

บรรณานุกรม

1. http://www.nopparat.go.th/km/create_blog/lab/heavymetal.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2554
2. <http://www.thaieditorial.com/tag/พิษจากแคดเมียม> สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2554
3. http://www.dmr.go.th/ewt_news.php?nid=577&filename=min5: สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2554
4. <http://th.wikipedia.org/wiki/นิกเกิล>: สืบค้นเมื่อวันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2554
5. <http://www.thaieditorial.com/tag> : สืบค้นเมื่อวันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2554
6. http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41
สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2554
7. <http://www.pantown.com/board.php?id=3402&area=4&name=board4&topic=2102&action=view> สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2554
8. <http://guru.google.co.th/guru/thread?tid=43588f27c8764a47&pli=1> สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2554
9. ธนวัฒน์ ดวงคำ ปริญา มาสวัสดิ์ ยุทธพงษ์ อุดแน่น และ วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์, “การพัฒนาเชื้อเปลือกไข่เป็นของแข็งดูดซับ สำหรับการเพิ่มความเข้มข้นของโลหะหนักแคดเมียมที่ปนเปื้อนในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก ร่วมกับการตรวจวัดด้วยเทคนิคเฟลมอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรเมทรี” Proceeding นเรศวรวิจัยครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554.
10. พงศกร ชันมณี และ วรรณพร สิงห์บุญ, “การหาปริมาณโลหะหนักที่ตกค้างในลำน้ำน่าน อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก,” รายงานการศึกษาอิสระ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553.
11. <http://www2.diw.go.th/research/%E0%CD%A1%CA%D2%C3%E0%BC%C2%E1%BE%C3%E8/%E0%A4%C3%D7%E8%CD%A7AAS.pdf> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2554



12. แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม.(2539). หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพมหานคร : ชวนพิมพ์
13. http://www.photronlamp.com/assets/category_diagrams/P800-diagram.gif สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2554
14. <http://library.dmr.go.th/library/4800.pdf> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2554
15. <http://www.kitcha.com/faq/preview.php?id=5305000000001> สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2554
16. http://www.envwest.com/km/data/033-km_reo8.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2554
17. http://ser.wu.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=27:2011-02-28-07-23-20&catid=1:2010-06-24-05-56-23&Itemid=3 สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2554
18. A.M.H. Shabania, S. Dadfarniaa, F. Motavaselian and S. H. Ahmadib, “Separation and preconcentration of cadmium ions using octadecyl silica membrane disks modified by methyltrioctylammonium chloride”, *Journal of Hazardous Materials* **162** (2009) 373–377.
19. M.E. Mahmoud , I.M.M. Kenawy, M.M.A.H. Hafez and R.R. Lashein, “Removal, preconcentration and determination of trace heavy metal ions in water samples by AAS via chemically modified silica gel N-(1-carboxy-6-hydroxy) benzylidenepropylamine ion exchanger”, *Desalination* **250** (2010) 62–70.
20. E.V. Orala, I. Dolaka, H. Temelb and B. Ziyadanogullaria, “Preconcentration and determination of copper and cadmium ions with 1,6-bis(2-carboxy aldehyde phenoxy) butane functionalized Amberlite XAD-16 by flame atomic absorption spectrometry”, *Journal of Hazardous Materials* **186** (2011) 724–730.
21. K. Ghanemi, Y. Nikpour, O. Midvar and A. Maryamabadi, “Sulfur-nanoparticle-based method for separation and preconcentration of some heavy metals in marine samples prior to flame atomic absorption spectrometry”, *Talanta* **85** (2011) 763-769.

22. E. Kenduzler, S. Baytak, O. Yalcinkaya and A. R. Turker, “ Application of factorial design in optimization of nickel preconcentration by solid phase extraction and its determination in water and food samples by flame atomic absorption spectrometry”, *Canadian Journal of Analytical Sciences and Spectroscopy* **52(2)** (2007) 91 -100.
23. S. Baytak, A. Kocyigit and A. R. Turker, “ Determination of Lead, Iron and Nickel in Water and Vegetable Samples after Preconcentration with *Aspergillus niger* Loaded on Silica Gel”, *Clean* **35 (6)** (2007) 607 – 611.
24. N. Pourreza, M.R. Fathi and Z. Ardan, “ Flame Atomic Absorption Spectrometric Determination of Cd(II), Ni(II), Co(II) and Cu(II) in Tea and Water Samples after Simultaneous Preconcentration of Dithizone Loaded on Naphthalene”, *Journal of the Iranian Chemical Society* **7(4)** (2010) 965-971.
25. N. Pourreza, J. Zolgharnein, A.R. Kiasat and T. Dastyar, “Silica gel-polyethylene glycol as a new adsorbent for solid phase extraction of cobalt and nickel and determination by flame atomic absorption spectrometry”, *Talanta* **81** (2010) 773-777.
26. A. Ensafi and A. Z. Shiraz, “On-line separation and preconcentration of lead(II) by solid-phase extraction using activated carbon loaded with xylenol orange and its determination by flame atomic absorption spectrometry”, *Journal of Hazardous Materials* **150** (2008) 554–559.
27. Y. Zhang, W. Wang, L. Lia, Y. Huang, and J. Caob, “Eggshell membrane-based solid-phase extraction combined with hydride generation atomic fluorescence spectrometry for trace arsenic(V) in environmental water samples”, *Talanta* **80** (2010) 1907–1912.
28. M. Ezoddin, F. Shemirania, Kh. Abdi, M.K. Saghezchi and M.R. Jamali, “Application of modified nano-alumina as a solid phase extraction sorbent for the preconcentration of Cd and Pb in water and herbal samples prior to flame atomic absorption spectrometry determination”, *Journal of Hazardous Materials* **178** (2010) 900–905.

29. S. Ayata, S.S. Bozkurt and K. Ocakoglu, "Separation and preconcentration of Pb(II) using ionic liquid-modified silica and its determination by flame atomic absorption spectrometry", *Talanta* **84** (2011) 212–215.
30. ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำน่าน ราชกิจจานุเบกษา. 2549 . เล่ม 123 ตอนที่ 27 ง (43)
31. http://www.waterlab-dwr.com/wizContent.asp?wizConID=217&txtmMenu_ID=7
สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2554
32. <http://www.reo06.net/home/images/upload/file/report/Jurairut070509.pdf> สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2554
33. Fang, Z. L. (1993). **Flow Injection Separation and Preconcentration**. Germany: Wiley-VCH.
34. C. Duran, H.B. Senturk, L. Elci, M. Soylak. and M. Tufekci, "Simultaneous preconcentration of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Cd(II) from environmental sample on Amberlite XAD-2000 column and determination by FAAS", *Journal of Hazardous Materials*, **162** (2009) 292-299.

ภาคผนวก ก

การคำนวณ

1. การเตรียม HNO₃ 1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 1 ลิตร

จากข้อมูลฉลากข้างขวดเข้มข้น HNO₃ 65% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร) มีมวลโมเลกุล 63.013 กรัมต่อโมล

สารละลาย HNO₃ 100 มิลลิลิตร มีเนื้อ HNO₃ 65 กรัม

ถ้าสารละลาย HNO₃ 1,000 มิลลิลิตร มีเนื้อ HNO₃ $\frac{65 \times 1000}{100} = 650$ กรัม

ดังนั้นในสารละลาย HNO₃ 1000 มิลลิลิตร จะมีเนื้อ HNO₃ ทั้งหมด 650 กรัม

$$\text{จากสมการ } n = \frac{g}{MW} \quad \text{ก.1}$$

เมื่อ n คือ จำนวนโมล

g คือ น้ำหนักเป็นกรัมของสาร

MW คือ มวลโมเลกุลของสาร

$$\begin{aligned} n &= \frac{650}{63.013} \\ &= 10.3158 \text{ โมลต่อลิตร} \end{aligned}$$

ทำการเตรียมสารละลาย HNO₃ 1 โมลต่อลิตร ในปริมาตร 1 ลิตร

$$\text{จากสมการ } C_1V_1 = C_2V_2 \quad \text{ก.2}$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นเริ่มต้น (ที่มีอยู่)

V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น (ที่ต้องการหา)

C_2 คือ ความเข้มข้นสุดท้าย (ที่ต้องการเตรียม)

V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย (ที่ต้องการเตรียม)

แทนค่าลงในสมการ ก.2 จะได้ $(10.3158) V_1 = 1 \times 1000$

$$V_1 = 96.939 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องปิเปต HNO_3 มา 96.939 มิลลิลิตร ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนให้ถึงขีดปรับปริมาตรจำนวน 1,000 มิลลิลิตร

2. การเตรียมสารละลาย Borax เข้มข้น 0.025 โมลต่อลิตร ในน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เตรียม $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ที่ความเข้มข้น 0.025 โมลต่อลิตร ซึ่งมีมวลโมเลกุล 381.3721

สารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีเนื้อ Borax 0.025 โมล

ต้องการสารละลาย 100 มิลลิลิตร มีเนื้อ Borax $\frac{100 \times 0.025}{1000} = 2.5 \times 10^{-3}$ โมล

ดังนั้นในสารละลาย 100 มิลลิลิตร จะมีเนื้อ Borax ทั้งหมด 2.5×10^{-3} โมล

$$\text{จากสมการ ก.1} \quad 2.5 \times 10^{-3} = \frac{381.37}{g}$$

$$g = 0.9534 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นต้องชั่ง Borax มา 0.9534 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 100 มิลลิลิตร

3. การเตรียมสารละลาย Borax เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ในน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เตรียม $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ที่ความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ซึ่งมีมวลโมเลกุล 381.3721

สารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีเนื้อ Borax 0.5 โมล

ต้องการสารละลาย 100 มิลลิลิตร มีเนื้อ Borax $\frac{100 \times 0.5}{1000} = 0.05$ โมล

ดังนั้นในสารละลาย 100 มิลลิลิตร จะมีเนื้อ Borax ทั้งหมด 0.05 โมล

$$\text{จากสมการ ก.1} \quad 0.05 = \frac{g}{381.37}$$

$$g = 19.0686 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นต้องชั่ง Borax มา 19.0686 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 100 มิลลิลิตร

4. การเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 50% ในน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 50 มิลลิลิตร

จากข้อมูลฉลากข้างขวด NaOH เข้มข้น 50% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร)

สารละลาย 100 มิลลิลิตร มีเนื้อ NaOH 50 กรัม

ถ้าต้องการสารละลาย 50 มิลลิลิตร มีเนื้อ NaOH $\frac{50 \times 50}{100} = 25$ กรัม

ดังนั้นต้องชั่ง NaOH มา 25 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 50 มิลลิลิตร

5. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถคำนวณได้จากสมการ ก.2

แทนค่าลงในสมการจะได้ $1000 \times V_1 = 100 \times 100$

$$V_1 = 10 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องเปิดสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) เข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 100 มิลลิลิตร

6. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถคำนวณได้จากสมการ ก.2

แทนค่าลงในสมการจะได้ $100 \times V_1 = 10 \times 50$

$$V_1 = 5 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องเปิดสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 50 มิลลิลิตร

7. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 10 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถคำนวณได้จากสมการ ก.2

แทนค่าลงในสมการจะได้ $100 \times V_1 = 3 \times 100$

$$V_1 = 3 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 3 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 100 มิลลิลิตร

8. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถคำนวณได้จากสมการ ก.2

$$\text{แทนค่าลงในสมการจะได้ } 100 \times V_1 = 1 \times 100$$

$$V_1 = 1 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำตัวอย่างเป็น 100 มิลลิลิตร

9. การเตรียมสารละลายผสม HNO_3 กับ H_2O_2 ในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

จากข้อมูลฉลากข้างขวด HNO_3 เข้มข้น 65% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร) และ H_2O_2 เข้มข้น 30% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร)

$$65\% \text{ HNO}_3 : 30\% \text{ H}_2\text{O}_2$$

$$2 : 1$$

$$6.66 : 3.34$$

ดังนั้นต้องปิเปต 65% HNO_3 มา 6.66 มิลลิลิตร และปิเปต 30% H_2O_2 มา 3.34 มิลลิลิตร ปริมาตรรวมเท่ากับ 10 มิลลิลิตร

10. การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับทำกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จากสารละลายมาตรฐาน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จากที่เตรียมไว้ข้างต้น สามารถคำนวณได้จากสมการ ก.2

$$\text{แทนค่าลงในสมการจะได้ } 10 \times V_1 = 0.1 \times 25$$

$$V_1 = 0.25 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำตัวอย่างเป็น 25 มิลลิลิตร

สำหรับความเข้มข้นที่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำเช่นเดียวกับความเข้มข้นที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เปลี่ยนปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (II) เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็น 1.25, 2.50, 3.75, และ 5.00 มิลลิลิตร ตามลำดับ

11. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดูดซับ (%Adsorption) และร้อยละการกลับคืน (%Recovery)

สามารถคำนวณได้ดังสมการ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซับ} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100 \quad 2.1^{(9)}$$

โดยที่ C_i = ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบก่อนการดูดซับ

C_e = ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบหลังการดูดซับ

$$\text{ร้อยละการกลับคืน} = \frac{(C_s + C_{std}) - C_s}{C_{std}} \times 100 \quad 2.2^{(31)}$$

โดยที่ C_s = ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำตัวอย่าง

C_{std} = ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน

12. การเตรียมตัวอย่างในการศึกษาความแม่นยำ ช่วงความเป็นเส้นตรง และขีดจำกัดต่ำสุดของเครื่อง FAAS

นำน้ำปราศจากไอออนปรับพีเอชโดยใช้สารละลายบอแรกซ์เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50% ให้ได้พีเอชที่เหมาะสมสำหรับโลหะแต่ละตัว เทน้ำปราศจากไอออน (Blank) ที่ได้ทำการปรับพีเอชเรียบร้อยแล้วลงในขวดพลาสติกที่มีเยื่อเปลือกไข่ 500 มิลลิกรัม (ทำ 3 ซ้ำ) นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำมากรองโดยใช้ผ้าขาวบาง(เก็บสารละลายหาค่าร้อยละการดูดซับ)เพื่อนำเยื่อเปลือกไข่ที่เหลือจากการกรอง ผ่านกระบวนการหาค่าร้อยละการกลับคืนต่อไป ด้วยเครื่อง FAAS เพื่อหาความแม่นยำ ช่วงความเป็นเส้นตรงและขีดจำกัดต่ำสุดของเครื่อง FAAS

*** หมายเหตุ ในการทดลองเพื่อศึกษาความแม่นยำ ช่วงความเป็นเส้นตรงและขีดจำกัดต่ำสุดของเครื่อง FAAS มีการวัดสัญญาณ 25 ครั้ง (N = 25)

13. Relative Standard Deviation (%RSD) เพื่อทดสอบความแม่นยำของวิธีหรือเทคนิคที่ใช้ว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใดสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.3

$$\%RSD = \frac{SD \times 100}{\bar{X}} \quad 2.3^{(32)}$$

SD = Standard deviation

\bar{X} = ค่าเฉลี่ย

14. Limit of detection (LOD) เป็นการตรวจสอบเพื่อหาปริมาณหรือความเข้มข้นต่ำสุดที่จะทำการวัดและจะสามารถรายงานผลได้หรือเป็นปริมาณที่เครื่องมือหรือวิธีการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบได้ สามารถหาได้จากสมการ 2.4

$$LOD = \frac{3SD_{blank}}{Slope} \quad 2.4^{(32)}$$

15. Limit of quantitation (LOQ) เป็นการตรวจสอบเพื่อหาปริมาณหรือความเข้มข้นที่จะทำการวัดและสามารถทำการรายงานผลเป็นปริมาณได้ สามารถหาได้จากสมการ 2.5

$$LOQ = \frac{10SD_{blank}}{Slope} \quad 2.5^{(32)}$$

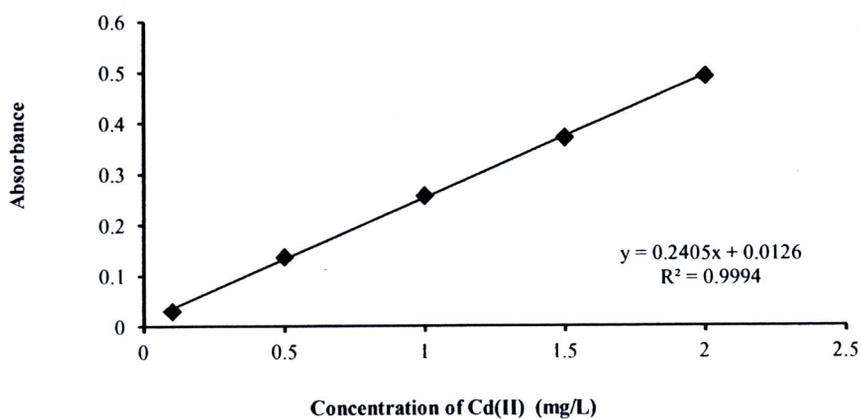
ตาราง ก.1 Linearity (R^2), % RSD, LOD and LOQ of Ni(II), Cd(II) and Pb(II)

Parameter	Cd(II)	Ni(II)	Pb(II)
Linear equation	$y = 0.2405x + 0.00126$	$y = 0.0519x + 0.0003$	$y = 0.034x + 0.0023$
Linearity (R^2)	0.9994	0.9999	0.9998
SD_{blank}	0.00012	0.00052	0.00024
%RSD	5.13 %	6.6 %	5.13 %
LOD (mg/L)	0.002	0.015	0.132
LOQ (mg/L)	0.005	0.050	0.044

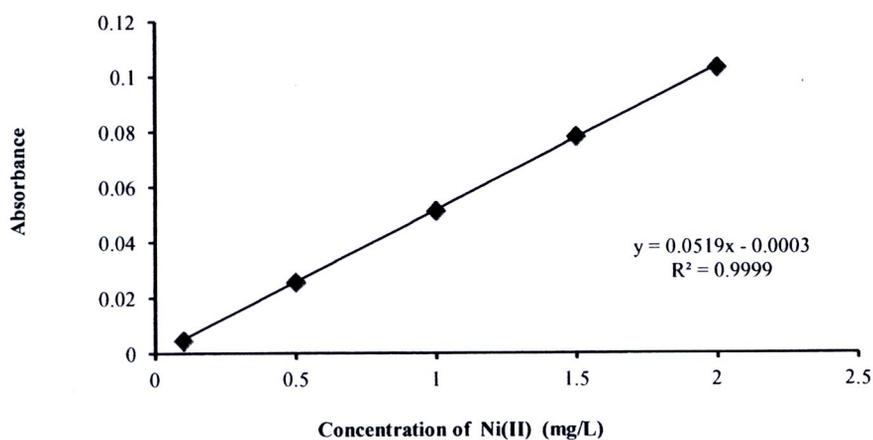
* N = 25

ตาราง ก.2 Absorbances of Ni(II), Cd(II) and Pb(II) standard solution

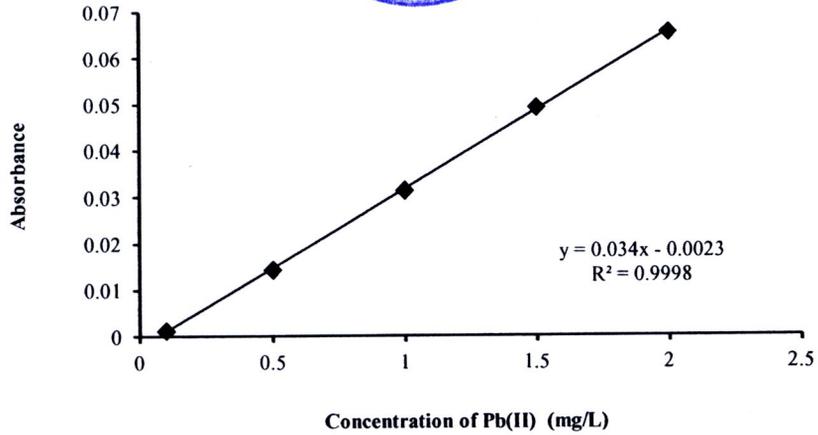
Concentration of standard solution (mg/L)	Absorbance		
	Ni(II)	Cd(II)	Pb(II)
0.1	0.0047	0.0309	0.0013
0.5	0.0257	0.1377	0.0144
1.0	0.0515	0.2578	0.0314
1.5	0.0782	0.0782	0.0492
2.0	0.1030	0.1030	0.0654



รูป ก.1 Calibration curve of Cd(II) standard solution



รูป ก.2 Calibration curve of Ni(II) standard solution



รูป ก.3 Calibration curve of Pb(II) standard solution

16. ประสิทธิภาพของวิธีการทดลอง (Enrichment factor (EF))

Enrichment factor เป็นอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มข้นของตัวอย่างหลังจากการเพิ่มความเข้มข้น (C_e) และความเข้มข้นเริ่มต้นก่อนผ่านกระบวนการเพิ่มความเข้มข้น (C_s)

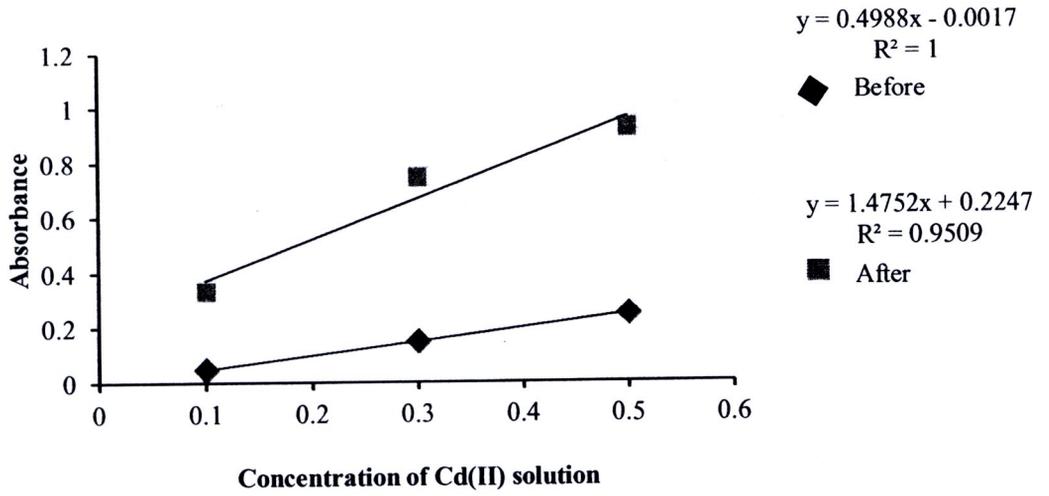
$$EF = C_e / C_s \quad 2.5^{(33)}$$

หรือเป็นอัตราส่วนระหว่าง ความชัน (Slope) ของกราฟเส้นตรง ก่อนและหลังกระบวนการเพิ่มความเข้มข้น, ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นเริ่มต้น (C_s) อย่างไรก็ตามบางครั้งสามารถเปรียบเทียบได้จากความสูงของพีค ก่อนและหลังการเพิ่มความเข้มข้น

ตาราง ก.3 Absorbance of Cd(II) standard solution for enrichment factor

Concentration of original sample (mg/L)	Absorbance (Before)	Absorbance (After)
0.1	0.0479	0.3335
0.3	0.1485	0.7447
0.5	0.2474	0.9236
Enrichment Factor	1.4753/0.4988=2.96	

*N=3

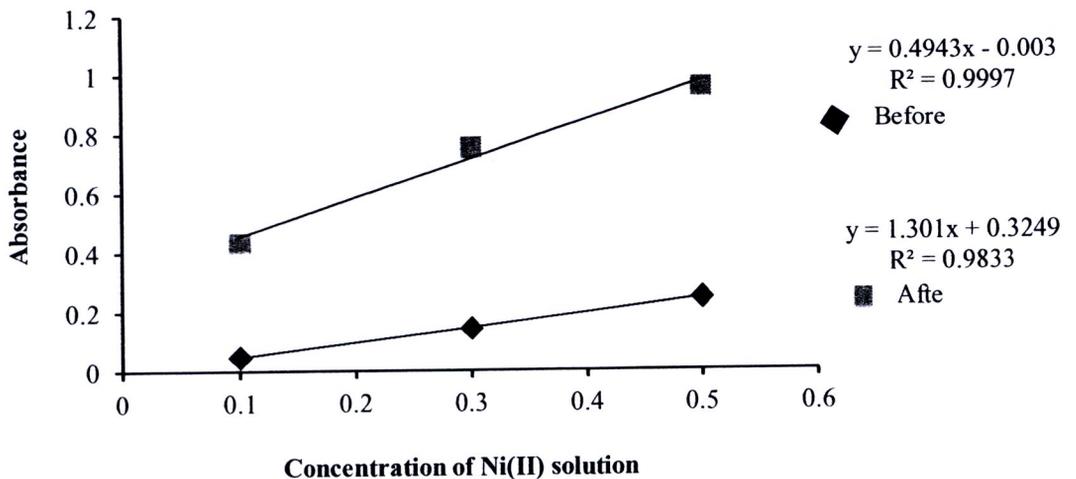


รูป ก.4 Calibration curves of Cd(II) before and after the pre-concentration for enrichment factor

ตาราง ก.4 Absorbance of Ni(II) standard solution for enrichment factor

Concentration of original sample (mg/L)	Absorbance (Before)	Absorbance (After)
0.1	0.0474	0.4354
0.3	0.1432	0.7543
0.5	0.2451	0.9558
Enrichment Factor		1.301/0.4943=2.63

*N=3

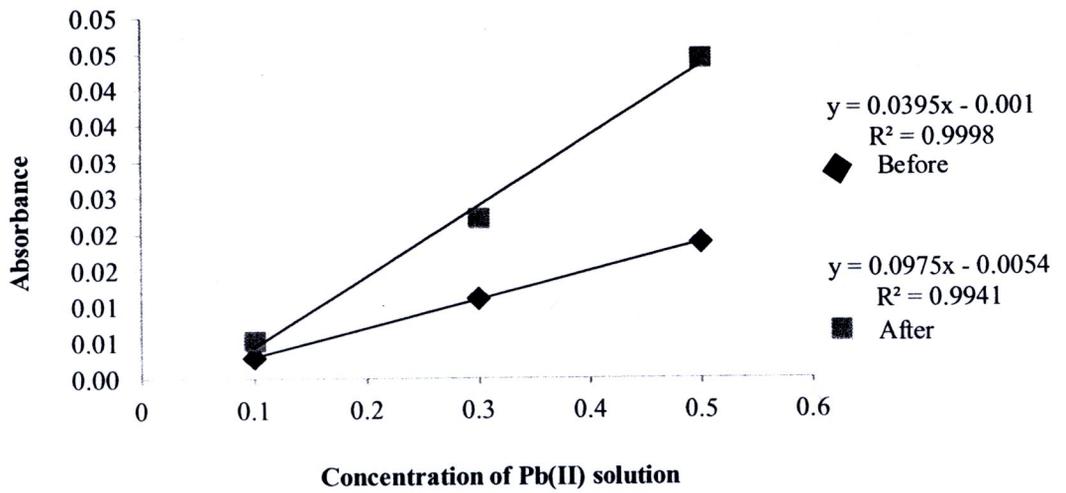


รูป ก.5 Calibration curves of Ni(II) before and after the pre-concentration for enrichment factor

ตาราง ๓.5 Absorbance of Pb(II) standard solution for enrichment factor

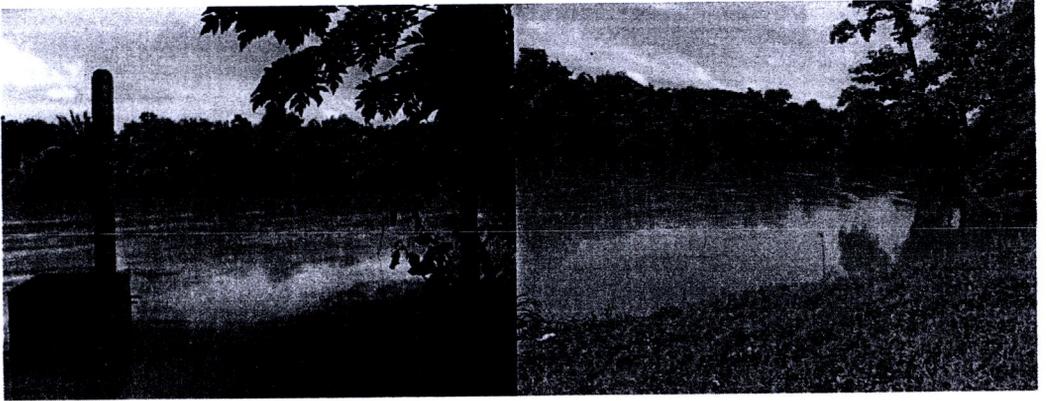
Concentration of original sample (mg/L)	Absorbance (Before)	Absorbance (After)
0.1	0.0029	0.0052
0.3	0.0110	0.0221
0.5	0.0187	0.0442
Enrichment Factor		0.0975/0.0395=2.47

*N=3

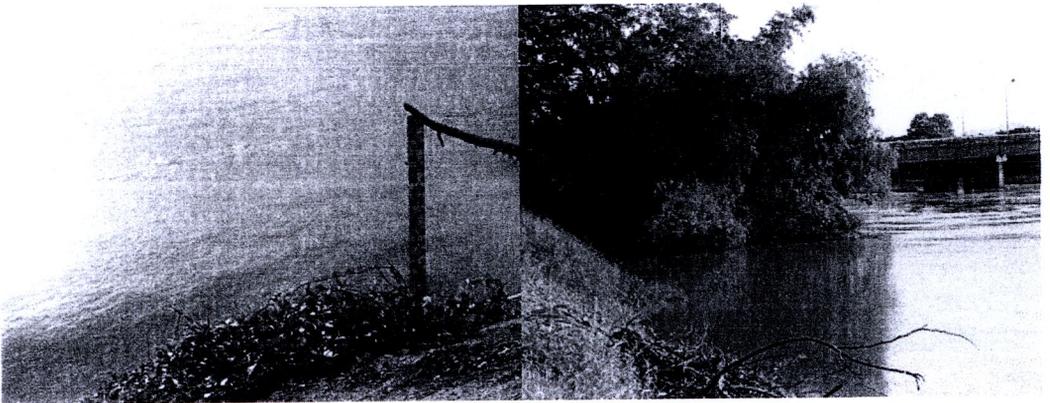


รูป ๓.6 Calibration curves of Pb(II) before and after the pre-concentration for enrichment factor

ภาคผนวก ข
รูปจุดเก็บน้ำ



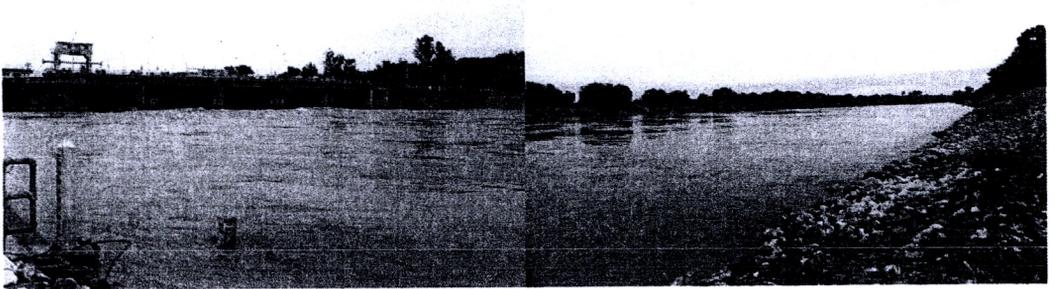
รูป ข.1 N12A: บ้านหาดไผ่ อ.ท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์



รูป ข.2 N2B: อ.เมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์



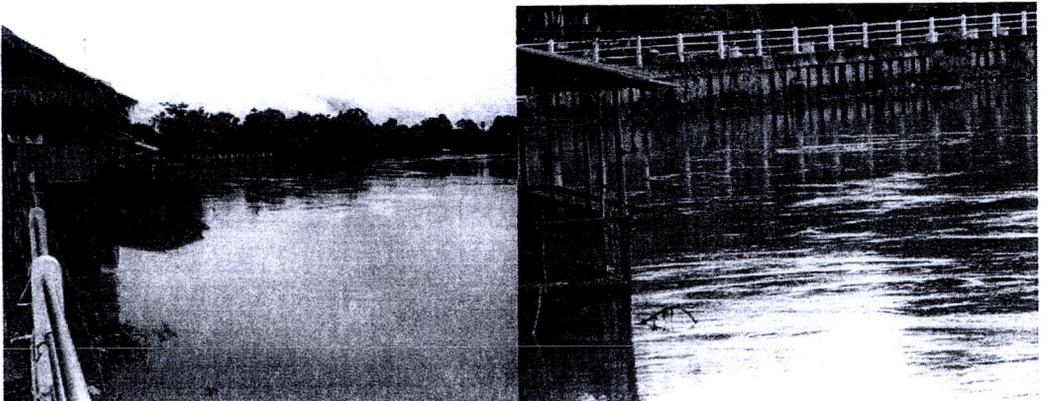
รูป ข.3 N60: บ้านเด่นตำโรง อ.ตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์



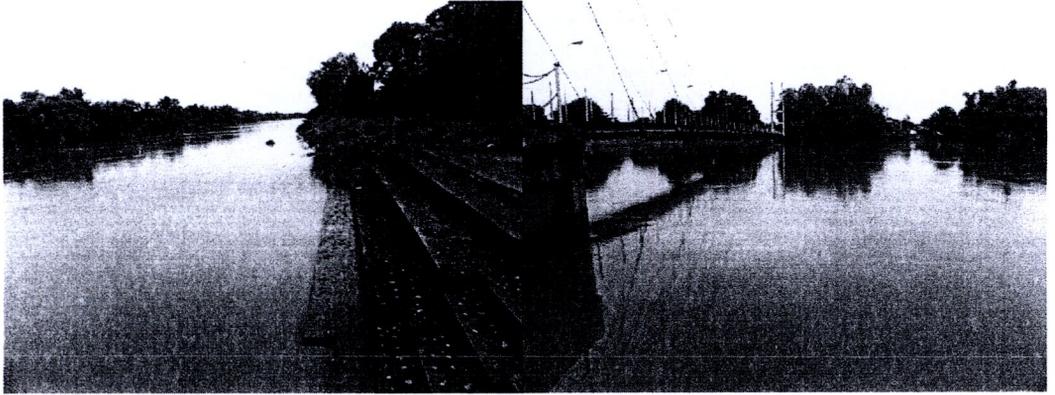
รูป ข.4 N27A: ท้ายเขื่อนนเรศวร อ.พรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก



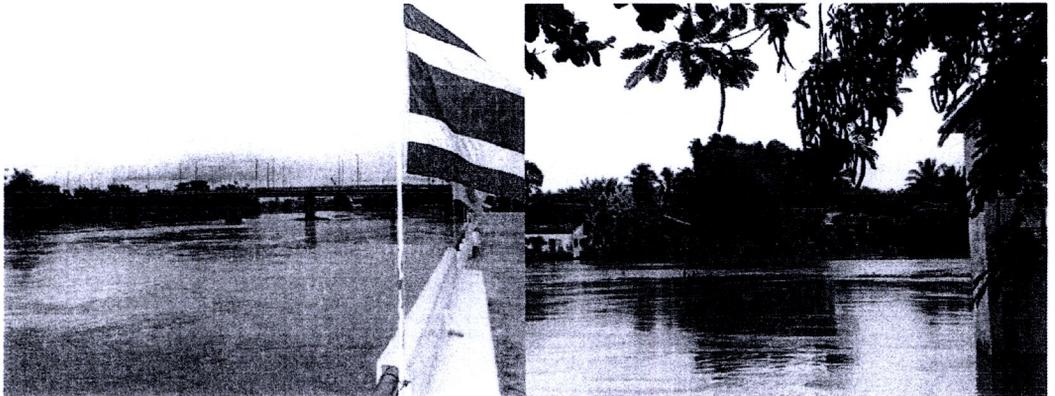
รูป ข.5 NSA: อ.เมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก



รูป ข.6 N74: อ.บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก



รูป ข.7 N7A: บ้านราชช้างขวัญ อ.เมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร



รูป ข.8 N10A: อ.ตะพานหิน จังหวัดพิจิตร



รูป ข.9 N8A: อ.บางมูลนาก จังหวัดพิจิตร



รูป ข.10 N37: อ.ชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์

ภาคผนวก ก

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ



ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๓๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

พ.ศ. ๒๕๓๕

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ (๑) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติประกาศกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ไว้ดังต่อไปนี้

หมวด ๑

บททั่วไป

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“แหล่งน้ำผิวดิน” หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบให้ถือแนวเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

หมวด ๒

ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ ๒ ให้แบ่งแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น ๕ ประเภทคือ แหล่งน้ำประเภทที่ ๑ แหล่งน้ำประเภทที่ ๒ แหล่งน้ำประเภทที่ ๓ แหล่งน้ำประเภทที่ ๔ และแหล่งน้ำประเภทที่ ๕

(๑) แหล่งน้ำประเภทที่ ๑ ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำที่จากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (ข) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (ค) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

(๒) แหล่งน้ำประเภทที่ ๒ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

- (ข) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (ค) การประมง
- (ง) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

(๓) แหล่งน้ำประเภทที่ ๓ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

- (ข) การเกษตร

(๔) แหล่งน้ำประเภทที่ ๔ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

- (ข) การอุตสาหกรรม

(๕) แหล่งน้ำประเภทที่ ๕ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ข้อ ๓ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๑ ต้องมีสภาพตามธรรมชาติ และสามารถ
ใช้ประโยชน์ได้ตามข้อ ๒ (๑)

ข้อ ๔ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๒ ต้องมีมาตรฐานดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีวัตถุหรือสิ่งของที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งจะทำให้ สี กลิ่น
และรสของน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติ

(๒) อุณหภูมิ (Temperature) ไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน ๓
องศาเซลเซียส

(๓) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าระหว่าง ๕.๐-๘.๐

(๔) ออกซิเจนละลาย (DO) มีค่าไม่น้อยกว่า ๖.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) บีโอดี (BOD) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๖) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) มีค่าไม่
เกินกว่า ๕,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๗) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) มีค่าไม่
เกินกว่า ๑,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๘) ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า ๕.๐ มิลลิกรัม
ต่อลิตร

(๙) แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๕ มิลลิกรัม
ต่อลิตร

(๑๐) ฟีนอล (Phenols) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๑) ทองแดง (Cu) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๒) นิกเกิล (Ni) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๓) แมงกานีส (Mn) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๔) สังกะสี (Zn) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๕) แคดเมียม (Cd) ในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า
๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร และในน้ำที่มีความกระด้าง
ในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร



(๑๖) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๗) ตะกั่ว (Pb) มีค่าไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๘) ปรอททั้งหมด (Total Hg) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๒ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๙) สารหนู (As) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๐) ไซยาไนด์ (Cyanide) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๑) กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) มีค่ารังสีแอลฟา (Alpha) ไม่เกินกว่า ๐.๑ เบกเกอร์ต่อลิตร และรังสีเบตา (Beta) ไม่เกินกว่า ๑.๐ เบกเกอร์ต่อลิตร

(๒๒) สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๓) ดีดีที (DDT) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๔) บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๒ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๕) ดิลดริน (Dieldrin) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๖) อัลดริน (Aldrin) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๗) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlorepoxyde) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๒ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๘) เอนดริน (Endrin) ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด

ข้อ ๕ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๓ ต้องมีมาตรฐานตาม ข้อ ๔ เว้นแต่

(๑) ออกซิเจนละลาย มีค่าไม่น้อยกว่า ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) บีโอดี มีค่าไม่เกินกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าไม่เกินกว่า ๒๐,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น.

ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๔) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม มีค่าไม่เกินกว่า ๔,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น.

ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

ข้อ ๖ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๔ ต้องมีมาตรฐานตามข้อ ๔ (๑) ถึง (๕) และ (๘) ถึง (๒๘) เว้นแต่

(๑) ออกซิเจนละลาย มีค่าไม่น้อยกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) บีโอดี มีค่าไม่เกินกว่า ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๗ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๕ ต้องมีมาตรฐานต่ำกว่าคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำประเภทที่ ๔

ข้อ ๘ การกำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินแหล่งใดแหล่งหนึ่งเป็นประเภทใดตามข้อ ๒ ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

หมวด ๓

วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ ๙ การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพตามข้อ ๓ ถึง ข้อ ๗ ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(๑) แหล่งน้ำไหล ซึ่งได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น ให้เก็บที่จุดกึ่งกลาง ความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ เว้นแต่แบบที่เรียกกลุ่ม โคลิฟอร์มทั้งหมดและแบบที่เรียกกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับความลึก ๓๐ เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

(๒) แหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งได้แก่ ทะเลสาบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ให้เก็บที่ระดับความลึก ๑ เมตร ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกเกินกว่า ๒ เมตร และให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน ๒ เมตร เว้นแต่แบบที่เรียกกลุ่ม โคลิฟอร์มทั้งหมดและแบบที่เรียกกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับความลึก ๓๐ เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

จุดตรวจสอบตาม (๑) และ (๒) ของแหล่งน้ำที่กำหนดตามข้อ ๘ ให้เป็นไปตามที่ กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ ๑๐ การตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ ๓ ถึงข้อ ๗ ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบอุณหภูมิ ให้ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(๒) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่าง ให้ใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรด และด่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีการหาค่าแบบอิเล็กโตรเมตริก (Electrometric)

(๓) การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลาย ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification)

(๔) การตรวจสอบค่าบีไอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วันติดต่อกัน

(๕) การตรวจสอบค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีกอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้วิธีมัลติเพิล ทิวบ์ เฟอ์เมนเตชัน เทคนิก (Multiple Tube Fermentation Technique)

(๖) การตรวจสอบค่าไนเตรดในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีแคดเมียมรีดักชัน (Cadmium Reduction)

(๗) การตรวจสอบค่าแอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชันเนสสเลอร์ไรเซชัน (Distillation Nesslerization)

(๘) การตรวจสอบค่าฟีนอล ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชัน ๔ - อะมิโนแอนติไพเร็น (Distillation, 4-Amino antipyrine)

(๙) การตรวจสอบค่าทองแดง นิกเกิล แมงกานีส สังกะสี แคดเมียม โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ และตะกั่ว ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอบซอร์ปชัน ไคเร็ค แอสไพเรชัน (Atomic Absorption - Direct Aspiration)

(๑๐) การตรวจสอบค่าปรอททั้งหมด ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอบซอร์ปชัน โคลด์เวปอร์ เทคนิก (Atomic Absorption-Cold Vapour Technique)

(๑๑) การตรวจสอบค่าสารหนู ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอบซอร์ปชัน แก๊สไฮไดรด์ไฮไดรด์ (Atomic Absorption - Gaseous Hydride)

(๑๒) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีไพริดีน บาร์บิบูริก แอซิด (Pyridine - Barbituric Acid)

(๑๓) การตรวจสอบค่ากัมมันตภาพรังสี ให้ใช้วิธีโลว์ แบ็กกราวด์พร็อพอร์ชันนอล เกาน์เตอร์ (Low Background Proportional Counter)

(๑๔) การตรวจค่าสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีกลอรีนทั้งหมด คีดีที บีเอชซีชนิดแอลฟา คิลดริน อัลดริน เฮปตาคลอโรอีพอกไซด์ และเอนดริน ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas - Chromatography)

ข้อ ๑๑ การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๒๐ (20th Percentile Value) ส่วนการตรวจสอบค่าบีไอดี แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟีกอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๘๐ โดยจำนวนและระยะเวลาสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าว ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ ๑๒ การเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ ๕ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ ๑๐ จะต้องเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater) ซึ่ง American Public Health Association และ American Water Works Association กับ Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๓๗
ชวน หลีกภัย
นายกรัฐมนตรี
ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๑ ตอนที่ ๑๖ ง วันที่ ๒๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๗)

ประวัตินักวิจัยและคณะ

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์

(ภาษาอังกฤษ) Miss Prinya Masawat

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3659900106465

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ติดต่อ

ที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

โทรศัพท์ 055963439 โทรสาร 055963401

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0869270033 E – mail prinyam@nu.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา	คุณวุฒิ	สถาบันการศึกษา
2546	ปริญญาเอก (Ph.D.)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2540	ปริญญาโท (M.Sc.)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2538	ปริญญาตรี (B.Sc.)	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประสบการณ์การทำวิจัย (ในตำแหน่งหัวหน้าโครงการ)

ปีงบประมาณ	โครงการ	แหล่งทุน	สถานะการดำเนินงาน
2555	การพัฒนาเครื่องดิจิตอลอิมเมจคัดเลอริมิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่ตกค้างในน้ำยางพารา	ทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	กำลังดำเนินโครงการ
2554	การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาโลหะหนักปริมาณน้อยที่ตกค้างในลำน้ำน่าน ด้วยวิธีการเพิ่มความเข้มข้นร่วมกับวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี	ทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา (สกอ.)	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว

ปีงบประมาณ	โครงการ	แหล่งทุน	สถานะการดำเนินงาน
2554	การพัฒนาวัสดุของแข็งดูดซับจากธรรมชาติสำหรับเพิ่มความเข้มข้นโลหะหนักบางชนิดที่ตกค้างในแม่น้ำน่านร่วมกับเทคนิคเฟลมอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี	ทุนอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2553	การพัฒนาเครื่องตรวจวัดปริมาณโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติด้วยวิธีวัดค่าความเข้มของการกระเจิงแสง	ทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2552	การออกแบบและสร้างระบบวัดค่าความเป็นกรด-ด่างขนาดเล็กจิวพภาได้โดยอาศัยอิเล็กทรอนิกส์แบบของแข็ง	ทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2551	การพัฒนาเครื่องไทเทรตแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการหาปริมาณโลหะปริมาณน้อย ด้วยวิธีการไทเทรตยอส่วนแบบเชิงซ้อน	ทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์(ในส่วนของนวัตกรรม)	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2550	การออกแบบและสร้างเครื่องมือโครไทเทรตอัตโนมัติแบบยอส่วนพร้อมทั้งการหาจุดยุติด้วยวิธีไฟฟ้าเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาความแรงของกรดในน้ำผลไม้บางชนิด	ทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว

ปีงบประมาณ	โครงการ	แหล่งทุน	สถานะการดำเนินงาน
2549	การพัฒนาวิธีเพิ่มความเข้มข้นแบบออนไลน์เพื่อตรวจหาปริมาณเตตราไซคลิกลินที่ตกค้างในนม โดยการสกัดด้วยเฟสของแข็งร่วมกับฟลูออโรเจนเซนสเปกโตรโฟโตเมตรี	ทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2548	การพัฒนาวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงและเทคนิคทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการหาปริมาณเตตราไซคลิกลินที่ตกค้างในอาหาร	ทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2548	การออกแบบและสร้างโพลีทรูเซลล์สำหรับชุดวัดปริมาณสารกลุ่มเตตราไซคลิกลินด้วยวิธีการดูดกลืนแสงในระบบฟลูออโรเจนเซน	ทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว
2547	การหาปริมาณเตตราไซคลิกลินที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์อาหารโดยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง	ทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้คณะวิทยาศาสตร์	ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์และปิดโครงการวิจัยแล้ว

สาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เคมีวิเคราะห์

ภาระงานในปัจจุบัน สอนและวิจัย

ผลงานวิจัย

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ

1. ปริญญา มาสวัสดิ์ “การออกแบบและสร้างเซลล์ตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์ยาปฏิชีวนะกลุ่มเตตราไซคลิกลินด้วยเทคนิคฟลูออโรเจนเซนอะนาไลซิสร่วมกับเทคนิคแอมเพอโรเมตรี” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2549 ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 หน้า 59-71.

2. ปริญญา มาสวัสดิ์ “การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจวัดสารที่มีสี พร้อมชุดต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์แบบเบ็ดเสร็จ สำหรับการตรวจหายาปฏิชีวนะกลุ่มเตตราไซคลิกลิน” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2550 ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 หน้า 215-230.

3. ปริญญา มาสวัสดิ์ “การวิเคราะห์ยาปฏิชีวนะกลุ่มเตตราไซคลิกลิน โดยใช้เทคนิคโวลแทมเมตรีที่มี

“ใส่ดินสอดเป็นขั้วไฟฟ้า” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2550 ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 หน้า 165-176.

4. P. Masawat and S. Liawruangrath, “The Underpotential Determination of Lead Using the Laboratory-made Gold Electrode Flow Cell”, *Chiang Mai J. Sci.*, 35(2) (2008) 355-369.

5. ปรินญา มาสวัสดิ์ สายสุนีย์ เหลี้ยวเรืองรัตน์ และ ศุภโชค อุปาลี “เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้นเองโดยอาศัยคอมโพสิตระหว่างท่อนาโนคาร์บอนกับโพลิเมอร์บางชนิด” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2552 ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 หน้า 101-114.

6. ปรินญา มาสวัสดิ์ “การทดสอบความไวต่อโปรตอนของวัสดุต่างๆ เพื่อคัดกรองก่อนนำมาทำเป็นอิเล็กทรอนิกส์” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2553 ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 หน้า 50-58.

7. ปรินญา มาสวัสดิ์ และ ยุทธพงษ์ อุดแน่น “การพัฒนาวีธีการหาปริมาณโปรตีนในน้ำยางพาราโดยใช้เครื่องวัดค่าความเข้มข้นของการกระเจิงแสงที่ได้ออกแบบขึ้น” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2554 ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 หน้า 30-34.

8. Prinya Masawat, Yuthapong Udnan and Tanawat Duangkum “A simple solid-state pH electrode based on Ag/AgCl-Cu” *NU Science Journal* 2011; 8(1): 1-8.

ข. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

1. P. Masawat and J.M. Slater, “The determination of tetracycline residues in food using a disposable screen-printed gold electrode (SPGE)”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, **124** (2007) 127-132.

2. P. Masawat, S. Liawruangrath, and S. Upalee, “Spectrophotometric flow-injection analysis assay of tetracycline antibiotics using a dual light-emitting diode based detector”, *Mj. Int. J. Sci. Tech*, **2(01)** (2008) 201-209.

3. P. Masawat, S. Liawruangrath, and S. Upalee, “Design and fabrication of a micro-volume autotitrator with potentiometric end-point detection for the determination of acidity of some fruit juices”, *Mj. Int. J. Sci. Tech*, **2(02)** (2008) 374-382.

4. P. Masawat, S. Mekprayoon, S. Liawruangrath, S. Upalee, and N. Youngvises, “On-line preconcentration and determination of tetracycline residues in milk using solid-phase extraction in conjunction with flow injection spectrophotometry”, *Mj. Int. J. Sci. Tech*, **2(02)** (2008) 418-430.

ก. ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้

1. “โปรแกรม NU3-pH Firmware” ข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 179018 ลงวันที่ 23 มกราคม 2551 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ นายศุภโชค อุปาลี และ นางสาวสายสุนีย์ เหลี้ยวเรืองรัตน์
2. “เครื่องมือโครโทเทรตอัตโนมัติแบบย่อส่วนสำหรับการวิเคราะห์หาความแรงของกรด” เลขที่อนุสิทธิบัตร 6086 ออกให้เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2554 หจดอายุวันที่ 22 ธันวาคม 2557 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ และ คณะ
3. “โปรแกรมวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของสารละลาย” ลิขสิทธิ์เลขที่ 250298 เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2553 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์ คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ และคณะ
4. “อุปกรณ์วัดค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพาโดยอาศัยอิเล็กโทรดแบบของแข็ง” เลขที่อนุสิทธิบัตร 6399 ออกให้เมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2554 หจดอายุวันที่ 29 ตุลาคม 2559 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ และ คณะ

ง. ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

1. ปริญญา มาสวัสดิ์ “การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ยาปฏิชีวนะกลุ่มเตตราซัยคลินที่ตกค้างในนมโดยวิธี On-line SPE-FIA” วารสาร LAB. TODAY ปีที่ 6 ฉบับที่ 42 สิงหาคม 2550 หน้า 41-44.
2. ปริญญา มาสวัสดิ์ “ขั้วไฟฟ้าพิมพ์สกรีน ตัวตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าแบบใช้แล้วทิ้ง” วารสาร LAB. TODAY ปีที่ 6 ฉบับที่ 43 ตุลาคม 2550 หน้า 29-32.
3. “โปรแกรม NU3-pH Firmware” ข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 179018 ลงวันที่ 23 มกราคม 2551 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ นายศุภโชค อุปาลี และ นางสาวสายสุนีย์ เหลี้ยวเรืองรัตน์
4. “เครื่องมือโครโทเทรตอัตโนมัติแบบย่อส่วนสำหรับการวิเคราะห์หาความแรงของกรด” เลขที่อนุสิทธิบัตร 6086 ออกให้เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2554 หจดอายุวันที่ 22 ธันวาคม 2557 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ และ คณะ
5. “โปรแกรมวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของสารละลาย” ลิขสิทธิ์เลขที่ 250298 เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2553 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์ คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ และคณะ
6. “อุปกรณ์วัดค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพาโดยอาศัยอิเล็กโทรดแบบของแข็ง” เลขที่อนุสิทธิบัตร 6399 ออกให้เมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2554 หจดอายุวันที่ 29 ตุลาคม 2559 ซึ่งมีผู้สร้างสรรค์คือ นางสาวปริญญา มาสวัสดิ์ และ คณะ

จ. รางวัลผลงานวิจัยที่เคยได้รับ

2. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นายยุทธพงษ์ อุคเน่น

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Yuthapong Udnan

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 35301 00743 803

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ติดต่อ

ที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม. นเรศวร

โทรศัพท์ 055963440 โทรสาร 055963401

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0896441774 E – mail yuthapong@nu.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา	คุณวุฒิ	สถาบันการศึกษา
2530	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2538	ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2546	ปริญญาเอก	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประสบการณ์การทำงานวิจัย (ในตำแหน่งหัวหน้าโครงการ)

ปีงบประมาณ	โครงการ	แหล่งทุน	สถานะการดำเนินงาน
2546	การพัฒนาปฏิบัติการแบบไมโครสเกลสำหรับเคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว
2548	การพัฒนาเครื่องตรวจวัดแบบสเปคโตรมิเตอร์อย่างง่ายและราคาถูกลำหรับระบบโฟลอินเจคชันอะนาลิซิส	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว
2548–2549	การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ continuous flow analysis แบบใหม่ โดยการรวม segmented flow analysis กับ flow injection analysis	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)	ปิดโครงการแล้ว

ปีงบประมาณ	โครงการ	แหล่งทุน	สถานะการดำเนินงาน
2550	การศึกษาความผิดพลาดของการวิเคราะห์แบบเต็มสารมาตรฐาน โดยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว
2551	การพัฒนาชุดเครื่องมือสำหรับการศึกษเกี่ยวกับปฏิกิริยาอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำไปใช้ในรายวิชาเคมีวิเคราะห์ 2 ตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว
2551	การพัฒนาวิธีการหาปริมาณเอทานอลในแอลกอฮอล์สำหรับการผลิตแก๊สโซฮอล์และสุรากลั่นโดยวิธีสเปกโทรโฟโตเมตรี	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว
2552	การพัฒนาข้อผิดพลาดเชิงระบบซิลเวอร์-ซิลเวอร์คลอไรด์ สำหรับนำมาใช้ในเคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า ในรายวิชาเคมีวิเคราะห์ ๒ ตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว
2554	การศึกษาชนิดของปูนที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมในลอคช่องเพื่อการพัฒนาให้เป็นแหล่งอาหารเสริมแคลเซียม	เงินรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปิดโครงการแล้ว

สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ เคมีวิเคราะห์
ภาระงานในปัจจุบัน สอนและทำวิจัย

ผลงานวิจัย

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ

- 1) ยุทธพงษ์ อุดแน่น, “การศึกษาความผิดพลาดของการวิเคราะห์แบบเติมสารมาตรฐาน โดยเทคนิคอะตอมมิก แอ็บซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี” NU Sci. J. 2010, 6(2), 207-220.
- 2) ปริญา มาสวัสดิ์ และ ยุทธพงษ์ อุดแน่น “การพัฒนาวิธีการหาปริมาณ โปรตีนในน้ำยางพารา โดยใช้เครื่องวัด ค่าความเข้มข้นของการกระเจิงแสงที่ได้ออกแบบขึ้น” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2554 ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 หน้า 30-34.
- 3) Sombat Nopichai, **Yuthapong Udnan**, Prinya Masawat and Surat Boonphong. Volatile compounds from *Russula delica* Fr. NU Science Journal (March 2009) 5(2): 240 - 247.

ข. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

- 1) K. Grudpan, P. Ampan, **Y. Udnan**, S. Jaysavati, S. Lapanantnoppakhun, J. Jakmune, G.D. Christian and J. Ruzicka, “Stopped-flow Injection Simultaneous Determination of Phosphate and Silicate Using Molybdenum Blue”, *Talanta*, 2002. 58, 1319-1326.
- 2) J. Jakmune, **Y. Udnan**, R. Morrison, R. Bckett, I. McKinnon and K. Grudpan, “A Low-Cost Light-Scattering Detector for the Flow-Injection Nephelometric Determination of Sulfate”, *Anal. Sci.*, 2003, 19, 1495-1498.
- 3) **Y. Udnan**, J. Jakmune, S. Jaysavati, G.D. Christian, R.E. Synovec and K. Grudpan, “Cost-effective flow injection spectrophotometric assay of iron content in pharmaceutical preparations using salicylate reagent”, *Talanta*, 2004. 64, 1237-1240.
- 4) N. Lenhkor, B.A. Staggemeier, M.L. Hamad, **Y. Udnan**, S. Tanikkul, J. Jakmune, K. Grudpan, B.J. Prazen and R.E. Synovec, “A dynamic liquid-liquid interfacial pressure detector for the rapid analysis of surfactants in a flowing organic liquid” *Talanta*, 2005. 65, 722-729.
- 5) **Y. Udnan**, I.D. McKelvie, M. Grace, J. Jakmune and K. Grudpan “Evaluation of on-line preconcentration and flow-injection amperometry for phosphate determination in fresh and marine waters” *Talanta*, 2005. 66, 461-466.



- 6) M. Grace, Y. Udnan, I.D. McKelvie, J. Jakuncice and K. Grudpan “On-line removal of sulfide interference in phosphate determination by flow injection analysis”, Environ. Chem. 2006, 3, 19-25.
- 7) Y. Udnan, W. Chuachud, and R. Sanunmuang “Microscale Electrochemical Cells Using Plaster (CaSO_4) as a Liquid Junction”, Mj. Int. J. Sci. Tech. 2008, 2(03), 535-541.

ค. ผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ได้

- 1) การพัฒนาปฏิบัติการแบบไมโครสเกลสำหรับเคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า
 - 2) การพัฒนาชุดเครื่องมือสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาอิเล็กโทรไลซิส เพื่อนำไปใช้ในรายวิชาเคมีวิเคราะห์
- 2 ตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
- ได้นำเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ผลิตได้จากโครงการวิจัยทั้งสองนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชา เคมี

วิเคราะห์ 2 (256252)

ง. ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

-

จ. รางวัลผลงานวิจัยที่เคยได้รับ

-

