

การสำรวจปริมาณไอโอดีนในพืชผักบางชนิด อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

Iodine concentration of certain vegetables in Borabue District, Mahasarakham Province

สุนีรัตน์ ยิ่งยีน^{1*}, ธิดารัตน์ สมดี²Suneerat Yangyuen^{1*}, Thidarat Somdee²

Received: 24 May 2013; Accepted: 20 August 2013

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนในพืชผัก ในพื้นที่ ม. 3 บ้านโคกกลาง และ ม. 4 บ้านหนองแวง ต. บรบือ อ.บรบือ จ. มหาสารคาม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดของพืชผัก และเก็บตัวอย่างพืชผัก จำนวน 200 ตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนโดยใช้วิธีของ Moxon และ Dixon สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One-way ANOVA

ผลการศึกษา พบว่าชนิดของผักที่ประชาชนปลูกมีจำนวน 42 ชนิด เป็นผักกินใบ 23 ชนิด ผักกินผล 14 ชนิด และผักกินหัว 5 ชนิด ส่วนผลการวิเคราะห์หาปริมาณของไอโอดีนในพืชผัก ซึ่งทำการสุ่มจากพืชผักที่ประชาชนในพื้นที่นิยมบริโภค พบว่าพืชผักมีปริมาณของไอโอดีน ระหว่าง 2.57-61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.53 $\mu\text{g}/100\text{g}$ โดยปริมาณไอโอดีนในผักกินใบ มีค่าระหว่าง 3.84-61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.54 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ต้นหอม รองลงมาคือ แมงลัก กระเพรา สะระแหน่ และโหระพา ตามลำดับ ปริมาณไอโอดีนในผักกินผล มีค่าระหว่าง 4.39-29.27 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.89 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ มะนาว รองลงมาคือ มะละกอ มะเขือเปาะ พริก และ มะเขือเทศ ตามลำดับ ปริมาณไอโอดีนในผักกินหัว มีค่าระหว่าง 2.57-27.57 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.12 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ขมิ้น รองลงมาคือ ตะไคร้ ข่า กระชาย และขิง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในผัก พบว่าปริมาณไอโอดีนในผักกินผล และผักกินหัวแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.006$ และ $p<0.001$ ตามลำดับ) แต่ปริมาณไอโอดีนในผักกินใบแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน ($p=0.498$) โดยปริมาณไอโอดีนในผักที่พบว่าแตกต่างกัน คือ พริกกับมะเขือเทศ ($p=0.035$) มะนาวกับมะเขือเทศ ($p<0.001$) มะละกอกับมะเขือเทศ ($p=0.003$) มะเขือเปาะกับมะเขือเทศ ($p=0.027$) ตะไคร้กับขมิ้น ($p=0.001$) ข่ากับขมิ้น ($p<0.001$) ขิงกับขมิ้น ($p<0.001$) และกระชายกับขมิ้น ($p<0.001$)

จากผลการศึกษา พบว่าพืชผักสวนครัวที่ประชาชนปลูกไว้บริโภคเองก็มีสารไอโอดีน โดยแต่ละชนิดก็มีปริมาณแตกต่างกันออกไป การบริโภคผักจึงเป็นทางเลือกของแหล่งไอโอดีนที่จะใช้บริโภคได้อีกแหล่งหนึ่งนอกเหนือไปจากอาหารทะเล ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ประชาชนบริโภคผักและปลูกผักดังกล่าวเพื่อการบริโภคต่อไป

คำสำคัญ : ไอโอดีน พืชผัก

Abstract

This survey research intended to investigate Iodine concentration in vegetables growing at Moo 3 Ban Kongklang and Moo 4 Ban Nongwang, Borabue Sub-district, Borabue District, Mahasarakham Province. The concentration of iodine was analyzed using the Moxon and Dixon method from 200 randomly selected specimens taken from local vegetables. Descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, median, standard deviation, and one-way ANOVA were used for data analysis.

The results revealed that there are 42 types of vegetables grown by the residents in their back-yard: 23 types are vegetables, 14 types are fruit vegetables and 5 types are roots vegetables. Iodine concentration in the

^{1,2}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

^{1,2} Assistant Professor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

* Corresponding author: Suneerat Yangyuen. Faculty of Public Health, Mahasarakham University

E-mail: suneeratyang1@hotmail.com

vegetables ranged from 2.57 to 61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ with an average of 15.53 $\mu\text{g}/100\text{g}$. The iodine concentrations of vegetables samples lie in range of 3.84 to 61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ with an average of 19.54 $\mu\text{g}/100\text{g}$. The highest iodine concentration in vegetables leaves was found in green shallot (*Allium cepa* var. *aggregatum*), followed by hairy basil (*Ocimum basilicum* L.f. var. *citratum* Back.), holy basil (*Ocimum sanctum* Linn.), kitchen mint (*Metha cordifolia* Opiz.), and sweet basil (*Ocimum basilicum* Linn.), respectively. The iodine concentrations of fruits vegetable samples lie in range of 4.39 to 29.27 $\mu\text{g}/100\text{g}$ with an average of 13.89 $\mu\text{g}/100\text{g}$. The highest iodine concentration in fruits vegetables was found in lime (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle), followed by papaya (*Carica papaya* L.), yellow berried nightshade (*Solanum xanthocarpum* Schrad.& Wendl.), chilli peppers (*Capsicum frutescens* L.) ,and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), respectively. The iodine concentrations of roots vegetables samples lie in range of 2.57 to 27.57 $\mu\text{g}/100\text{g}$ with an average of 13.12 $\mu\text{g}/100\text{g}$. The highest iodine concentration in roots vegetables was found in turmaric (*Curcuma longa* L.), followed by lemon grass (*Cymbopogon citratus* Stapf.), galanga (*Alpinia galanga* (L.) Willd.), kaempfer (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.), and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), respectively.

This study was statistically significantly different between the iodine concentration in fruits vegetables and roots vegetables ($p=0.006$ and $p<0.001$ respectively). The vegetable's iodine concentration was statistically significantly different between chilli peppers and tomato ($p=0.035$), lime and tomato ($p<0.001$), papaya and tomato ($p=0.003$) yellow berried nightshade and tomato ($p=0.027$), lemon grass and turmaric ($p=0.001$), galanga and turmaric ($p<0.001$), ginger and turmaric ($p<0.001$), kaempfer and turmaric ($p<0.001$). However, there were no statistically significant differences between leaf vegetables iodine concentration ($p=0.498$).

From this research it can be concluded that the vegetables from the resident's back-yards contain iodine, and it is worth noting that vegetables are different in iodine concentration. The consumption of vegetables is an alternative source of iodine in sea products. Therefore, it is important to promote the consumption of vegetables and find appropriate ways to cultivate high iodine content vegetables.

Keywords : iodine, vegetables

บทนำ

ไอโอดีน เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย เนื่องจากไอโอดีนเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นในการผลิตฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์ ซึ่งต่อมไทรอยด์จำเป็นต้องใช้ไอโอดีนเพื่อสร้างฮอร์โมน thyroxine ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่จำเป็นสำหรับควบคุมการทำงานของและเสริมการเจริญเติบโตของสมอง และประสาทเนื้อเยื่อประกอบของร่างกาย โดยในเด็กแรกเกิด ถึง 6 ปี จะต้องการไอโอดีน 40 ไมโครกรัมต่อวัน เด็กอายุ 6 เดือน ถึง 6 ปี ต้องการ 50 ถึง 90 ไมโครกรัมต่อวัน เด็กวัยเรียนต้องการไอโอดีน 120 ไมโครกรัมต่อวัน เพื่อพัฒนาสมองและการเจริญเติบโตของร่างกาย ส่วนผู้ใหญ่มีความต้องการไอโอดีน 150 ไมโครกรัมต่อวัน เพื่อควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆของร่างกายให้สมดุล ในหญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตรจะต้องการไอโอดีน 175-200 ไมโครกรัมต่อวัน¹ ถ้าร่างกายได้รับไอโอดีนในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายจะมีผลต่อการสร้างไทรอยด์ฮอร์โมนทำให้เกิดการเสียสมดุลในการควบคุมการทำงานของต่อมไทรอยด์ เช่น การเกิดโรคคอพอก (Goiter) ภาวะไทรอยด์ฮอร์โมนต่ำ (Hy-

pothyroidism) ร่างกายมีไทรอยด์ฮอร์โมนไม่เพียงพอ ทำให้มีอัตราการเผาผลาญอาหารลดลง การนำสารอาหารไปใช้ในการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกายไม่เต็มที่ ทำให้การเจริญเติบโตของร่างกายหยุดชะงักหรือทำให้เติบโตช้า และโรคอ้วนหรือคิตินิซึม (Cretinism) ซึ่งจะแสดงอาการผิดปกติทางร่างกาย เช่น หูหนวก เป็นใบ้ ทำเดินผิดปกติ ตาเหล่ เตี้ยแคระแกรน เป็นต้น ถ้าได้รับเกินขนาด คือ ปริมาณมากกว่า 500-1000 ไมโครกรัมต่อวัน ก็จะเป็นผลให้การสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมนลดลงเช่นกัน ดังนั้นเราควรได้รับไอโอดีนที่เพียงพอต่อความต้องการ^{1,2}

ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแต่จะมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ พบมากในดินและแถบราบลุ่มแม่น้ำ ชายทะเล ซึ่งเป็นผลให้พืชและสัตว์จากทะเลมีสารไอโอดีนมากด้วย เช่น ปลาทะเล 100 กรัม มีสารไอโอดีนประมาณ 50 ไมโครกรัม สาหร่ายทะเล 100 กรัม มีสารไอโอดีนประมาณ 200 ไมโครกรัม² ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุที่ระเหยเป็นไอได้ เมื่อไอโอดีนจากทะเลระเหยมาพร้อมกับน้ำเป็นเมฆและฝนตกลงสู่พื้นดิน ทำให้ในพื้นที่นั้นที่มีสารไอโอดีน ดังนั้นใน

บริเวณที่อยู่ห่างไกลทะเลหรือบริเวณหลังเขาที่อับลมทะเลจึงมีไอโอดีนอยู่น้อย³ ซึ่งสำหรับสัตว์จะได้รับไอโอดีนโดยตรงจากพืชอาหารสัตว์และจากอาหารที่กิน หรือจากไอโอดีนที่ปนมากับธาตุอาหารอื่นๆ ในรูปเกลือ สำหรับพืชแล้วดินเป็นตัวกลางในการเจริญเติบโต พืชสามารถดูดซับไอโอดีนจากดินไปสะสมไว้ในส่วนของราก ใบ และลำต้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ มีความคงตัวและไม่เสื่อมสลายเมื่อถูกความร้อนหรือเมื่อนำไปปรุงอาหารด้วยความร้อน และแม้พืชจะอยู่ในสกุลเดียวกันแต่ก็มีไอโอดีนไม่เท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ Underwood⁴ ได้กล่าวไว้ว่าพืชแต่ละชนิดแม้จะอยู่ในสกุลเดียวกันแต่มีไอโอดีนไม่เท่ากัน และพืชต่างชนิดกันก็สามารถดูดซับและเก็บรักษาไอโอดีนจากดินไว้ในส่วนต่างๆ ได้แตกต่างกัน เช่น พืชบางชนิดเก็บสะสมไว้ในราก ในขณะที่พืชชนิดอื่นเก็บสะสมไว้ในส่วนต้นและใบ จึงทำให้ปริมาณไอโอดีนในพืชมีแตกต่างกัน⁵ และถึงแม้ว่าจะปลูกพืชในพื้นที่เดียวกันก็ตาม ปริมาณไอโอดีนของพืชแต่ละชนิดก็แตกต่างกันไปด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดซับไอโอดีนในดินไปเก็บไว้ในพืชนั้นๆ⁴ ดังการศึกษาของ Caffagnil et al.⁶ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าการดูดซับไอโอดีนของพืช โดยพืชแต่ละชนิดมีการดูดซับไอโอดีนที่ต่างกัน และพบว่าไอโอดีนในมันฝรั่งซึ่งเป็นพืชกินหัวและในมะเขือเทศซึ่งเป็นพืชกินผลมีการดูดซับธาตุไอโอดีนเข้าสู่เนื้อเยื่อได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่ปริมาณไอโอดีนในพืชมีไม่เท่ากันนั้นยังขึ้นอยู่กับปริมาณไอโอดีนในดิน การทับถมของดินตะกอน ชนิดของดินที่ปลูก ปริมาณปุ๋ยที่พืชได้รับ สภาพภูมิอากาศและฤดูกาลระหว่างที่พืชเจริญเติบโตอีกด้วย⁷ สำหรับประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข⁸ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มสารไอโอดีนในไข่ไก่และผักที่ผลิตในชุมชน พบว่าการเสริมไอโอดีนในผักพื้นบ้านและผักที่ประชาชนในท้องถิ่นนิยมบริโภค เช่น ผักบุ้งจีน ผักกาดเขียว กวางตุ้ง ผักกาดหอม คะน้า กะหล่ำปลี ต้นหอม กะเพรา สะระแหน่ โหระพา ด้วยการฉีดพ่นใบพืชด้วยสารละลาย โปแตสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate) ในอัตราส่วนและช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนการเก็บเกี่ยวจำนวน 1-2 ครั้ง พบว่าเมื่อนำผักเสริมไอโอดีนที่ได้ไปผ่านกระบวนการปรุงอาหารด้วยความร้อน พบว่าปริมาณธาตุไอโอดีนของผักดิบและผักที่สุกไม่มีความแตกต่างกัน และจากผลการสำรวจของ สุทธิรัตน์ ยังยืนและคณะ⁹ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาการกระจายความเข้มข้นของไอโอดีนในหมู่บ้านแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเก็บตัวอย่างผักในพื้นที่ บ้านหนองตุ ต. หนองปลิง อ. เมือง จ. มหาสารคาม เพื่อวิเคราะห์

หาไอโอดีน พบว่า พืชผักมีปริมาณของไอโอดีน ระหว่าง 2.67-45.90 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.45 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งพืชผักสวนครัวที่ประชาชนปลูกไว้แต่ละชนิดมีปริมาณไอโอดีนที่แตกต่างกันโดยผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ แมงลัก รองลงมาคือ ต้นหอม มะเขือเทศ และกระถิน ตามลำดับ สำหรับจังหวัดมหาสารคาม จากการสำรวจภาวะขาดสารไอโอดีนในปีสภาวะของหญิงตั้งครรภ์ จังหวัดมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2553 พบว่าอำเภอนาเชือก อำเภอมหาสารคาม อำเภอแกดำ และอำเภอบรบือ เป็นพื้นที่ขาดสารไอโอดีนเนื่องจากมีค่า มัธยฐานต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกกำหนด ร้อยละ 68.18, 61.74, 60, 53.26 ตามลำดับ¹⁰ จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปริมาณไอโอดีนในผักที่ประชาชนปลูกไว้บริโภคเองในครัวเรือน ในเขตอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ทั้งนี้เพื่อศึกษาว่าผักสวนครัวที่ปลูกเองจะมีการสะสมของไอโอดีนอยู่หรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการแนะนำการบริโภคผักเพื่อให้ได้รับสารไอโอดีนและประชาชนสามารถเข้าถึงแหล่งอาหารที่มีสารไอโอดีนที่เพียงพอได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจชนิดของพืชผัก ใน ม. 3 บ้านโคกกลาง และ ม. 4 บ้านหนองแวง ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม
2. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนในพืชผัก
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในพืชผักแต่ละชนิด (ชนิดกินใบ, กินผล, กินหัว)

วิธีการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey study) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนในพืชผัก ในพื้นที่บ้านโคกกลาง และบ้านหนองแวง ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม เก็บตัวอย่างพืชผัก (ผักชนิดกินใบ, กินผล, กินหัว) รวมทั้งสิ้น 200 ตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่าง ดังนี้

1. เป็นผักที่ปลูกไว้บริโภคเองในครัวเรือน
 2. เป็นชนิดผักที่ประชาชนนิยมบริโภคมากที่สุด
- 5 อันดับแรก ซึ่งได้จากการสำรวจความถี่การบริโภคผักของประชาชนในพื้นที่ จากการศึกษาสำรวจ (Pilot study)
3. ส่วนของผักที่เก็บมา ให้เลือกเก็บส่วนของผักที่พร้อมนำมาบริโภค หรือพร้อมที่จะนำมาปรุงประกอบอาหาร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดและแนวทางการดำเนินการโครงการวิจัยแก่ผู้ร่วมวิจัย จากนั้นประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยสำรวจข้อมูลผักในพื้นที่ และเก็บตัวอย่างพืชผักที่ประชาชนนิยมบริโภค 5 อันดับแรก เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีน โดยใช้วิธีของ Moxon และ Dixon¹¹ สถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One-way ANOVA

ผลการศึกษา

จากการสำรวจพบว่าชนิดผักที่ประชาชนปลูกไว้บริโภค มี 42 ชนิด แบ่งเป็นผักกินใบ 23 ชนิด ผักกินผล 14 ชนิด และผักกินหัว 5 ชนิด และจากการสำรวจความถี่ในการบริโภคผักที่ประชาชนบริโภค (ข้อมูลจากการศึกษานำร่อง) พบว่า ชนิดของผักที่ประชาชนนิยมบริโภคมากที่สุด 5 อันดับแรก โดยชนิดของผักกินใบ ได้แก่ แมงลัก ต้นหอม โหระพา กระเพรา และ สะระแหน่ ตามลำดับ ชนิดของผักกินผล ได้แก่ พริก มะนาว มะละกอ มะเขือเทศ และมะเขือเปาะ ตามลำดับ ส่วนชนิดของผักกินหัว ได้แก่ ตะไคร้ ข่า ขิง กระชาย และ ขมิ้น ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนพืชผัก พบว่า พืชผักมีปริมาณของไอโอดีน ระหว่าง 2.57-61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.53 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และค่ามัธยฐานเท่ากับ 13.42 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ต้นหอม รองลงมาคือ แมงลัก ขมิ้น กระเพรา สะระแหน่ มะนาว มะละกอ โหระพา มะเขือเปาะ และตะไคร้ ตามลำดับ โดย

ปริมาณไอโอดีนในผักกินใบมีค่าระหว่าง 3.84-61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.54 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ต้นหอม รองลงมาคือ แมงลัก กระเพรา สะระแหน่ และ โหระพา ตามลำดับ ปริมาณไอโอดีนในผักกินผล มีค่าระหว่าง 4.39-29.27 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.89 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ มะนาว รองลงมาคือ มะละกอ มะเขือเปาะ พริก และ มะเขือเทศ ตามลำดับ และปริมาณไอโอดีนในผักกินหัว มีค่าระหว่าง 2.57-27.57 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.12 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ขมิ้น รองลงมาคือ ตะไคร้ ข่า กระชาย และขิง ตามลำดับ (Table 1) การเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในพืชผักแต่ละชนิด พบว่า ปริมาณไอโอดีนระหว่างผักกินใบ ผักกินผล และผักกินหัว พบว่า มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในผักกินใบ พบว่าปริมาณไอโอดีนในผักกินใบแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน ($p = 0.498$) แต่พบว่าปริมาณไอโอดีนในผักกินผลแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.006$) โดยปริมาณไอโอดีนในผักกินผลที่พบว่าแตกต่างกัน คือ พริก กับมะเขือเทศ ($p = 0.035$) มะนาวกับมะเขือเทศ ($p < 0.001$) มะละกอกับมะเขือเทศ ($p = 0.003$) และมะเขือเปาะกับมะเขือเทศ ($p = 0.027$) และปริมาณไอโอดีนในผักกินหัวแต่ละชนิดก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เช่นกัน โดยปริมาณไอโอดีนในผักกินหัวที่พบว่าแตกต่างกัน คือ ตะไคร้กับขมิ้น ($p = 0.001$) ข่ากับขมิ้น ($p < 0.001$) ขิงกับขมิ้น ($p < 0.001$) และกระชายกับขมิ้น ($p < 0.001$) (Table 3)

Table 1 The iodine concentration of vegetables growing at Ban Kongklang and Ban Nongwang, Borabue sub-district, Borabue district, Mahasarakham province

Type of vegetables	Number	Iodine concentration ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		
		Range	Mean \pm S.D.	Median
Leaves vegetables				
Hairy basil	14	3.84-61.35	21.16 \pm 16.51	15.78
Green shallot	13	11.20-60.92	24.13 \pm 14.73	18.42
Sweet basil	13	7.03-39.26	15.42 \pm 8.12	14.67
Holy basil	14	6.76-39.26	18.73 \pm 10.68	13.84
Kitchen mint	13	4.81-48.00	18.19 \pm 12.37	12.59
n= 67 Mean \pm S.D. = 19.54 \pm 12.81 Median= 15.09				
Fruits vegetables				
Chilli peppers	14	4.67-25.07	13.62 \pm 6.98	14.87
Lime	13	8.02-26.32	17.25 \pm 5.86	15.92
Papaya	13	9.27-24.67	15.88 \pm 4.35	15.92
Tomato	13	4.39-14.53	8.82 \pm 2.76	7.59
Yellow berried nightshade	14	5.92-29.27	13.87 \pm 7.39	11.97
n= 67 Mean S.D. = 13.89 \pm 6.29 Median= 12.59				
Roots vegetables				
Lemon grass	14	4.67-21.76	13.26 \pm 6.05	12.59
Galanga	13	2.57-21.09	12.46 \pm 6.40	15.23
Ginger	13	4.57-17.59	9.61 \pm 4.59	8.63
Kaempfer	13	4.27-19.67	9.95 \pm 4.55	8.84
Turmaric	13	10.07-27.57	20.27 \pm 4.71	20.52
n= 66 Mean \pm S.D. = 13.12 \pm 6.45 Median= 12.59				

Table 2 The average difference of iodine concentration in leaves, fruits, and roots vegetables growing at Ban Kongklang and Ban Nongwang, Borabue sub-district, Borabue district, Mahasarakham province.

Type of vegetables	Mean	S.D.	F**	p-value
Leaves vegetables	19.54	12.81	10.01	<0.001 *
Fruits vegetables	13.89	6.29		
Roots vegetables	13.12	6.45		

* significant level $\alpha < 0.05$

** F for One-way ANOVA

Table 3 The average difference of iodine concentration between type of vegetables growing at Ban Kongklang and Ban Nongwang, Borabue sub-district, Borabue district, Mahasarakham province.

Type of vegetables	Type of vegetables	Mean difference	p-value
Leaves vegetables			0.498
Hairy basil	Green shallot	2.97	0.552
Hairy basil	Sweet basil	5.74	0.250
Hairy basil	Holy basil	2.43	0.618
Hairy basil	Kitchen mint	2.97	0.551
Green shallot	Sweet basil	8.71	0.089
Green shallot	Holy basil	5.39	0.280
Green shallot	Kitchen mint	5.94	0.243
Sweet basil	Holy basil	3.31	0.506
Sweet basil	Kitchen mint	2.77	0.584
Holy basil	Kitchen mint	0.54	0.914
Fruits vegetables			0.006*
Chilli peppers	Lime	3.63	0.109
Chilli peppers	Papaya	2.27	0.313
Chilli peppers	Tomato	4.79	0.035 *
Chilli peppers	Yellow berried nightshade	0.26	0.907
Lime	Papaya	1.36	0.551
Lime	Tomato	8.42	<0.001 *
Lime	Yellow berried nightshade	3.37	0.136
Papaya	Tomato	7.06	0.003 *
Papaya	Yellow berried nightshade	2.01	0.371
Tomato	Yellow berried nightshade	5.05	0.027 *
Roots vegetables			<0.001*
Lemon grass	Galanga	0.79	0.701
Lemon grass	Ginger	3.65	0.081
Lemon grass	Kaempfer	3.31	0.112
Lemon grass	Turmaric	7.02	0.001*
Galanga	Ginger	2.86	0.178
Galanga	Kaempfer	2.52	0.234
Galanga	Turmaric	7.81	<0.001*
Ginger	Kaempfer	0.34	0.872
Ginger	Turmaric	10.67	<0.001*
Kaempfer	Turmaric	10.33	<0.001*

* significant level $\alpha < 0.05$

วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าปริมาณไอโอดีนในพืชผักมีค่าระหว่าง 2.57-61.35 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.53 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ต้นหอม รองลงมาคือ แมงลัก ขมิ้น กระเพรา สะระแหน่ มะนาว มะละกอ โหระพา มะเขือเปาะ ตะไคร้ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์ และคณะ¹² ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับความเข้มข้นของไอโอดีนในธรรมชาติ บ้านโนน ตำบลบ้านโนน อำเภอขามสูง จังหวัดขอนแก่น พบว่า ปริมาณไอโอดีนในพืชผักแต่ละชนิดจะมีปริมาณไอโอดีนที่แตกต่างกัน โดยพืชผักที่มีปริมาณของไอโอดีน ระหว่าง 0.92-102.59 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.07 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผักที่มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุดคือ ต้นหอม แมงลัก กุ้ยช่าย กระเจี๊ยบ และมะนาว ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในพืชผักสวนครัวที่ประชาชนปลูกไว้บริโภคเองก็มีสารไอโอดีน โดยแต่ละชนิดก็มีปริมาณแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการบริโภคผักจึงเป็นแหล่งของไอโอดีนอีกแหล่งหนึ่งที่ประชาชนสามารถเข้าถึงได้นอกเหนือไปจากอาหารทะเล จึงควรส่งเสริมให้ประชาชนบริโภคผัก และปลูกผักดังกล่าวเพื่อการบริโภคต่อไป ดังการศึกษาของ Bamidele et al.¹³ ทำการศึกษาหาปริมาณไอโอดีนในผักและผลไม้ในประเทศไนจีเรีย เนื่องจากช่วง 10 ปี ประเทศไนจีเรียมีการบริโภคผักและผลไม้เพิ่มขึ้น โดยทำการวิเคราะห์ผักและผลไม้ จำนวน 6 ชนิด พบว่า กัลยหอม มีปริมาณไอโอดีนมากที่สุด (258.83 \pm 11.43 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ของส่วนที่กินได้) และส้มมีปริมาณไอโอดีนน้อยที่สุด (2.43 \pm 0.01 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ของส่วนที่กินได้) และจากการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนในผัก 20 ชนิด พบว่า ผักโขมมีปริมาณไอโอดีนสูงที่สุด คือ 58.36 \pm 1.88 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ของส่วนที่กินได้ มะนาวมีปริมาณไอโอดีนเท่ากับ 27.38 \pm 2.16 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ของส่วนที่กินได้ และโสมมีปริมาณไอโอดีนต่ำที่สุดคือ 0.49 \pm 0.01 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ของส่วนที่กินได้ จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าผักและผลไม้ที่มีการปลูกและบริโภคในไนจีเรียมีปริมาณไอโอดีนที่เพียงพอที่จะบริโภคตามข้อแนะนำในการบริโภคอาหารประจำวัน จึงได้แนะนำให้มีการบริโภคผักและผลไม้ซึ่งเป็นแหล่งของไอโอดีนที่จะใช้บริโภคในประจำวันต่อไป และการศึกษาของ Fordyce FM¹⁴ ทำการศึกษารายชื่อของไอโอดีนในอาหาร ซึ่งเป็นอาหารที่ประชาชนบริโภคและมีข้อมูลเผยแพร่จากเอกสารตีพิมพ์ต่างๆ พบว่า ผักใบ มีปริมาณไอโอดีน 88.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ผักอื่นๆ (80.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) รัญพืช (56.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$) และ ผลไม้สด (30.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในรัญพืชเป็นแหล่งของไอโอดีนน้อยกว่าผัก และเป็นข้อสังเกตว่าคนที่บริโภคอาหารมังสวิรัต มีค่าเฉลี่ยการได้รับไอโอดีนต่อวัน

คือ 161 $\mu\text{g}/\text{day}$ (จากเอกสารตีพิมพ์จำนวน 84ฉบับ) จึงเป็นข้อสังเกตว่า อาหารมังสวิรัตและผู้รับประทานอาหารมังสวิรัตบ่อยๆ ไม่พบการขาดไอโอดีน

นอกจากนี้ผลการศึกษาค้นคว้านี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนระหว่าง ผักกินใบ ผักกินผล และผักกินหัว พบว่า มีปริมาณไอโอดีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในผักแต่ละชนิด พบว่า ปริมาณไอโอดีนในผักกินใบแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณไอโอดีนในผักกินผลแต่ละชนิด และปริมาณไอโอดีนในผักกินหัวแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.006$ และ $p < 0.001$ ตามลำดับ) จากผลดังกล่าวมีข้อสังเกตว่าผักที่อยู่ในสกุลเดียวกันหรือประเภทเดียวกันก็มีปริมาณไอโอดีนไม่เท่ากัน และผักต่างชนิดกัน (ผักกินใบ ผักกินหัว ผักกินผล) ก็มีปริมาณไอโอดีนไม่เท่ากันด้วย ถึงแม้ว่าจะปลูกในพื้นที่เดียวกันก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับที่ Underwood⁴ ได้กล่าวว่าพืชแต่ละชนิดแม้จะอยู่ในสกุลเดียวกันแต่มีไอโอดีนไม่เท่ากัน และพืชต่างชนิดกันก็สามารถดูดซึมและเก็บรักษาไอโอดีนจากดินไว้ในส่วนต่างๆ ได้แตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณไอโอดีนของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไปด้วย เช่น พืชบางชนิดเก็บสะสมไว้ในราก ในขณะที่พืชชนิดอื่นเก็บสะสมไว้ในส่วนต้นและใบ จึงทำให้ปริมาณไอโอดีนในพืชมีแตกต่างกัน⁵ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพืชดูดธาตุที่จำเป็นจากดินซึ่งเป็นสารประกอบกับไอโอดีนขึ้นไป ไอโอดีนก็จะถูกดูดขึ้นไปด้วย และอาจเนื่องมาจากไอโอดีนในดินอยู่ในรูปของสารประกอบที่ต่างกัน เช่น อยู่ในรูปสารประกอบ iodide หรือ สารประกอบ iodate ซึ่งจะมีผลต่อการดูดซึมและลำเลียงไอโอดีนไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้แตกต่างกัน เพราะพืชบางชนิดจะตอบสนองต่อสารประกอบ iodide ได้ดี ในขณะที่พืชชนิดอื่นจะตอบสนองต่อสารประกอบ iodate ได้ดีกว่า ดังการศึกษาของ Caffagnil et al.⁶ ได้ทำการศึกษาดูดซึมไอโอดีนของพืช โดยพืชแต่ละชนิดมีการดูดซึมไอโอดีนที่ต่างกัน และพบว่าไอโอดีนในมันฝรั่งซึ่งเป็นพืชกินหัวและในมะเขือเทศซึ่งเป็นพืชกินผลมีการดูดซึมธาตุไอโอดีนเข้าสู่เนื้อเยื่อได้มากที่สุด และการศึกษาของ Ujowundu et al.¹⁵ ได้ทำการศึกษาร้อยละของปริมาณแร่ธาตุอินทรีย์และสารไอโอดีนจากผักบางชนิด เครื่องเทศและรัญพืชที่บริโภคในตะวันออกเฉียงใต้ของไนจีเรีย พบว่าปริมาณไอโอดีนในผักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.61 \pm 15.28 $\mu\text{g}/100\text{g}$ โดยในใบประดู่มีปริมาณไอโอดีนสูงสุดคือ 117.66 \pm 3.00 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และในมะเขือเทศมีปริมาณไอโอดีนเท่ากับ 66.06 \pm 5.20 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ซึ่งผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าพืชมีความสามารถในการดูดซับไอโอดีนได้ในเนื้อเยื่อที่แตกต่างกัน และการศึกษาของ Chun-lai hong et

al.¹⁶ ได้ทำการศึกษาการถ่ายโอนสารไอโอดีนจากดินสู่พืชโดยใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) และสาหร่ายทะเลเป็นปุ๋ยเพิ่มเข้าไปในดิน ในเมือง Shenzhen ประเทศจีน แล้วนำมาปลูกผัก 4 ชนิด ได้แก่ ผักกาดขาว ผักกาดหอม มะเขือเทศ และแครอท ซึ่งเป็นประเภทผักกินใบ ผักกินผล และผักกินหัว พบว่าดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยไอโอดีนนั้นผักจะสามารถดูดซึมไอโอดีนได้ประมาณ 0.05 mg/kg ส่วนดินที่มีการเติมปุ๋ยไอโอดีน พบว่าผักสามารถดูดซึมไอโอดีนได้ประมาณ 6 mg/kg และพบว่าผักกาดขาวมีการดูดซึมไอโอดีนได้มากที่สุด เพราะไอโอดีนมีการกระจายในเนื้อเยื่อใบสูง รองลงมาคือผักกาดหอม แครอท ส่วนมะเขือเทศดูดซึมไอโอดีนได้น้อยที่สุด เพราะเนื้อเยื่อผลของมะเขือเทศมีการกระจายตัวของไอโอดีนน้อย และถึงแม้จะมีหลายงานวิจัยได้ทดลองเสริมไอโอดีนในพืชผักด้วยวิธีต่างๆ ก็ยังพบว่าพืชผักแต่ละชนิดสามารถดูดซึมไอโอดีนได้แตกต่างกัน ดังการศึกษาของ สุมาลี พบบ่อเงิน¹⁷ ได้ทำการศึกษาการให้ไอโอดีนทางดินและทางใบแก่พืชผัก พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารไอโอดีนที่ใส่ลงในดินและความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่ฉีดพ่นทางใบมากขึ้นจะทำให้ปริมาณไอโอดีนที่สะสมในผักบ่งจิ้น ผักคะน้า และผักกาดเขียว กวางตุ้งเพิ่มมากขึ้นด้วย และวิธีการเพิ่มปริมาณไอโอดีนในพืชผักโดยการใส่สารไอโอดีนลงในดินทำให้ปริมาณไอโอดีนสะสมในผักบ่งจิ้นและผักคะน้ามากกว่าวิธีการฉีดพ่นสารละลายไอโอดีนทางใบ แต่ยังกับการศึกษาของ ศักดา จงแก้ววัฒนา และคณะ¹⁸ ได้ศึกษาวิธีการเพิ่มไอโอดีนในเมล็ดข้าว โดยการปลูกข้าวด้วยวิธีการใส่โพแทสเซียมไอโอไดด์ อัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ ปริมาณ 0.05 กรัม ละลายในน้ำ 100 มิลลิลิตร ฉีดพ่นสารละลายไอโอดีนทางใบข้าว พบว่าการเพิ่มปริมาณไอโอดีนลงในดินและการฉีดพ่นสารละลายไอโอดีนทางใบ ไม่ทำให้การเจริญเติบโตของข้าวลดลง และไม่สามารถทำให้ปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้น สรุปผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่าปริมาณไอโอดีนในผักแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกันก็ตาม ซึ่งอาจจะขึ้นอยู่กับความสามารถของผักในการดูดซึมไอโอดีนจากดิน น้ำ หรือปุ๋ย ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกผักชนิดที่สามารถดูดซึมไอโอดีนได้สูง เพื่อการบริโภคต่อไป และถึงแม้ปริมาณไอโอดีนที่พบในผักจะมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับอาหารชนิดอื่นๆ แต่ก็ยังเป็นทางเลือกของแหล่งไอโอดีนที่จะบริโภคได้ และประชาชนยังสามารถเข้าถึงพืชผักเหล่านี้ได้ง่าย เพราะผักดังกล่าวเป็นผักพื้นบ้านซึ่งสามารถปลูกไว้บริโภคในครัวเรือนได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้ จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ.2556 และขอขอบคุณ ประชาชนบ้านโคกกกลาง และบ้านหนองแวง ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม และองค์การบริหารส่วนตำบลบรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. 3rd ed. Geneva, World Health Organization, 2007.
2. อุทัย สุขวัญศิริกุล. ไอโอดีน ทุกเรื่องที่คุณต้องรู้. ได้จาก: http://www.buriram1.go.th/index.php?option=com_myblog&show=2010-09-15-06-52-42html&Itemid=150 June 25 2012.
3. Morrison BF. Freed and Feeding. A Handbook for the Student and Stockman. 22nd ed. The Morrison Publishing company. IOWA, USA. 1959:1165 p.
4. Underwood EJ. The Mineral Nutrition of Livestock. 2nd ed. Page Bros (Norwick) Ltd., England, 1966:180 p.
5. Whitehead DC. Uptake and distribution of iodine in grass and clover plants grown in solution culture. [online]. 2006 [cited 2012 March 20]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2740240108/abstract>
6. Caffagnil A., Arru L., Meriggi P., Milc J., Perata P., and Pecchioni N. Iodine fortification plant screening process and accumulation in tomato fruits and potato tubers: Communications in Soil Science and Plant Analysis 2011;42:706–718.
7. Jopke P, Bahadir M, Fleckenstein J, and Schnug E. 1996. Iodine determination in plant materials. Communications in Soil Science and Plant Analysis 1996; 27:741-751.
8. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. นวัตกรรมเพิ่มสารไอโอดีนในห่วงโซ่อาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2552.

9. สุณีรัตน์ ยั่งยืน, ธิดารัตน์ สมดี, อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์, นฤเศรษฐ์ ประเสริฐศรี และ สุวิมล สงกลาง. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาการกระจายความเข้มข้นของไอโอดีนในหมู่บ้านแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา 2556; 8 (2) :56-70.
10. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดมหาสารคาม. สถานการณ์การตรวจสารไอโอดีนในปีสภาวะของหญิงตั้งครรภ์จังหวัดมหาสารคาม, 2553.
11. Moxon RE and Dixon EJ. Semi - automatic Method for Determination of Total Iodine in Food Analyst 1980 ;105 : 344-352.
12. อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์, สุณีรัตน์ ยั่งยืน, ธิดารัตน์ สมดี, นฤเศรษฐ์ ประเสริฐศรี, สุวิมล สงกลาง และฉันทนา เวชโอสถศักดิ์. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับความเข้มข้นของไอโอดีนในธรรมชาติ บ้านโนน ตำบลบ้านโนน อำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น นำเสนอแบบ Oral presentation ในการประชุมวิชาการ 5th International Conference on healthGIS-2013 21-23 August 2013, Thailand.
13. Bamidele A. Salau, Emmanuel O. Ajani, Michael O. Soladoye and Bisuga Nurudeen A. Evaluation of iodine content of some selected fruits and vegetables in Nigeria. Academic Journals 2011 ; 1684–5315.
14. Fordyce FM. Database of the iodine content of food and diets populated with data from published literature. British Geological Survey Commissioned Report, CR/03/84N. 2003.50pp.
15. Ujowundu CO, Kalu FN, Nwosunjoku EC, Nwaogukpe RN, Okechukwu RI, Igwe KO. Iodine and inorganic mineral contents of some vegetables, spices and grains consumed in Southeastern Nigeria, African Journal of Biochemistry Research. February 2011; 57-64.
16. Chun-Lai Hong, Huan-Xin Weng, Ya-Chao Qin¹, Ai-Lan Yan, Ling-Li Xie. Transfer of iodine from soil to vegetables by applying exogenous iodine. Agronomy for Sustainable Development. 2008; 575–583.
17. สุมาลี พบบ่อเงิน. ผลของการให้ไอโอดีนทางดินและทางใบในระดับความเข้มข้นต่างๆต่อปริมาณไอโอดีนสะสมและการเจริญเติบโตของพืชผัก. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2551.
18. ศักดา จงแก้ววัฒนา, วรณา ตูลยธัญ, ศักดา พริ้งลำภู และอานันท์ ผลวัฒน์. การเพิ่มคุณภาพการสีโดยการใช้อุณหภูมิบางชนิดและการเสริมธาตุไอโอดีนสังกะสี และเหล็ก ในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์แป้งข้าว 2546. ได้จาก: http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG4320013 July 2 2012.