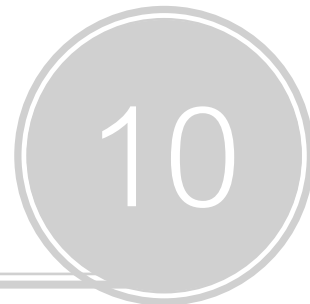


การหาปริมาณสารไนไตรท์ในรังนกโดย
เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิดโครมาโทกราฟี
Quantitative analysis of nitrite in blood-red bird's nest by
high-performance liquid chromatography



มโนวิช เรืองดิษฐ์¹, นิภาพร ชนะคช¹, วรินกาญจน์ ธรตีกรรวัฒน์¹
Manowich Ruengdit¹, Nipaporn Chanacot¹, Warinkarn Torateekornawat¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีทดสอบปริมาณสารไนไตรท์ในรังนก โดยการสกัดแยกสารด้วยน้ำแล้วตรวจวัดด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิดโครมาโทกราฟี ซึ่งพบว่าสภาวะแยกสารที่เหมาะสม โดยใช้คอลัมน์ชนิด C18 reverse-phase เป็นเฟสคงที่ และ 0.01 M octylammonium orthophosphate ในเมทานอลร้อยละ 30 โดยปริมาตร มีค่า pH 7.0 เป็นเฟสเคลื่อนที่ ที่อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตร/นาที ตรวจวัดด้วย Photodiode-array detector ที่ความยาวคลื่น 216 นาโนเมตร

จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี พบว่ามีค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.5-250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9999 ขีดจำกัดของการตรวจพบ 0.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขีดจำกัดการวัดปริมาณ 0.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีร้อยละการคืนกลับที่ความเข้มข้น 0.5 125 และ 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เท่ากับร้อยละ 107.5 106.6 และ 105.3 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ เท่ากับร้อยละ 1.61 0.43 และ 0.49 ตามลำดับ และมีค่าความไม่แน่นอนเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับของวิธี ดังนั้นวิธีทดสอบดังกล่าวมีความแม่นยำและความเที่ยงสามารถนำมาใช้ในการทดสอบปริมาณไนไตรท์รังนกได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังได้สุ่มตัวอย่างรังนกเพื่อทดสอบจำนวน 13 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 9 จังหวัดจากภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ พบว่าตัวอย่างรังนกมีช่วงผลการทดสอบตั้งแต่ไม่พบจนถึงพบปริมาณไนไตรท์ 1652.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

Abstract

This research aims to study the nitrite testing in bird nest which was extracted by water and determined by high performance-liquid chromatography technique (HPLC). The suitable HPLC condition revealed with the use of C18 reverse phase as stationary phase and 0.01 M octylammonium orthophosphate 30% v/v in methanol (pH 7.0) as mobile phase at flow rate 0.8 mL/min. The photodiode-array detector at a wavelength of 210 nm was applied. According to method validation, the linearity ranged from 0.5-250 µg/mL and 0.9999 for correlation coefficient. The limit of detection (LOD) and the limit of quantitation (LOQ) were 0.12 and 0.15 mg/kg, respectively. The recoveries were 107.5% at 0.5 µg/mL, 106.6% at 125 µg/mL and 105.3% at 250 µg/mL. The relative standard deviations (RSD) were 1.61, 0.43 and 0.49 respectively as well as uncertainty value conformed to the acceptable criteria. Therefore, this method provides good accuracy and precision that can be used for nitrite determination in bird nest. The thirteen samples of bird nest from nine provinces in the central, eastern and southern regions of Thailand were investigated in order to confirm the method application. The result ranged from not detected to 1652.7 mg/kg.

คำสำคัญ: รังนก ไนไตรท์ ไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิดโครมาโทกราฟี

Keywords: Bird nest, Nitrite, HPLC

¹กรมวิทยาศาสตร์บริการ

^{*}Corresponding author. E-mail address: manowich@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

รังนกเป็นวัตถุดิบจากสัตว์ที่มีมูลค่าสูงและเป็นที่ยอมรับอย่าง มากในประเทศจีน โดยนำเข้ารังนกจาก 3 ประเทศหลัก คือ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย แต่เมื่อปี 2555 หน่วยงานตรวจสอบ มาตรฐาน คุณภาพสินค้าของรัฐบาลจีน หรือ General Administration for Quality Supervision, Inspection and Quarantine (AQSIQ) ได้ออกประกาศห้ามนำเข้ารังนกทุกชนิด จากทุกประเทศ เนื่องจากตรวจพบการปนเปื้อนไนโตรเจนในรังนก สีแดงจากประเทศมาเลเซียเกินค่ามาตรฐาน ทำให้การค้ารังนกใน ประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งผลิตสำคัญตกต่ำลง ส่งผลกระทบต่อผู้ ผลิตทั้งรังนกถ้ำที่เก็บจากธรรมชาติและรังนกบ้าน แม้ว่าใน ปัจจุบัน กระทรวงควบคุมคุณภาพ ตรวจสอบและกักกันโรคของ ประเทศจีนได้ออกประกาศอนุญาตนำเข้าผลิตภัณฑ์รังนกของ ไทยได้ตั้งแต่วันที่ 28 ส.ค. 2560 เป็นต้นไปเฉพาะรังนกที่มีสีขาว เหลือง หรือทอง โดยรังนกที่ส่งออกจากไทยไปจีนต้องผ่านการขึ้น ทะเบียนแหล่งผลิตและมีใบรับรอง จากกรมปศุสัตว์ ส่งผลให้ต้อง มีระบบการขึ้นทะเบียน การควบคุมคุณภาพ เรื่องโรค ความสะอาด และการป้องกันสารตกค้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไนโตรเจน ซึ่งเป็น สาเหตุสำคัญที่ทำให้จีนห้ามนำเข้ารังนกจากทุกประเทศ

โดยปกติแล้วสารไนโตรเจนที่ตรวจพบในรังนกกอกจากจะเกิด จากกระบวนการหมัก (Fermentation) ตามธรรมชาติในสภาวะ อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมแล้ว ยังอาจเกิดจากการปน เปื้อนจากสภาวะแวดล้อมในบริเวณที่นกทำรัง ที่มีปริมาณไน เดรตสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้รังนก มีปริมาณไนโตรเจนที่เกิน กว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตามมาตรฐาน MS 2334:2011-Edible-Birdnest (EBN)-Specification โดย Department of Standards Malaysia และมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.6705-2557 โดย สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร แห่งชาติ กำหนดปริมาณสารไนโตรเจน (คำนวณเป็นโซเดียมไน ไตรท์) พบได้ไม่เกิน 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

การตรวจหาปริมาณไนโตรเจน มีหลายเทคนิคที่สามารถนำมา ใช้ในการตรวจสอบอาหาร น้ำ พืชผัก ต่างๆ เช่น เทคนิค spectrophotometry, high performance liquid chromatography (HPLC), ion chromatography (IC), gas chromatography, polarographic method and capillary electrophoresis (CE) เป็นต้น โดยเทคนิค spectrophotometry เป็นเทคนิคดั้งเดิมที่นิยม ใช้ในการตรวจหาปริมาณ ไนโตรเจนในอาหาร แต่ด้วยวิธีดังกล่าว มีข้อจำกัดของความไวในการวัดสารที่ต่ำ จึงไม่เหมาะกับการ ตรวจวัดสารปริมาณน้อยและมีสิ่งรบกวน สูง ต่อมาเทคนิค capillary electrophoresis เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีจุด เด่นในเรื่องความเร็วและสามารถตรวจสอบไอออนลบได้ หลายชนิดพร้อมกันประกอบกับการใช้ตัวอย่างและสารละลาย บัพเฟอร์ในปริมาณน้อยในการวิเคราะห์ ปัจจุบันเทคนิค HPLC เป็นเทคนิคที่ห้องปฏิบัติการนิยมใช้ตรวจหาสาร ไนโตรเจนในตัวอย่าง อาหารเนื่องจาก เป็นเทคนิคที่รวดเร็ว แม่นยำ และ มีความไวสูง

กว่า สามารถตรวจหาในสภาวะ ที่มีสิ่งรบกวนจากไอออนชนิด อื่นได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีทดสอบปริมาณสารไนโตรเจนใน รังนก โดยเตรียมตัวอย่างด้วยการสกัดแยกสารด้วยน้ำแล้วตรวจ วัดด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิดโครมาโทกราฟี ซึ่งดัดแปลง มาจาก Journal of Food and Drug Analysis , A High Performance Liquid Chromatography Method for Determining Nitrate and Nitrite Levels in Vegetables โดยมีการตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธี (method validation) ซึ่งจะศึกษาคุณลักษณะ เฉพาะต่างๆที่สำคัญได้แก่ ความเป็นเส้นตรง ชีดจำกัดการตรวจ พบ ชีดจำกัดการวัดปริมาณ ความแม่นยำ ความเที่ยง และการ ประเมินความไม่แน่นอนของการวัด

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 เครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิดโครมาโทกราฟี (HPLC), เครื่องตรวจวัด Photodiode-array detector, คอลัมน์ Phenomenex Luna C18, ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 250x4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 5 ไมโครเมตร และการัดคอลัมน์

2.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

2.1.3 ชุดกรองพร้อมเมมเบรน (membrane filter) ชนิด HA ขนาด 0.45 ไมโครเมตร

2.1.4 เครื่องกวนชนิดควบคุมอุณหภูมิ (Magnetic stirrer)

2.1.5 กระดาษกรองวัดแมน เบอร์ 2 หรือเทียบเท่า

2.1.6 ชุดกรองและตัวกรอง (Syringe filter) ชนิด PVDF ขนาด 13 มิลลิเมตร 0.45 ไมโครเมตร

2.1.7 บีเปต ขนาด 1 5 10 และ 25 มิลลิลิตร

2.1.8 ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร

2.1.9 ปีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.1.9 ขวดแก้ว (vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร

2.2 สารเคมีและสารละลายมาตรฐาน

2.2.1 เมทานอล CH₃OH (HPLC Grade)

2.2.2 Orthophosphate acid (H₃PO₄)

2.2.3 Octylamine (CH₂(CH₂)₇NH₂)

2.2.4 สารมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์ (NaNO₂) ความ บริสุทธิ์อย่างน้อยร้อยละ 99.0

2.2.5 น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง มีค่าความต้านทานไม่ น้อยกว่า 18.2 MΩ·cm

2.2.6 สารละลาย octylammonium orthophosphate ชั่ง Octylamine 0.64 g ถ่ายลงขวดวัดปริมาตรขนาด 500 ปรับ ปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ด้วย เมทานอล 30% (v/v) ปรับค่า pH ให้เป็น pH 7 ด้วย orthophosphate acid

2.2.7 สารละลายมาตรฐาน ไนไตรท์ 500 มิลลิกรัม/ ลิตร

ซิงโครเนียมไนไตรท์ (NaNO₂) 0.025g ละลายด้วยน้ำ ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน

2.3 การเตรียมตัวอย่าง

ซิงตัวอย่าง 0.5 กรัม ในบีกเกอร์ เติมน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง 20 มิลลิลิตร วางบนเครื่องกวนให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส ความเร็ว 500 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายลงขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง เขย่าให้เข้ากัน กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองวัดแมน เบอร์ 2 จนได้สารละลายใส แล้วกรองผ่านตัวกรองชนิด PDVF ขนาด 0.45 ไมโครเมตร เก็บสารละลายที่กรองแล้วในขวดแก้ว (vial)

2.4 การเตรียมตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐาน (spike sample)

ซิงตัวอย่าง 0.5 กรัม เติมสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ที่ความเข้มข้น 0.5 125 และ 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำมาผ่านกระบวนการตามข้อ 2.3

2.5 การตรวจวัดปริมาณโดยเทคนิคไฮเพอร์ฟลูออเรสเซนซ์โครมาโทกราฟี

ความเข้มข้นของสารไนไตรท์คำนวณจากการเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน โดยสร้างกราฟมาตรฐานไนไตรท์ ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0.5-250 มิลลิกรัมต่อลิตร กรองผ่านตัวกรองชนิด PVDF ขนาด 13 มิลลิเมตร 0.45 ไมโครเมตร นำไปวิเคราะห์โดยเครื่องไฮเพอร์ฟลูออเรสเซนซ์โครมาโทกราฟี ตามสภาวะการทำงานดังนี้

คอลัมน์	Phenomenex Luna C18, ชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 250x4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 5 ไมโครเมตร และการ์ดคอลัมน์
อุณหภูมิคอลัมน์	35 องศาเซลเซียส
ตัวทำละลายเคลื่อนที่	octylammonium orthophosphate 0.01 โมลาร์ ในเมทานอล 30% (v/v) พีเอช 7.0
อัตราการไหล	0.8 มิลลิลิตรต่อนาที
ปริมาตรที่ฉีด	10 ไมโครลิตร
เครื่องตรวจวัด	photodiode-array detector ที่ความยาวคลื่น 216 นาโนเมตร

คำนวณหาปริมาณสารไนไตรท์ดังสมการ

$$\text{Nitrite, mg/kg} = (\text{CxVxD})/W$$

C = ความเข้มข้นของ Nitrite ที่ได้จากกราฟมาตรฐาน, mg/L

V = ปริมาตรสุดท้าย, mL

D = Dilution factor

W = น้ำหนักตัวอย่าง, mg

2.6 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี

2.6.1 การศึกษาความเป็นเส้นตรง (Linearity) ของกราฟมาตรฐาน โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ในช่วงความเข้มข้น 0.5-250 มิลลิกรัมต่อลิตร พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation coefficient, r) ของกราฟมาตรฐาน โดยค่า r ต้องไม่น้อยกว่า 0.995

2.6.2 การศึกษาขีดจำกัดการตรวจพบและขีดจำกัดการวัดปริมาณของวิธีทดสอบโดยทำการศึกษาขีดจำกัดการตรวจพบด้วยการวัด ตัวอย่างแบบลบล้างจำนวน 10 ซ้ำ คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อหาขีดจำกัดการตรวจพบ (LOD) และขีดจำกัดการวัดปริมาณ (LOQ)

2.6.3 การศึกษาความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยง (Precision) ของวิธีทดสอบ โดยศึกษาตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐานที่ 3 ระดับความเข้มข้นดังนี้ 0.5 125 และ 250 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ คำนวณหาความแม่นยำแสดงด้วยการหาค่าร้อยละการคืนกลับได้ และความเที่ยงแสดงด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์

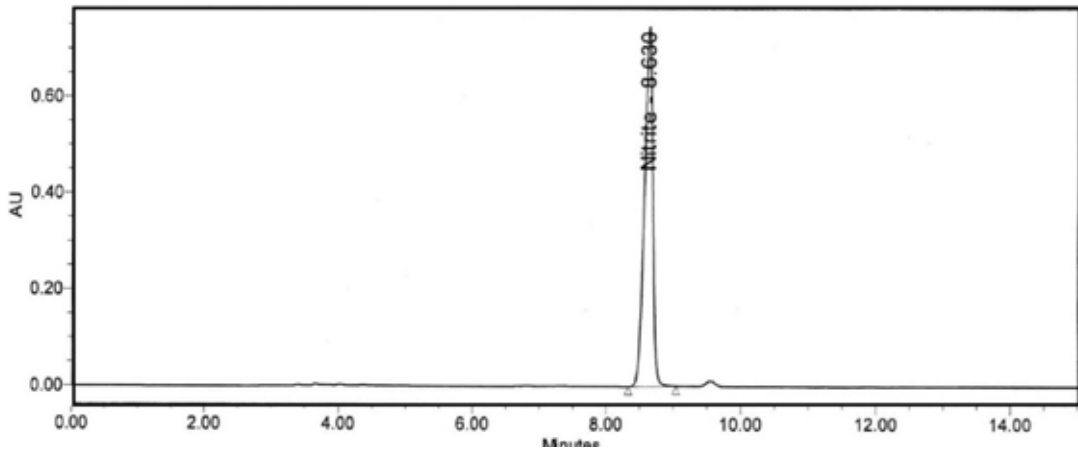
2.6.4 ประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดตาม The Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายมาตรฐาน

2.6.5 การทดสอบตัวอย่างรังนกจากพื้นที่จังหวัดทางภาคใต้และภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา สตูล ตรัง นราธิวาส และ ตรัง จำนวน 13 ตัวอย่าง

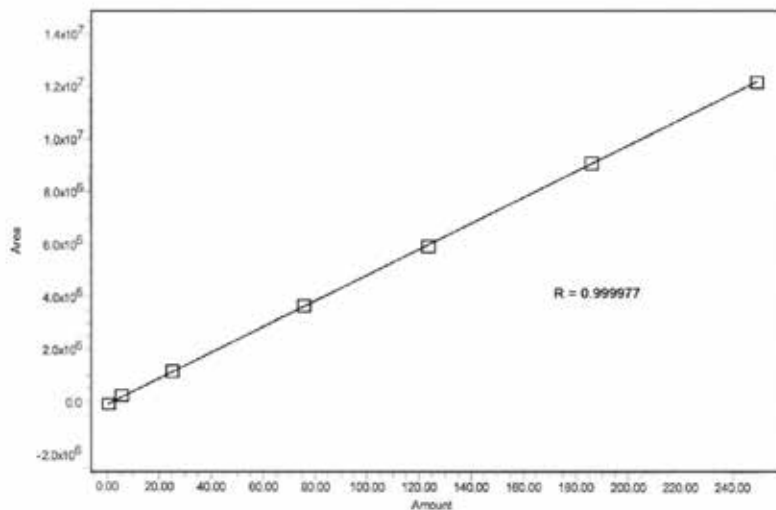
3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี

3.1.1 ความเป็นเส้นตรง (linearity) ของกราฟมาตรฐาน โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ในช่วงความเข้มข้น 0.5-250 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation coefficient, r) เท่ากับ 0.9999



รูปที่ 1 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์

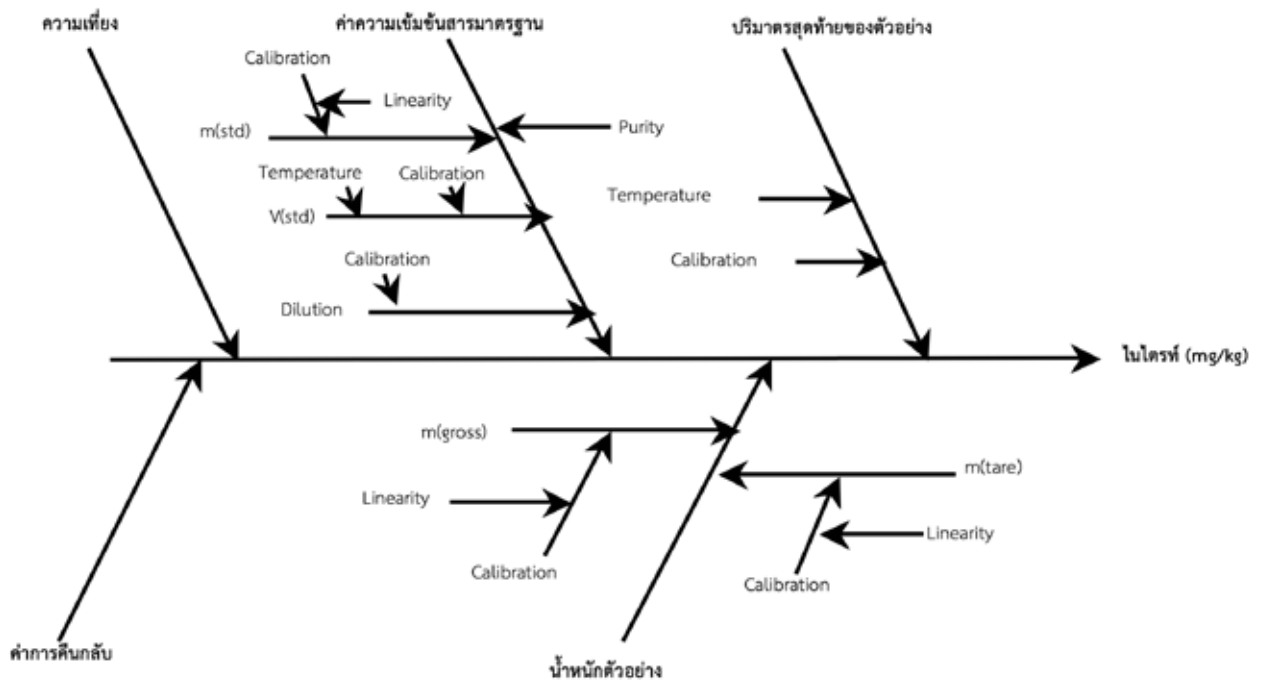


รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายไนไตรท์ในช่วงความเข้มข้น 0.5-250 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

3.1.2 ซีดจำกัดการตรวจพบและขีดจำกัดการวัดปริมาณของวิธีทดสอบโดยทำการศึกษาขีดจำกัดการตรวจพบด้วยการวัด ตัวอย่างแบบลบล้างจำนวน 10 ซ้ำ จากผลการทดลองพบว่า ขีดจำกัดการตรวจพบเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ขีดจำกัดการวัดปริมาณเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

3.1.3 ความแม่นยำและความเที่ยงของวิธีทดสอบ โดยศึกษาตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐานที่ 3 ระดับความเข้มข้น ดังนี้ 0.5 125 และ 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ โดยค่าความแม่นยำแสดงด้วย การหาค่า ร้อยละการคืนกลับได้ และความเที่ยงแสดงด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ จากผลการทดลองพบว่ามีค่าร้อยละการคืนกลับได้เท่ากับ 107.5 106.6 และ 105.3 ตามลำดับและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ เท่ากับร้อยละ 1.61 0.43 และ 0.49 ตามลำดับ

3.1.4 ประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดตามแนวทาง The Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าความไม่แน่นอนขยาย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม



รูปที่ 3 แผนภูมิแก๊งปลาแสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอน

3.2 การศึกษาตัวอย่างรังนกถ้ำและรังนกบ้านจากพื้นที่จังหวัดภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ได้แก่ จังหวัด เพชรบุรี ตราด ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา สตูล ตรัง และนราธิวาส จำนวน 13 ตัวอย่าง พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถนำมาใช้ตรวจสอบปริมาณสารไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างรังนกบ้านและรังนกถ้ำจากพื้นที่จังหวัดทางภาคใต้และภาคตะวันออก

ลำดับ	ตัวอย่างรังนก	จังหวัด	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
1	รังนกแดงถ้ำ	ชุมพร	253
2	รังนกแดงถ้ำ	สตูล	1,574
3	รังนกแดงถ้ำ	สงขลา	1,652.7
4	รังนกขาวถ้ำ	ชุมพร	646
5	รังนกขาวบ้าน	นครศรีธรรมราช	25.5
6	รังนกบ้าน	นราธิวาส	ไม่พบ
7	รังนกบ้าน	ตราด	6.16
8	รังนกบ้าน	นครศรีธรรมราช	24.7
9	รังนกบ้าน	เพชรบุรี	ไม่พบ
10	รังนกบ้าน	ชุมพร	16.0
11	รังนกถ้ำ	ชุมพร	379.7
12	รังนกบ้าน	ตรัง	108.8
13	รังนกบ้าน	สตูล	72.0



รูปที่ 4 ลักษณะตัวอย่างรังนกแดงถ้าจังหวัดชุมพร, รังนกแดงถ้าจังหวัดสตูล, รังนกบ้านจังหวัดตรวด, รังนกชาวบ้านจังหวัดนครศรีธรรมราช

4. สรุป (Conclusion)

การศึกษาวีธีทดสอบปริมาณสารไนไตรท์ในรังนกด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนสลิควิดโครมาโทกราฟี เป็นวิธีที่น่าเชื่อถือ สามารถใช้เป็นวิธีทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ในช่วงความเข้มข้น 0.5-250 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation coefficient, r) เท่ากับ 0.9999 ซีดจำกัดของการตรวจพบ 0.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซีดจำกัดการวัดปริมาณ 0.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยง (Precision)ของวิธีทดสอบ ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง โดยค่าความแม่นยำแสดงด้วยค่าร้อยละการคืนกลับได้อยู่ในช่วง 105.3-107.5 ความเที่ยงแสดงด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 0.43-1.61ค่าความไม่แน่นอนขยาย เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

จากการสุ่มตัวอย่างรังนกในท้องตลาดเพื่อทดสอบจำนวน 13 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 9 จังหวัดจากภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถนำมาใช้ตรวจสอบปริมาณสารไนไตรท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. *ประเทศจีนห้ามนักท่องเที่ยวเข้ารังนกเข้าเขตแดนจีน*. [ออนไลน์]. 2555. [อ้างถึงวันที่ 12 ธันวาคม 2560]. เข้าถึงจาก: http://www.ditp.go.th/contents_attach/67430/55001278.pdf

[2] พรรณพิสุทธิ์ สันติภราดร. *อันตรายจากสารไนเตรต-ไนไตรท์*. [ออนไลน์]. 2559. [อ้างถึงวันที่ 12 ธันวาคม 2560].

เข้าถึงจาก: <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/326/อันตรายจากสารไนเตรต-ไนไตรท์/>

[3] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. *มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 6705-2557: รังนก* [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 12 ธันวาคม 2560]. เข้าถึงจาก http://www.acfs.go.th/standard/download/BIRDS_NEST.pdf

[4] EURACHEM. *EURACHEM/CITAC Guide CG4. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*. 3rd ed. 2012. 133p.

[5] ISMAIL, M.F., N.A. SABRI and S.N. TAJUDDIN. *A study on contamination of nitrile in edible bird's nest (swiftlet)*. [online]. [viewed 6 December 2017]. Available from: http://www.dvs.gov.my/dvs/resources/user_1/DVS%20pdf/Aneka%20Haiwan/poster%20papers/8_Ismail_UTM.pdf

[6] MEEI, CHIENQUEK, NYUK LING CHIN, ANIZA YUSOF, SHEAU WEI TAN and CHUNG LIM LAW. Preliminary nitrite, nitrate and colour analysis of Malaysian edible bird's nest [online]. *Information Processing in Agriculture*. 2015, 2(1), 1-5. [viewed 6 December 2017]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214317315000025>

[7] CHOU, SHIN-SHOU, JEN-CHIEN CHUNG and DENG-FWU HWANG. A High Performance Liquid Chromatography Method for Determining Nitrate and Nitrite Levels in Vegetables [online]. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2003, 11(3), 233-238. [viewed 6 December 2017]. Available from: <https://www.fda.gov.tw/tc/includes/GetFile.ashx?mID=148&id=8437>