอไทด์..... 65

25 กราฟมาตรฐานของสารฟลาวิน อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์..... 65

26 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์สิงห์..... 68

27 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์สิงห์เติมสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 150 ไมโครลิตร..... 68

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

28 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ไฮเนเก้นท์..... 69

29 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ไฮเนเก้นท์เติมสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 250 ไมโครลิตร..... 69

30 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ลีโอ..... 70

31 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ลีโอเติมสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 250 ไมโครลิตร..... 70

32 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ช้าง..... 71

33 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ช้างเติมสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 250 ไมโครลิตร..... 71

34 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ไท..... 72

35 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างเบียร์ไทเติมสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 150 ไมโครลิตร..... 72

36 อิทธิพลของค่าพีเอชของสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ ความยาวแคปิลารี 34.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 25.5 เซนติเมตร ความแรงสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น CB และ SB เท่ากับ 10 ppm..... 75

37 ผลของความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ พีเอช 9.5 ความยาวของแคปิลารี 34.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 25.5 เซนติเมตร ความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

20 นาโนเมตร ความเข้มข้น CB และ SB เท่ากับ 10 ppm..... 76

38 อิทธิพลของเมทานอลที่เติมลงในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรม ของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟต บัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 ความยาวของแคปิลารี 34.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 25.5 เซนติเมตร ความแรงของสนาม ไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่ แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น CB และ SB เท่ากับ 10 ppm..... 77

39 อิทธิพลของอะซีโตไนไตรล์ที่เติมลงในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ต่ออิเลคโทรฟีโรแกรม ของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟต บัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 ความยาวของแคปิลารี 34.0 เซนติเมตร ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 25.5 เซนติเมตร ความแรงของ สนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ อุณหภูมิแคปิลารี 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่าง เข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณ ที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น CB และ SB เท่ากับ 10 ppm..... 78

40 อิทธิพลของอุณหภูมิภายในแคปิลารีต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสาร กลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 ความยาวของแคปิลารี 34.0 เซนติเมตร ความยาวของ แคปิลารีที่ใช้ในการแยก 25.5 เซนติเมตร ความแรงของสนามไฟฟ้า 10 กิโลโวลต์ นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ เวลา 5 วินาที ตรวจวัดสัญญาณ ที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น CB และ SBเท่ากับ 10 ppm..... 79

41 ผลของเวลาในการนำสารเข้าสู่แคปิลารีต่ออิเลคโทรฟีโรแกรมของสาร กลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ สภาวะของการทดลองดังนี้ สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิโมลาร์ พีเอช 9.5 ความยาวของแคปิลารี 34.0 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ความยาวของแคปิลารีที่ใช้ในการแยก 25.5 เซนติเมตร อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีด้วยความดัน 50 มิลลิบาร์ ตรวจวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 205 นาโนเมตร ความกว้างของช่องแสง 20 นาโนเมตร ความเข้มข้น CB และ SB เท่ากับ 10 ppm 80

42 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการนำสารตัวอย่างเข้าสู่แคปิลารีกับสภาพไวของเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล (n=3) 81

43 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าไมเกรชันไทม์กับสภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารีด้วย 0.1 โมลาร์ ของ NaOH, น้ำ, บัฟเฟอร์ ในหน่วยนาที ทั้ง 4 สภาวะ ทำการวิเคราะห์ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (n=5) 81

44 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของพื้นที่พีคสารกับสภาวะการปรับสภาพผิวภายในแคปิลารีด้วย 0.1 โมลาร์ ของ NaOH, น้ำ, บัฟเฟอร์ ในหน่วยนาที ทั้ง 4 สภาวะ ทำการวิเคราะห์ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (n=5) 82

45 ช่วงความเป็นเส้นตรงของสารเคลนบูเทอรอล 86

46 ช่วงความเป็นเส้นตรงของสารซาลบูทามอล 86

47 กราฟมาตรฐานของสารเคลนบูเทอรอล 87

48 กราฟมาตรฐานของสารซาลบูทามอล 88

49 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างยาพ่นจมูก 90

50 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างยาพ่นจมูกเติมสารละลายมาตรฐานผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 250 ไมโครลิตร 90

51 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างหมู-1 91

52 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างหมู-1 เติมสารละลายมาตรฐานผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 250 ไมโครลิตร 91

53 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างหมู-2 92

54 อิเลคโทรฟีโรแกรมของตัวอย่างหมู-2 เติมสารละลายมาตรฐานผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ความเข้มข้น 20 ppm ปริมาตร 250 ไมโครลิตร 92

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

55 อิเลคโทรฟีโรแกรมของสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ที่มีความเข้มข้น 0.20 ppm..... 117

56 อิเลคโทรฟีโรแกรมของสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ที่มีความเข้มข้น 0.50 ppm..... 117

57 อิเลคโทรฟีโรแกรมของสารละลายมาตรฐานผสม RF, FMN และ FAD ที่มีความเข้มข้น 0.80 ppm..... 118

58 โครงสร้างทั่วไปของสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์..... 119

59 อิเลคโทรฟีโรแกรมของสารละลายมาตรฐานผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ที่ความเข้มข้น 0.05 ppm..... 124

60 อิเลคโทรฟีโรแกรมของสารละลายมาตรฐานผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ที่ความเข้มข้น 0.10 ppm..... 124

61 อิเลคโทรฟีโรแกรมของสารละลายมาตรฐานผสมเคลนบูเทอรอลและซาลบูทามอล ที่ความเข้มข้น 0.10 ppm..... 125

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University