



การประชุมวิชาการวิจัยระดับชาติ

สำหรับบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 14

“ส่งเสริมงานวิจัย พัฒนางาน พัฒนาองค์กร”

Proceedings

ทองกวาววิชาการ'65

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิจัยระดับชาติ

จัดทำโดย สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทร.๐๕๓-๙๔๒๘๗๙



ISBN : 978-616-398-706-8 (e-book)

ปีที่พิมพ์ มิถุนายน 2565

จัดทำโดย สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์เหรียญ หล่อวิมมงคล

ผู้อำนวยการสำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะผู้จัดทำ

รองศาสตราจารย์ เหรียญ หล่อวิมมงคล	ประธานบรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นางสาวปัทมา จักขุรัตน์	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นางกิตติยาภรณ์ สิ้นสุภเสวต	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นางกาญจนา มูลอาจ	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นางอรกานต์ ไชยยา	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
ดร.กฤษฎี กากูจนกิตติ	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นายรุจณยุคันต์ จินฉธรรม	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นางสาวศุภัทธา ผลเพิ่ม	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นางสาวนัทธฤดี ฤกษ์นิยม	บรรณาธิการและคณะผู้จัดทำ
นายนิคม หล้าอินเชื้อ	บรรณาธิการและเลขานุการคณะผู้จัดทำ

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

239 ถนนนิมมานเหมินท์ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทร. 053-942879

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2565 (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1)

จำนวนพิมพ์ 1273 หน้า

พิมพ์ที่ จัดทำในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์ www.council-uast.com
ที่ประชุมสภาข้าราชการ พนักงานและลูกจ้างมหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (ปชมท.)



ประกาศสำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เรื่อง แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัยในการประชุมวิชาการวิจัยระดับชาติสำหรับ
บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 14

ตามที่สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับ เครือข่ายวิจัยและนวัตกรรมบุคลากรสายสนับสนุนในสถาบันอุดมศึกษา ที่ประชุมสภาข้าราชการ พนักงาน และลูกจ้างมหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ได้ร่วมกันจัดการประชุมวิชาการวิจัยระดับชาติสำหรับบุคคลสายสนับสนุนในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม และ 1 เมษายน 2565 ณ สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นั้น

เพื่อให้บทความวิจัยในการประชุมวิชาการวิจัยระดับชาติสำหรับบุคคลสายสนับสนุนในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 14 มีความถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นมาตรฐานสากล จึงขอแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัย ดังนี้

- | | |
|------------------------------------|---------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.สุพล | อนันตา |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.สิริวดี | ชมเดช |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ | ท้ายเรือคำ |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ | โถมยา |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.วินิตา | บุญโยดม |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา | เทียรชนิธิกุล |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา | ติยะ่วน |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทรพจน์ | ดำรงพานิช |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีรัตน์ | สุวรรณ |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ | คูตระกูล |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำผึ้ง | อินทะเนตร |
| 12. ดร.ฉายสุรีย์ | ศุภวิไล |
| 13. ดร.เวธกา | กลิ่นวิชิต |
| 14. ดร.จรงค์ศักดิ์ | พูนนวน |
| 15. ดร.ประมวล | ทรายทอง |



16. นายเรวัต	รัตน์กาญจน์
17. นางสาวปัทมา	จักรรัตน์
18. นายนิคม	หล้าอินเชื้อ
19. นายปภาณภณ	ปภักรภูรินท์
20. นางกิตติยาภรณ์	สินศุภเสวต
21. นายคำรณ	โชธนะโชติ
22. นางสาวภัศราภรณ์	พรหมเทพ
23. นางฤดีมาศ	แสงสาย
24. นางกาญจนา	มูลอาจ
25. นางธัญวรัตน์	โสภาวัง
26. นางสาวณัฏฐิญา	สุขเกษม
27. นางสาวพิมพ์พันธุ์	สายเพชร
28. นางภัทรภรณ์	ผลดี
29. นางทองม้วน	เชาว์เกษม
30. นางสาวสุปรียา	อ่อนอิงนอน
31. นางสาวศรีสุข	มงกุฎวิสุทธิ
32. นางสาวสุดฤทัย	จันทร์แถมชัย
33. นายธีระพงษ์	ประทุมศิริ
34. นายบัญชา	อุณพานิช
35. นายสมชาย	วงศ์รัตนรักษ์
36. นายธีระ	เพชรกำบังภัย
37. นางสาวเสาวคนธ์	ถ้วนเทศ
38. นางวิรัตน์	จันทร์ตรี
39. นางพจนานถ	พัทบุรี
40. นางณิชชา	ปิยสุนทรวงษ์
41. นายตามธรรม	จินากุล

ประกาศ ณ วันที่ ๑ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2565

(รองศาสตราจารย์เหรียญ หล่อวิมงคล)

ผู้อำนวยการสำนักบริการวิชาการ



การศึกษาปริมาณวิตามินบีจากแอคติโนแบคทีเรีย “ <i>Modestobacter caceresii</i> DSM 101691 ^T ”	1044
การคัดแยกและการจัดจำแนกยีสต์กาแลคโตมัยซีจากผลไม้ในภาคเหนือของประเทศไทย	1056
การประเมินผลสัมฤทธิ์ของสื่อวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้เรื่อง “การใช้เครื่องช่วยยกตัว”	1068
การจัดทำแบบจำลองสารสนเทศทางกายภาพ พื้นที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	1076
ผลของปริมาณและชนิดของสารตัวพาท่อสมบัติทางเคมีกายภาพของซีอิ๊วขาวผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย	1089
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่ายไก่อ.....	1097
การศึกษาคุณภาพสื่อการเรียนรู้ การใช้โปรแกรม EndNote ผ่านระบบ E-Learning ของแพทย์ประจำบ้าน ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล	1107
การพัฒนาระบบยื่นผลคะแนนสอบภาษาอังกฤษสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี	1116
การกำจัดโลหะหนักโครเมียม (VI) ในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยเรซินที่ผ่านการใช้งานแล้ว	1131
การเตรียมแอลกอฮอล์เจลสำหรับใช้ภายในคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1143
การวิเคราะห์ผลการประเมินองค์ประกอบของการควบคุมภายในและการบรรลุวัตถุประสงค์การควบคุมภายในของมหาวิทยาลัย วลัยลักษณ์ ปีงบประมาณ 2561 - 2563	1152
การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารกันบูดในเครื่องดื่มภาชนะบรรจุปิดสนิทที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป.....	1168
การแยกสารไมทราเจนีนและการตรวจเอกลักษณ์ทางเคมีของใบกระท่อมด้วยเทคนิคเอชพีทีแอลซี.....	1184
การพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์ไนโตรเจนในน้ำประปา.....	1197
การศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดของพืชในสกุล <i>Diospyros</i>	1205
การออกแบบและสร้างอุปกรณ์เชื่อมต่อกล้องสะท้อนภาพเลนส์เดี่ยวระบบดิจิทัลกับกล้องจุลทรรศน์.....	1216
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ.....	1222
ประสิทธิผลของโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพการกลืนอย่างเต็มรูปแบบกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีภาวะกลืนลำบาก: การศึกษาแบบกลุ่มโรค.....	1223
ประสิทธิผลการใช้อุปกรณ์ช่วยพลิกตัวอัตโนมัติเพื่อป้องกันการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังที่เป็นอัมพาตทั้งตัว	1237
การศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติทางด้านโครงสร้างกล้ามเนื้อ ของบุคลากรสำนักงาน คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.....	1247
กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (เพิ่มเติม).....	1256
ปัจจัยที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.....	1257

การพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์ไนไตรท์ในน้ำประปา

Development of ion chromatography for determination of nitrite in tap water.

พีรดา ภัคดีพิน¹*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์ไนไตรท์ในน้ำประปา

จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.05 ถึง 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9996 ขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีร้อยละการกลับคืนที่ความเข้มข้น 0.10, 2.50 และ 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับร้อยละ 107.8, 100.9 และ 99.7 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 0.34, 4.72 และ 1.04 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับของวิธี ดังนั้นวิธีการทดสอบดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการทดสอบหาปริมาณไนไตรท์ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรทและซัลเฟต อย่างต่อเนื่องในน้ำประปาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนั้นยังได้สุ่มตัวอย่างน้ำประปาจำนวน 10 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่าตัวอย่างน้ำประปามีค่าไนไตรท์น้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ: ไนไตรท์, น้ำประปา, ไอออนโครมาโทกราฟี

Abstract

This research is the development of ion chromatography technique for nitrite analysis in tap water.

The suitable ion chromatography conditions were revealed with the use of IonPac™ AS19 ion exchange as stationary phase and 10 – 80 mM OH⁻ as mobile phase at a flow rate 1.0 mL/min. The conductivity detector was applied.

Verification of the method's validity was found to be linearly correlated in the concentration range of 0.05 to 50.0 mg/L with a correlation coefficient (r) of 0.9996. The limit of detection (LOD) and the limit of quantitation (LOQ) were 0.03, 0.10 mg/L, respectively. The percentage recovery at 0.10, 2.50 and 5.00 mg/L were 107.8, 100.9 and 99.7 percent, respectively. The relative standard deviations were 0.34, 4.72 and 1.04 percent, respectively. Therefore, this method has good accuracy and precision and can be used for nitrite fluoride chloride nitrate and sulfate simultaneous determination in tap water. The 10 samples of tap water from Nakhon si thammarat province in the southern regions of Thailand were investigated in order to confirm the method application. The result less than 0.10 mg/L.

Keywords: Nitrite, Tap water, Ion Chromatography

บทนำ

¹ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช, 80160

¹ Walailak University, Nakhon si thummarat, 80160

*Corresponding author : bpeerada@wu.ac.th



น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต การควบคุมคุณภาพน้ำให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพชีวิต การยกระดับคุณภาพมาตรฐานน้ำประปาของกรมอนามัยเพื่อให้ประชาชนมีน้ำบริโภคที่สะอาดและปลอดภัยตามประกาศกรมอนามัย เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัย ปี พ.ศ. 2563 มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางเคมีทั่วไป โดยเพิ่มการหาปริมาณไนไตรท์ ส่งผลให้ห้องปฏิบัติการต้องมีการวิเคราะห์รายการไนไตรท์ในน้ำประปาดื่มได้ ตามประกาศที่กำหนด การตรวจหาปริมาณไนไตรท์มีหลายวิธีเช่น voltammetry (Shovon Mohammad Shariar and Teruo Hinoue) pectrophotometry (G.F.Wang, M.SatakeK and Horita) flow injection (Yukio Kanda and Masafumi Taira) และวิธีการมาตรฐานสากล (Standard Methods for the Examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WEF, 2017) วิธีดังกล่าวมีการเตรียมตัวอย่างที่ยุ่งยาก ซับซ้อนและยังมีขีดจำกัดของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาและมีขีดจำกัดการวัดปริมาณที่แตกต่างกัน รวมทั้งสิ่งรบกวนการวิเคราะห์จากตัวอย่าง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ ให้สามารถวิเคราะห์พร้อมกับ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรตและซัลเฟต อย่างต่อเนื่อง โดยใช้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH⁻) เป็นเฟสเคลื่อนที่แบบแกรเดียนท์ ผ่านการแยกด้วยคอลัมน์สำหรับวิเคราะห์ไอออนลบ ตรวจวัดสัญญาณค่าการนำไฟฟ้า (conductivity detector) โดยทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ในตัวอย่างน้ำประปาตามมาตรฐานที่กำหนดได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี สำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ในน้ำประปาให้สามารถวิเคราะห์พร้อม ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรต และ ซัลเฟต อย่างต่อเนื่อง มีความถูกต้องและแม่นยำ โดยมีการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (method validation) ซึ่งจะศึกษาคุณลักษณะเฉพาะต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ขีดจำกัดของการตรวจพบ (LOD) ขีดจำกัดการวัดปริมาณ (LOQ) ความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยง (precision)

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์ไนไตรท์ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรต และซัลเฟต ในน้ำประปา พร้อมกันอย่างต่อเนื่อง โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงานเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมตัวอย่างและสารเคมี
 2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของวิธีโครมาโทกราฟี
 3. การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์
 4. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปา
1. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและสารเคมี
 - 1.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำ

แบ่งตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร เก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ภายใน 48 ชั่วโมง
 - 1.2 ขั้นตอนการเตรียมสารเคมีและสารละลายมาตรฐาน

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองทุกชนิดเป็นเกรดสำหรับงานวิเคราะห์และน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลายทั้งหมดคือน้ำปราศจากไอออนที่มีค่าความต้านทานมากกว่า 18 เมกกะโอมห์ต่อเซ็นติเมตร

 - 1.2.1 การเตรียมเฟสเคลื่อนที่ไฮดรอกไซด์ไอออนแบบแกรเดียนท์



เตรียมโดยใช้น้ำปราศจากไอออนที่กรองผ่านเมมเบรน 0.45 ไมครอน แล้วนำไปไล่แก๊สด้วย ultrasonic bath เป็นเวลา 15 นาที นำใส่ขวดเพื่อใช้ในการผลิตไฮดรอกไซด์ (OH⁻) ด้วยการบีมน้ำผ่าน Eluent generator cartridge (EQC 500 KOH)

1.2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

- สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ที่หือ Merck ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตรในน้ำ
- สารละลายมาตรฐานยี่หือ Merck ความเข้มข้น ฟลูออไรด์ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอไรด์ ไนไตรท์ ไนเตรท และซัลเฟต 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

นำสต็อกสารละลายมาตรฐานมาเตรียมเป็นสารละลายผสมของไอออนลบให้มีความเข้มข้นตามต้องการในการสร้างกราฟมาตรฐานและทำการทดสอบการนำไปใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ โดยเตรียมสารใหม่ทุกครั้งที่ทำกรวิเคราะห์

2. การศึกษาสภาวะในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนไตรท์ ไนเตรทและซัลเฟต อย่างต่อเนื่อง คือเครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatograph) รุ่น DIONEX INTEGRION HPIC บริษัท ThermoDIONEX ทำการแยกด้วยคอลัมน์ (column) ชนิด IonPac™ AS19 ขนาด 4 × 250 มิลลิเมตร สำหรับแยกไอออนลบ โดยใช้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH⁻) เป็นเฟสเคลื่อนที่แบบแกรเดียนท์ ตัวตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity detector) ที่ผ่านการลดค่า black ground ด้วย Electrolytically Regenerated Suppressor ควบคุมการทำงานเก็บรวบรวมและประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ Chromeleon version 7

2.1 ขั้นตอนการศึกษา

2.1.1 เตรียมสารละลายไนไตรท์ ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร วิเคราะห์เพื่อหา retention time

2.1.2 เตรียมสารละลายผสมของ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนไตรท์ ไนเตรทและซัลเฟต ความเข้มข้น ฟลูออไรด์ เท่ากับ 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอไรด์ ไนไตรท์ ไนเตรท และ ซัลเฟต ความเข้มข้นแต่ละไอออนเท่ากับ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร วิเคราะห์เพื่อศึกษาการแยก (resolution) ของแต่ละไอออน

3. การทดสอบความใช้ได้ของวิธี (method validation)

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีเป็นกระบวนการพิสูจน์ว่าวิธีวิเคราะห์มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ทดสอบตามวัตถุประสงค์ของงานหรือไม่ ได้ทำการพิสูจน์วิธีวิเคราะห์ในค่าต่างๆ ดังนี้ ค่าขีดจำกัดในการตรวจวัด (detection limit, LOD), ค่าขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (quantitation limit, LOQ), ความสัมพันธ์เชิงเส้น (linearity), ค่าความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ (Accuracy) และค่าความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ (Precision)

3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) และขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ)

3.1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำปราศจากไอออนทำการเจือจางสารละลายมาตรฐานวิเคราะห์จนได้ค่าความสูงของพีคเป็น 3 เท่าของสัญญาณรบกวน (noise) ถือเป็นค่าขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD)

3.1.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำปราศจากไอออนทำการเจือจางสารละลายมาตรฐานวิเคราะห์จนได้ค่าความสูงของพีคเป็น 10 เท่าของสัญญาณรบกวน (noise) ถือเป็นค่าขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ)

3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น (linearity)

3.2.1 เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.10, 1.00, 10.0 และ 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2.2 นำสารละลายที่เตรียมทั้ง 4 ความเข้มข้นวิเคราะห์หาค่าพื้นที่ใต้พีค

3.2.3 นำค่าพื้นที่ใต้พีคที่ได้และค่าความเข้มข้นมาสร้างกราฟเส้นตรง



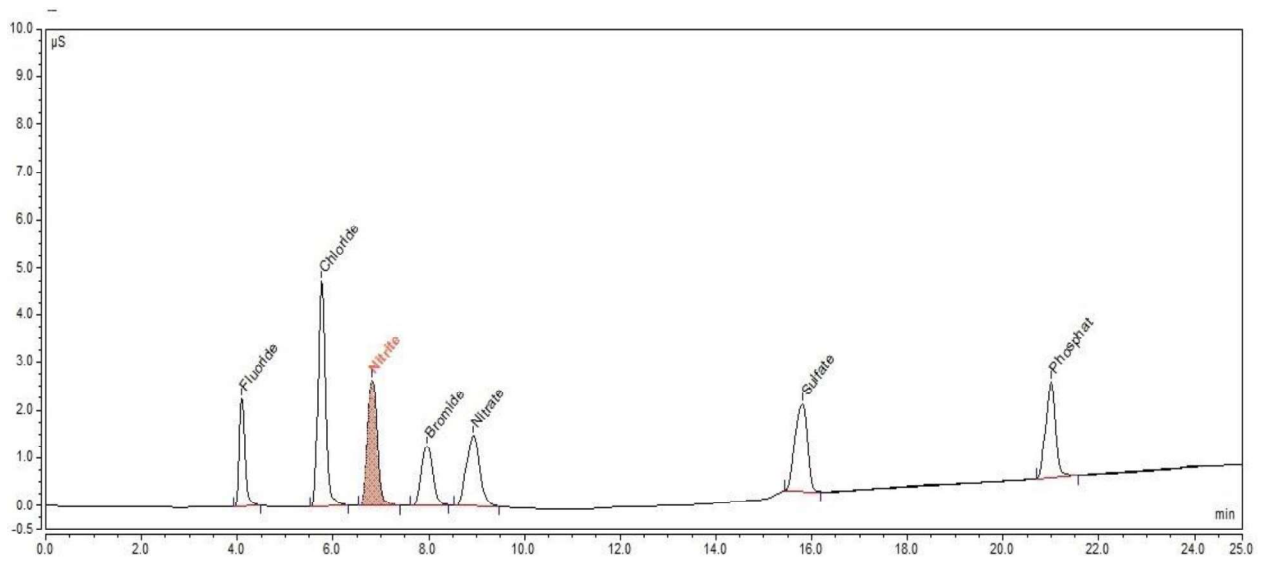
- 3.2.4 เกณฑ์การยอมรับคือกราฟเส้นตรงที่สร้างขึ้นจากพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.995
- 3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ (Accuracy) และค่าความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ (Precision)
 - 3.3.1 เตรียมสารละลายไนโตรทีในน้ำประปา 3 ระดับความเข้มข้น ต่ำ กลาง สูง (0.10, 2.50, 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทำการทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรทีทั้งหมดที่มีในสารละลายเพื่อนำมาคำนวณหาร้อยละการกลับคืน (%Recovery)
 - 3.3.2 ทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลาย 7 ซ้ำ
 - 3.3.3 นำค่าความเข้มข้นของสารละลายไนโตรทีที่วิเคราะห์ได้ มาคำนวณหาค่า % Recovery และ %RSD
 - 3.3.4 เกณฑ์การยอมรับ % Recovery ต้องอยู่ในช่วง 75 - 120%, %RSD และน้อยกว่า 15%
- 4. การประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริง ตัวอย่างที่วิเคราะห์เป็นตัวอย่างน้ำประปาในอำเภอเมือง, ร่อนพิบูลย์, ทุ่งสง, บางขัน, นาบอน, ลานสกา และพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 ตัวอย่าง
 - 4.1 แบ่งตัวอย่างใส่ขวดพลาสติกปริมาตรไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ภายใน 48 ชั่วโมง
 - 4.2 กรองตัวอย่างด้วยเมมเบรน 0.45 ไมครอน ปริมาตรไม่น้อยกว่า 5 มิลลิลิตร
 - 4.3 วิเคราะห์ตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. การศึกษาสภาวะในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี เมื่อศึกษาสภาวะในการวิเคราะห์ปริมาณ ไนโตรที พร้อมกับ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต อย่างต่อเนื่อง โดยใช้ไอออนโครมาโทกราฟี พบว่าเพศเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ที่ได้แก่โปรแกรมการชะแบบแกรเดียนท์รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 ทำให้สามารถวิเคราะห์ไนโตรทีได้โดยมี retention time เท่ากับ 6.8 นาที ดังแสดงในโครมาโทแกรมตามภาพที่ 1 และพบค่าการแยก (resolution) ของแต่ละไอออนมีค่ามากกว่า 1 จึงสามารถวิเคราะห์ได้อย่างต่อเนื่องพร้อมกับ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต

ตารางที่ 1 โปรแกรมการชะแบบแกรเดียนท์ (gradient program)

Step	Time [min]	Concentration [mM]	Objective to Study
1	Initial – 5.0	10.00	Instrument Setup
2	5.0-10.0	10.00	Equilibration
3	0.0	10.00	Run
4	10.0	10.00	Run
5	25.0	45.00	Run
6	30.0	45.00	Stop Run

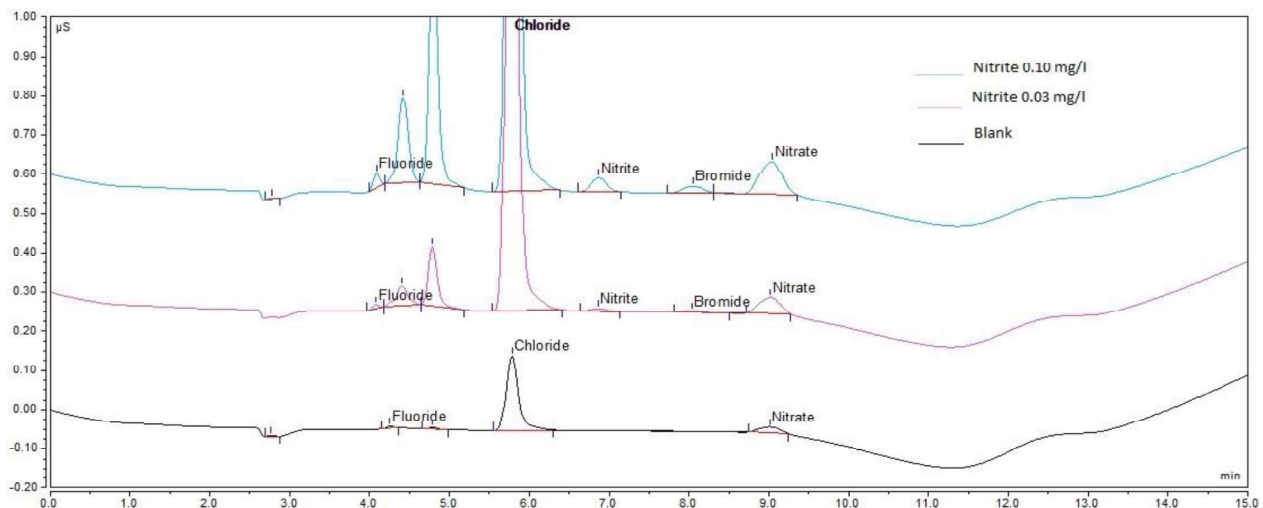


ภาพที่ 1 โครมาโทแกรมของการแยกไนไตรท์ พร้อมกับ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต ด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี ด้วยโปรแกรมการชะแบบแกรเดียนท์

2. ผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธี (method validation)

2.1 การวิเคราะห์ขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) และขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ)

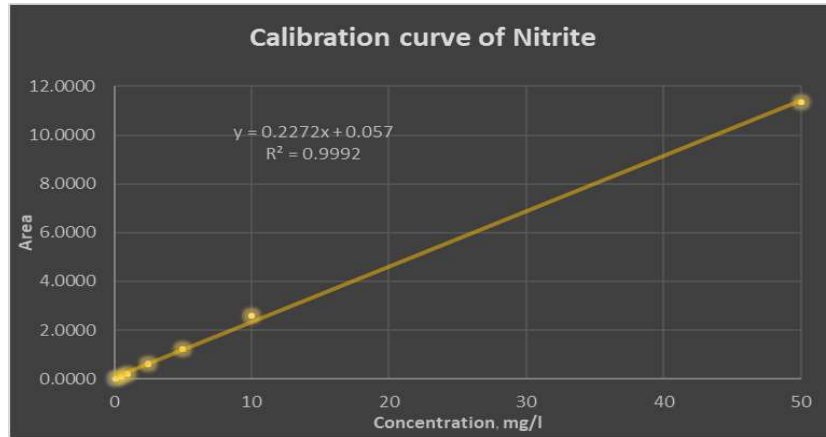
โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำปราศจากไอออนทำการเจือจางสารละลายมาตรฐานจนได้ค่าความสูงของพีคเป็น 3 เท่าของสัญญาณรบกวน (noise) ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำค่าที่ได้คือความเข้มข้น 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นค่าขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) และสารละลายมาตรฐานที่ให้ค่าความสูงของพีคเป็น 10 เท่าของสัญญาณรบกวน (noise) คือสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ที่มีความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นค่าขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครมาโทแกรมของการวิเคราะห์ขีดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) และขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ)

2.2 ผลการพิสูจน์ความสัมพันธ์เชิงเส้น (linearity)

โดยใช้ค่าความเข้มข้นที่มีค่าประมาณขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เป็นจุดแรกของกราฟคือความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นสูงสุดครอบคลุมปริมาณไนเตรทในตัวอย่างน้ำประปา พบว่ากราฟมาตรฐานที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ correlation coefficient (r) มากกว่า 0.995 ในช่วงความเข้มข้น 0.10 – 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟมาตรฐานของสารละลายไนเตรทในช่วงความเข้มข้น 0.50 - 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3 ผลการพิสูจน์ค่า Accuracy และ Precision

โดยการศึกษาสารละลายไนเตรทในน้ำประปา 3 ระดับความเข้มข้น ต่ำ กลาง สูง (0.10, 2.50, 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลาย 7 ซ้ำ ค่า Accuracy แสดงด้วย % Recovery และ Precision แสดงด้วย %RSD จากการทดลองพบว่า มีค่า % Recovery เท่ากับ 107.8, 100.9 และ 99.7 ตามลำดับ และมีค่า %RSD เท่ากับ 0.34, 4.72 และ 1.04 ตามลำดับ

3. การประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริง

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปาในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 ตัวอย่าง พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการทดสอบหาปริมาณไนเตรท พร้อมกับ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต อย่างต่อเนื่อง ในน้ำประปาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรท ไนเตรทและซัลเฟต ในตัวอย่างน้ำประปา

ลำดับ	ตัวอย่างน้ำ	ฟลูออไรด์ (mg/L)	คลอไรด์ (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)	ซัลเฟต (mg/L)
1	น้ำประปา (ร้อนพิบูลย์)	<0.10	1.47	<0.10	1.15	<0.50
2	น้ำประปา (ทุ่งสง)	<0.10	2.28	<0.10	<0.50	<0.50
3	น้ำประปา (เมืองนครศรีฯ)	<0.10	6.50	<0.10	2.27	0.96
4	น้ำประปา (ปากนคร)	0.44	96.0	<0.10	<0.50	<0.50
5	น้ำประปา (นาบอน)	<0.10	5.09	<0.10	1.09	<0.50
6	น้ำประปา (สวนขันธุ์)	<0.10	2.14	<0.10	<0.50	<0.50
7	น้ำประปา (พรหมคีรี)	<0.10	1.89	<0.10	0.75	1.12



8	น้ำประปา (ท่าแพ)	<0.10	2.03	<0.10	<0.50	<0.50
9	น้ำประปา (ลานสกา)	<0.10	3.70	<0.10	0.56	2.90
10	น้ำประปา (บางขัน)	<0.10	5.45	<0.10	2.60	2.98

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์ไนไตรท์ในน้ำประปาพร้อมกับ ฟลูออไรด์, คลอไรด์, ไนเตรท และซัลเฟต อย่างต่อเนื่อง เป็นวิธีที่น่าเชื่อถือสามารถใช้เป็นวิธีทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ในช่วงความเข้มข้น 0.1 ถึง 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.9992 ชัดจำกัดในการตรวจวัด (LOD) เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร และชัดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร การศึกษาสารละลายไนไตรท์ในน้ำประปา 3 ระดับความเข้มข้น ต่ำ กลาง สูง (0.10, 2.50, 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบค่า Accuracy แสดงด้วย % Recovery และ Precision แสดงด้วย %RSD เท่ากับ 107.8, 100.9 และ 99.7 และ เท่ากับ 0.34, 4.72 และ 1.04 ตามลำดับ จากการสุ่มตัวอย่างน้ำประปาในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 ตัวอย่าง พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถนำไปใช้ตรวจสอบปริมาณสารไนไตรท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการประเมินผลค่าตัวแปรต่างๆ ของการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ไนไตรท์ พร้อมกับ ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ไนเตรทและซัลเฟต อย่างต่อเนื่องในน้ำประปาโดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี โดยเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ที่ใช้แบบแกรเดียนท์ แยกด้วยคอลัมน์ สำหรับแยกไอออนลบ IonPac™ AS19 ขนาด 4 x 250 มิลลิเมตร โดยใช้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH⁻) เป็นเฟสเคลื่อนที่แบบแกรเดียนท์ ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity detector) ที่ผ่านการลดค่า black ground ด้วย Electrolytically Regenerated Suppressor พบพีคของไนไตรท์ที่ retention time เท่ากับ 6.8 run time เท่ากับ 30 นาที ซึ่งสภาวะดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ไอออนลบในตัวอย่างน้ำประปาเป็นวิธีที่มีความสะดวก สามารถวิเคราะห์ได้พร้อมกันอย่างต่อเนื่องในการวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว รวดเร็ว ประหยัด ใช้น้ำสารเคมีปริมาณน้อย ลดปริมาณของเสียจากห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนการเตรียมไม่ยุ่งยากเมื่อเทียบกับการหาปริมาณไนไตรท์โดยการใช้เทคนิค spectrophotometry (B.U. Gauthama, B. Narayana, B.K. Sarojini, Kabiru Bello and N.K. Suresh.) ที่สามารถวิเคราะห์ได้เพียงไนไตรท์เท่านั้น ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีพบว่าวิธีวิเคราะห์ การทดสอบความเป็นเส้นตรงและช่วงของการทดสอบ โดยศึกษาสารละลายมาตรฐานที่ 7 ระดับความเข้มข้น พบว่าช่วงของความเข้มข้นของไนไตรท์อยู่ระหว่างความเข้มข้นในช่วง 0.10 ถึง 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9996 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ การทดสอบความแม่นยำของวิธีทำการทดสอบที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.10, 2.50 และ 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าร้อยละของการกลับคืน (%Recovery) ของไนไตรท์อยู่ในช่วง 99.7 – 107.8 อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือร้อยละ 80 – 110 และค่า %RSD ได้เท่ากับ 0.34, 4.72 และ 1.04 ไม่มากกว่า 5.0 แสดงถึงวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้มีความแม่นยำและการทดสอบความเที่ยง

การตรวจสอบขีดจำกัดในการตรวจ (LOD) และขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) ของไนไตรท์ มีค่าเท่ากับ 0.03 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณไนไตรท์ที่พบในตัวอย่างน้ำประปามีค่าอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ในตัวอย่างน้ำ (Huseyin Altundag et al) และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาของกรมอนามัย ตามประกาศกรมอนามัย เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัย พ. ศ. 2563 กำหนดให้มีปริมาณไนไตรท์ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทั่วไปพบปริมาณไนไตรท์น้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทุกจุดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ข้อเสนอแนะ นำวิธีที่พัฒนาใช้ในการเฝ้าติดตามคุณภาพน้ำประปาจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดจ่ายน้ำประปาปลายทางเพื่อเฝ้าติดตามคุณภาพน้ำ ระบบท่อส่งน้ำประปา และใช้วิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ในตัวอย่างอื่นๆ เช่น ตัวอย่างน้ำผลไม้ นม ตัวอย่างอาหาร เป็นต้น



เอกสารอ้างอิง

Shovon Mohammad Shariar and Teruo Hinoue.(2010). *Simultaneous voltammetric determination of nitrate and nitrite ions using a copper electrode pretreated by dissolution/redeposition*, Analytical Sciences, 26(11), 1173-1179, <https://doi.org/10.2116/analsci.26.1173>

G.F.Wang, M.SatakeK and Horita (1998). *Spectrophotometric determination of nitrate and nitrite in water and some fruit samples using column preconcentration*, Talanta, 46(4), 671-678, [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(97\)00325-1](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(97)00325-1)

Yukio KANDA and Masafumi TAIRA.(2003). *Flow-Injection Analysis Method for the Determination of Nitrite and Nitrate in Natural Water Sample Using a Chemiluminescence NOx Monitor*. Analytical Sciences, 19(5), 695-699, <https://doi.org/10.2116/analsci.19.695>

B.U. Gauthama, B. Narayana, B.K. Sarojini, Kabiru Bello and N.K. Suresh. (2020). *Nitrate/Nitrite determination in water and soil samples accompanied by in situ azo dye formation and its removal by superabsorbent cellulose hydrogel* (Research Article) SN Applied Sciences, 2:1225, <https://doi.org/10.1007/s42452-020-3016-5>

Huseyin Altundag, Serife Agar, Esra Altintig, Asude Ates and Sezen Sivrikaya.(2019). *Use of ion chromatography method on the determination of some anions in the water collected from Sakarya, Turkey*, 13(1), 14-20, <http://doi.org/10.25135/jcm.26.19.03.1221>