การพัฒนาชุดตรวจสอบภาคสนามสำหรับตรวจสอบไอโอดีนใน Iodized salt (I-Kit)

พิณทิพ รื่นวงษา และ ภิญโญ พานิชพันธ์
ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระราม 6
กรุงเทพฯ 10400 โทร 2455195 โทรสาร 2480375

บทคัดย่อ

การขาดสารไอโอดีนยังเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศ โดยเฉพาะประชากรในบางพื้นที่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ เด็กที่ขาดสารไอโอดีนจะมีสติปัญญาด้อย เด็กที่คลอดจากมารดาที่ขาดสารไอโอดีนจะเป็นโรคเอ๋อ สติปัญญาเสื่อมประกอบอาชีพไม่ได้ ในประเทศไทยมีประชากรประมาณ 15 ล้านคน ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการขาดสารไอโอดีน สำหรับในโลก 12% ของประชากรทั่วโลกมีอาการคอหอยพอก ในจำนวนนี้ 26 ล้านคน เป็นในขั้นที่สมองเกิดการเสียหาย และ 5.7 ล้านคน มีสติปัญญาเสื่อมระดับ cretin เนื่องจากขาดสารไอโอดีน ประเทศส่วนใหญ่ในเอเชีย เมดิเตอเรเนียนฝั่งตะวันออก ละติน อเมริกา และอัฟริกามีอัตราของโรคขาดสารไอโอดีนสูงมาก

การขาดสารไอโอดีนเกิดเนื่องจากบริโภคสารไอโอดีนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในกลุ่มที่ไม่ได้บริโภคอาหารทะเลอย่างพอเพียง ทั้งนี้ ทั้งเกลือทะเลและเกลือสินเธาว์มีปริมาณไอโอดีนไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย คือมีเพียง 2-5 ส่วนในล้านส่วนเท่านั้น แนวทางอันหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหานี้คือให้มีเกลือเสริมไอโอดีนกระจายทั่วประเทศ กระทรวงสาธารณสุขจึงได้ออกกฎกระทรวงใน พ.ศ.2537 ให้เกลือบริโภคต้องมีไอโอดีนอย่างน้อย 30 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอม) แต่จากการสำรวจในปัจจุบันพบว่าเกลือบริโภคส่วนใหญ่ทั้งในบ้าน ร้านค้า และจากแหล่งผลิตยังมีปริมาณไอโอดีนแตกต่างไปมากจากมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งทำให้ปัญหาการขาดสารไอโอดีนยังคงอยู่จนทุกวันนี้ ดังนั้น เพื่อที่จะมีการติดตามและควบคุมปริมาณไอโอดีนในเกลือเสริมไอโอดีนให้เป็นไปตามกฎกระทรวง จึงต้องมีวิธีการที่สะดวก สามารถวัดปริมาณไอโอเดทในตัวอย่างเกลือจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง ทางกระทรวงสาธารณสุขมีความต้องการชุดตรวจสอบไอโอดีนในเกลือในภาคสนามเป็นจำนวนมากสำหรับใช้ในโรงงานและแหล่งผลิตเกลือเสริมไอโอดีนและใช้ในพื้นที่ที่ขาดสารไอโอดีนหรือเสี่ยงต่อการขาดสารไอโอดีน เพื่อทดสอบว่าเกลือบริโภคควรมีไอโอดีนประมาณ 30-50 ส่วนในล้านส่วน โดยชุดตรวจสอบดังกล่าวจะต้องมีความไว ใช้ได้ง่าย สะดวก และสามารถใช้โดยบุคลากรโดยทั่วไป

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาชุดตรวจสอบไอโอดีน (ในรูปของไอโอเดท) ในเกลือขึ้นมา 2 ชนิด คือ ชนิดขวดเดี่ยวและชนิดแถบกระดาษ สำหรับชนิดขวดเดี่ยวนั้นจะมีน้ำยาทุกอย่างสำหรับใช้ในการตรวจสอบผสมอยู่ในขวดเดียว เมื่อหยดน้ำยานี้บนเกลือที่มีไอโอเดท เกลือจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ส่วนชุดตรวจสอบแบบแถบกระดาษจะเป็นกระดาษอาบน้ำยาที่ส่วนปลายของกระดาษ เมื่อจุ่มปลายกระดาษนี้ลงในสารละลายเกลือ (อิ่มตัว) ที่ต้องการทดสอบ เกลือที่มีไอโอเดทจะทำให้เกิดเป็นสีน้ำเงินบนกระดาษเช่นกัน ในชุดตรวจสอบทั้ง 2 ชนิดนี้ ความเข้มของสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นจะ

สามารถเปลี่ยนเป็นปริมาณของไอโอดีนได้โดยเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน ชุดตรวจสอบทั้ง 2 ชนิด นี้วัดปริมาณไอโอดีนในเกลือได้ในระดับ 4-100 ส่วนในล้านส่วน จากการทดลองใช้ในภาคสนาม ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความสะดวกที่จะใช้ชุดทดสอบชนิดขวดเดี่ยวมากกว่าแถบกระดาษ คณะผู้วิจัยจึงได้มุ่งไปทางพัฒนาชุดทดสอบชนิดขวดเดี่ยว จนมีคุณสมบัติที่เหมาะกับการใช้งานจริง ทั้งด้านความแม่นยำ และความคงทน

ชุดตรวจสอบชนิดขวดเดี่ยว (I-Kit) ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขจนสามารถใช้ตรวจสอบปริมาณไอโอดีนในเกลือได้อย่างดี เพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาข้างต้น ชุดตรวจสอบนี้ ใช้ง่าย สะดวก สามารถวัดปริมาณไอโอดีน (ในรูปของไอโอเดท) ในตัวอย่างเกลือจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง เมื่อหยดน้ำยาบนเกลือที่มีไอโอเดทจะเกิดสีน้ำเงินที่ความเข้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณไอโอเดท ชุดตรวจสอบนี้จะช่วยในการตรวจสอบและประกันคุณภาพของเกลือแต่ละรุ่นที่ผลิตจากโรงงานหรือแหล่งผลิตต่าง ๆ เพราะทั้งผู้ผลิตและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถใช้ตรวจสอบ ณ แหล่งผลิตให้ได้ผลทันทีระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้สามารถแก้ไขเพื่อให้เกลือได้มาตรฐานได้โดยทันที นอกจากนี้ชุดตรวจสอบนี้ยังใช้ได้โดยบุคลากรทั่วไปสำหรับตรวจเกลือบริโภคในท้องถิ่น จากการทดลองภาคสนามโดยความร่วมมือของสาธารณสุขจังหวัดต่าง ๆ ประมาณ 20 จังหวัด โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดสารไอโอดีนและในโรงงานเกลือและแหล่งผลิตเกลือเสริมไอโอดีนกว่า 100 แห่ง พบว่าชุดทดสอบ I-Kit นี้ใช้ได้ผลดีกว่ามากเมื่อเทียบกับชุดตรวจสอบอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ในขณะนี้ โดยเฉพาะชุดตรวจสอบที่ใช้กันมากที่ซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งให้สีที่เกิดขึ้นเมื่อผสมเกลือกับน้ำยาเป็นสีม่วง ซึ่งเป็นคนละสีกับแถบสีมาตรฐานที่ให้มากับชุดทดสอบที่เป็นสีเทาถึงน้ำเงิน ทำให้การอ่านปริมาณไอโอเดทที่ถูกต้องทำได้ยาก ไม่สามารถบอกได้อย่างแน่นอนว่าเกลือนั้น ๆ มีไอโอเดทเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขหรือไม่ นอกจากนี้สีที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนจากม่วงเป็นน้ำตาลปนเหลืองและจางหายไปในเวลาสั้น โดยเฉพาะในเกลือที่มีไอโอเดทสูง ซึ่งส่งผลให้การวัดปริมาณไอโอเดทมีความผิดพลาดได้มาก ขณะที่ชุด I-Kit จะให้สีที่คงทนไม่ต่ำกว่าชั่วโมง ทำให้ใช้วัดปริมาณโดยการเทียบสีได้อย่างแม่นยำ และยังมีความคงทนต่อสภาพการใช้งาน การเก็บรักษา และการขนส่งในสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ จากการทดลองใช้อย่างกว้างขวางและการวิเคราะห์แบบสอบถาม พบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพอใจในคุณภาพของชุดตรวจสอบ I-Kit และมีแนวโน้มมากว่าชุดทดสอบนี้จะช่วยประกันคุณภาพของเกลือเสริมไอโอดีนได้ (ขณะที่ชุดทดสอบอื่น ๆ ไม่สามารถใช้ได้) ถ้าผู้ผลิตและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขมีความเอาใจใส่เพียงพอ

ได้มีการทูลฯถวายชุดทดสอบจำนวนมากแด่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งท่านได้ทรงมีพระมหากรุณาธิคุณส่งต่อให้โรงเรียนตำรวจชายแดนทั่วประเทศ เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบปริมาณไอโอดีนในเกลือเสริมไอโอดีนในท้องถิ่น ในขณะนี้องค์กรเพื่อสาธารณประโยชน์ (NGO) จากประเทศเขมรได้นำชุดทดสอบนี้ไปใช้แล้ว และชุดตรวจสอบนี้ได้ทดลองใช้ในบางพื้นที่ในประเทศลาว คาดว่ากระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยจะสั่งไปใช้ในปริมาณมากในเร็ว ๆ นี้

ชุดตรวจสอบไอโอดีนชนิดขวดเดี่ยว (I-Kit) นี้กำลังอยู่ระหว่างรอผลการพิจารณาสิทธิบัตรไทย และกำลังยื่นขอสิทธิบัตรของประเทศออสเตรเลีย

เมื่อชุดตรวจสอบ I-Kit นี้ได้รับสิทธิบัตร และคาดว่าจะมีการร่วมมือกับผู้อื่น เช่น องค์การเภสัชกรรมหรือบริษัทเอกชน เพื่อผลิตในจำนวนมาก อย่างไรก็ตามจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของชุดตรวจสอบนี้ให้ดีขึ้นและเหมาะกับสถานการณ์อยู่ตลอด ที่สำคัญจะต้องมีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยพื้นฐานที่นำไปสู่การทำชุดตรวจสอบนี้ในวารสารระดับนานาชาติ

Development of a Field Test Kit for Iodine in Iodated Salt (I-Kit)

Pintip Ruenwongsa and Bhinyo Panijpan

Department of Biochemistry, Faculty of Science, Mahidol University,

Rama 6 Road, Bangkok 10400 Tel 2455195, Fax 2480375

Abstract

Iodine deficiency disorders (IDD) is still a significant health problem in Thailand, manifested most severely as mental deficiency. It affects Thai population in all regions of the Kingdom, especially, in the risk or endemic areas of the North and Northeast : countrywide an estimated 15 million are at risk. The most serious problem in our view is the life-long cretinism afflicting children exposed to low iodine diets only for a short period in their infancy. Globally an estimated 5.7 million iodine-related cretins have been reported in addition to 26 million people with brain damage and a prevalence of 12 percent world population with goitre. Most countries in Asia, Eastern Mediterranean, Latin America and Africa have high prevalence of IDD cases.

The natural root cause of IDD is the inadequate consumption of iodine present in the relatively expensive or locally inaccessible seafood ; contrary to general belief, marine salt and rock salt both contain equally inadequate concentration (at 2 to 5 ppm) of iodine for normal health. A sustained effort has been made by the Ministry of Public Health in rectifying the problem by legislating, in 1994, the supplementation of low-cost consumable salt with a minimum of 30 ppm iodate and encouraging salt producers to consistently make such salt. However, a high percentage of salt sampled in the household and salt factories throughout Thailand showed by titration that iodine levels that deviate markedly from those recommended and thus partially prolonging the iodine problem. Thus, there was a need for a rapid and accurate determination of iodine in iodized salts. However, the kit avaliable during that time did not give results that were quantitative enough to meet this need.

The Ministry of Public Health therefore needs an iodine test kit that is sensitive, rapid and easy to use by salt manufacturers and local people in the affected areas to assure that the iodized salt contains approximately 30-50 ppm iodine. Our research and development efforts at first concentrated on developing 2 types of iodine test kit, i.e., single-bottled kit and paper kit. The single-bottled kit contained all ingredients necessary

for the test of iodate in one bottle and gave blue color upon addition of a few drops of the solution onto the solid salt containing iodate. In the use of paper kit, paper strips coated with all necessary reagents were dipped in the tested salt solution. The blue color developed in both cases were converted to the amount of iodine by comparison to the standard color chart. The sensitivity of detection of both methods was in the range of 0-100 ppm iodine. However, preliminary results from field study and questionaires indicated that users preferred to use the single-bottled kit rather than paper kit. Thus we focused on further development of the single-bottled kit, and have achieved a rapid, convenient and accurate detection of iodate in iodized salt.

Our single-bottled I-Kit has provided a means for a rapid and simple semi-quantitative monitoring of salt samples. With this kit, quality assurance of salt batches can be performed by the health workers and factory operators, and corrective actions on non-standard commericial salt samples can be taken by both almost instantly. Extensive field works have been performed by supplying a large number of I-Kits to more than 100 salt factories and MOPH health centers in about 20 provinces in risk areas in North, Northeast and the Central and Western regions. Factory operators and health officers have been instructed personally by us and/or trained health officers and by using our video-tapes on how to use the I-Kit. Our I-Kit proves to be superior to the other most internationally utilized single-bottled kit, which is incapable of giving semi-quantitative estimates of iodate in salt samples. The colors developed in this imported kit do not match those given on the color chart. Besides their intensity is not proportional to the iodate content and can even be misleading because the color fades disproportionately at time more than 15 min. Our reagent can generate colors that match those on the color chart and the color does not fade until the tested spots are totally dry about 1/2 - 1 hr after the reagents is dropped on the salt sample. Our reagent can also keep longer under wider weather condition(s) without undue amounts of toxic fungal growth inhibitors added as in other kits. Thus far returned questionnaires on its usage and field follow-ups by us have been very encouraging.

HRH Princess Mahachakri Sirindhorn has graciously distributed our test kits to the Thai Border Partol Police all over the Kingdom for the purpose of iodine monitoring with the help of the Royal Thai Army Medical Corp. A non-governmental organization in Cambodia has asked for and been provided the I-Kit for the purposes stated above. Some Laotian health officers have been given this kit. A big lot order by the MOPH is being considered.

A Thailand patent for the I-Kit is now pending. An Australian patent is being sought. If and when the I-Kit successfully emerges from pending, a large scale production in collaboration with the Thai Government Pharmaceutical Organization will be considered. Continual improvements are part and parcel of this endeavour. Last but not least, the basic research data leading to the kit's development will be published in an international journal.