ผลของการฉีดพ่นไอโอไดด์และไอโอเดตต่อผลผลิตและการสะสมไอโอดีนในผักกาดหอม

Effects of iodide and iodatefoliar application on yield and iodine uptake of lettuce

วาสนา พิทักษ์พล[1*], เบญจมาภรณ์ จิตอารีย์[1] และ กานต์พิชชา ปัญญา[1]

Wasna Pithakpol[1*], Benjamaporn Jitaree[1] and Kanpitcha Panya[1]

บทคัดย่อ: การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มไอโอดีนในผักกาดหอมโดยใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0,25, 50, 100, 200 และ400 mg/l ฉีดพ่นลงบนใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์สัปดาห์ละครั้งจำนวน 4 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ทำการบันทึกผลการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณไอโอดีน ผลการศึกษาพบว่าการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตทุกระดับความเข้มข้นทำให้ปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเนื้อเยื่อผักกาดหอมมากกว่าชุดควบคุม ($P<0.05$) แต่สารละลายโพแทสเซียมไอโอเดตและโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 200 mg/l ขึ้นไป มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมลดลงโดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตให้กับผักกาดหอมที่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตและปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเนื้อเยื่อมากที่สุดคือที่ระดับความเข้มข้น 100 mg/l

คำสำคัญ: ไอโอไดด์ ไอโอเดต ผักกาดหอม ผลผลิต การสะสมไอโอดีน

ABSTRACT: The aim of this research was to increase the iodine level in lettuce by spraying with two forms of iodine including potassium iodide (KI) and potassium iodate (KIO_3) using six different concentrations including 0, 25, 50, 100, 200 and 400 mg/l. Lettuce grown in hydroponic system were foliar sprayed once a week for four times during growing period until harvest. Growth, yield and iodine accumulation were determined. The results showed that foliar application of KI and KIO_3 solutions significantly increased iodine accumulation in lettuce when compared to the control group ($P<0.05$). However, increased concentration of KI and KIO_3 more than 200 mg/l. significantly reduced growth and yield of lettuce. The most suitable concentration of the potassium iodide and potassium iodate for spraying lettuce was 100 mg/l. which resulting in growth, yield and iodine accumulation of lettuce.

Keywords: Iodide, iodate, lettuce, yield, iodine accumulation

[1] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา 56000
School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao 56000, Thailand

* Corresponding author: wasnan@yahoo.com

บทนำ

ไอโอดีนเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อทุกเพศ ทุกวัย โดยเฉพาะกลุ่มหญิงตั้งครรภ์และเด็กเล็ก เพราะมีความสำคัญต่อพัฒนาการทางสมองและระบบประสาทของเด็กในครรภ์ หากหญิงตั้งครรภ์ขาดสารไอโอดีนอาจทำให้เกิดการแท้งลูก หรือเด็กทารกเกิดพิการแต่กำเนิด เด็กมักจะปัญญาอ่อน เป็นใบ้ มีปัญหาไอคิวต่ำ เฉื่อยชา กล้ามเนื้ออ่อนแรง ช่วยตัวเองไม่ได้ ที่เรียกว่าโรคเอ๋อ (ไพศาล, 2554) นอกจากนี้ไอโอดีนยังจำเป็นต่อการสร้างฮอร์โมนไทรอกซินในต่อมไทรอยด์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเจริบเติบโตของสมอง ประสาทและเนื้อเยื่อของร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับสารไอโอดีนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ก็จะทำให้ต่อมไทรอยด์โตขึ้น เรียกว่า คอพอก (simple goiter) ส่งผลให้สมองทึบ เหนื่อยง่าย และร่างกายเจริญเติบโตช้า (สุภาวดี, 2533)

โรคคอพอก รวมถึงโรคขาดสารไอโอดีน (iodine deficiency disorders; IDD) ยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขของโลก ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย (ภักดี, 2545) โดยมีผู้ที่อยู่ในภาวะขาดไอโอดีนอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ จากการตรวจวัดระดับสารไอโอดีนในปัสสาวะของหญิงที่ตั้งครรภ์ พบว่ามีปัญหาการขาดสารไอโอดีนถึงร้อยละ 49.4 (ณรงค์ศักดิ์, 2550)และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2552 ทั่วประเทศทั้ง 76 จังหวัด มีเด็กแรกเกิดประมาณปีละ 8 แสนคน อยู่ในภาวะขาดสารไอโอดีนทุกจังหวัด มีค่าเฉลี่ยที่อยู่ในภาวะขาดสารไอโอดีนมากถึงร้อยละ 15.99 ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด ภาวะขาดไอโอดีนของทารกแรกเกิดนั้นจะต้องไม่เกินร้อยละ 3 แสดงว่าขณะนี้เด็กไทยมีภาวะขาดสารไอโอดีนสูงเกินมาตรฐานถึง 5 เท่า (วิยะดา, 2553) ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากภาวะโภชนาการของมารดาทารกแรกเกิดการอพยพเคลื่อนย้ายของประชาชนในแต่ละท้องถิ่นวัฒนธรรมการบริโภคอาหารและความเชื่อในการบริโภคอาหารของแต่ละท้องถิ่นอาจรวมถึงภาวะทางพันธุกรรมที่มีอยู่ในมารดาทารกแรกเกิด และยังมีพื้นที่ที่ห่างไกลจากทะเลจึงไม่สามารถนำอาหารทะเลมาบริโภคได้ โดยทั่วไปผู้ใหญ่ต้องการไอโอดีนวันละประมาณ 150 µg (พงษ์สันติ์, 2551) ซึ่งในการบริโภคเกลือไอโอดีนโดยเฉลี่ย 2 g จะได้รับไอโอดีนวันละ 60 µg จึงจะเพียงพอต่อการป้องกันการเกิดโรคคอพอกได้ (เสาวนีย์, 2532) แต่ถ้ารับประทานเกินประมาณวันละ 2,000 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดโรคคอหอยพอกเป็นพิษ (hyperthyroidism; Grave's disease) หรือการบริโภคโดยตรงในครั้งเดียวประมาณ 2 g จะทำให้เกิดอาการปวดท้อง อาเจียน ท้องร่วง ไตวาย หมดสติ และตายได้ (อุดมเกียรติ, 2539) จากปัญหาดังกล่าว จึงควรมีทางเลือกอื่นในการส่งเสริมให้ผู้บริโภคได้รับธาตุอาหารไอโอดีน นอกเหนือจากการใช้เกลือเสริมไอโอดีน เช่น การผลิตผักเสริมไอโอดีน เนื่องจากบางคนแพ้อาหารทะเล หรือการใส่เกลือหรือน้ำปลาในอาหารปริมาณมาก อาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งได้มีการศึกษาการเสริมไอโอดีนในรูปไอโอไดด์และไอโอเดตในพืชบางชนิด เช่น ข้าว ผักปวยเล้ง ผักกาดกวางตุ้ง ผักบุ้งจีน ผักคะน้า และผักกาดหอมบัตเตอร์เฮต(เยาวพา และนภาพร, 2550; พงษ์สันติ์, 2551; กานต์พิชชา และวาสนา, 2553; กานต์พิชชา และ คณะ 2553; วาสนาและกานต์พิชชา, 2555 และ Mackowiak and Groossl, 1999) พงษ์สันติ์ (2551) ศึกษาการฉีดพ่นสารละลายไอโอดีนทางใบผักคะน้าและผักบุ้งโดยผสมสารละลายไอโอดีนให้มีระดับความเข้มข้น 5.0 mg/l แล้วพ่นที่ใบให้เปียกชุ่มทั่วตลอดใบทั้งด้านบนและด้านล่างของใบ โดยฉีดพ่นครั้งที่ 1 ก่อนเก็บเกี่ยว 10-15 วันครั้งที่ 2 ก่อนเก็บเกี่ยว 5-7 วัน พบว่าปริมาณไอโอดีนที่สะสมในผักคะน้าและผักบุ้งจากการพ่นทางใบของผักบุ้งมีค่ามากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของไอโอดีน 5.0 mg/l มีปริมาณไอโอดีนสะสมเท่ากับ 512.51 µg /100 กรัมน้ำหนักสด ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอม ซึ่งเป็นผักที่คนไทยนิยมบริโภค การเสริมไอโอดีนในผักกาดหอมนอกจากจะเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางการค้าของผลผลิตได้อีกด้วย

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาผลของไอโอดีน 2 ชนิดคือไอโอไดด์และไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่อผลผลิตและการสะสมไอโอดีนในเนื้อเยื่อพืชของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยใช้ไอโอดีนในรูปของไอโอไดด์และไอโอเดตจากโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) กำหนดให้ระดับความเข้มข้นที่ 0 µm เป็นชุดควบคุม ทำการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ลงบนใบผักกาดหอม ที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ให้ทั่วทั้งใบโดยทำการฉีดพ่นสารละลายไอโอดีนทั้งหมด 4 ครั้งสัปดาห์ละ 1 ครั้งตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ทำการทดลอง ณ ส่วนงานปฏิบัติการสาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ทำการบันทึกข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น และความกว้างทรงพุ่ม โดยทำการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ตลอดอายุการเจริญเติบโต และข้อมูลผลผลิตและปริมาณไอโอดีน ได้แก่น้ำหนักสดต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไอโอดีนที่สะสมในใบด้วยการวิเคราะห์ไอโอดีนแบบ Macro Scale โดยวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในส่วนของใบผักกาดหอม โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนด้วยวิธี Spectrophotometry และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณไอโอดีนในตัวอย่าง จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษา

การเจริญเติบโตและความกว้างทรงพุ่ม

การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และไอโอไดด์บนใบของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ พบว่าผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตตามปกติโดยมีความสูงและความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 25-200 mg/L ทำให้ต้นผักกาดหอมมีความสูงมากกว่าผักกาดหอมในชุดควบคุม ($P<0.05$) และการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดต 400 mg/l ทำให้ต้นผักกาดหอมมีความสูงลดลงโดยที่การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความสูงเพิ่มขึ้นมากที่สุดโดยมีความสูงของต้นในสัปดาห์ที่ 4 หลังย้ายปลูกเท่ากับ38.67 และ 41.57 ซม. ตามลำดับในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นมีค่าเท่ากับ 34.40 ซม. (**Figure 1A**) สำหรับความกว้างทรงพุ่มพบว่าการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 25-50 mg/l ทำให้ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของผักกาดหอมในสัปดาห์ที่ 4 มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าอยู่ระหว่างเท่ากับ 37.07-37.87ซม. แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 36.13 ซม. ($P>0.05$) (**Figure 1B**)

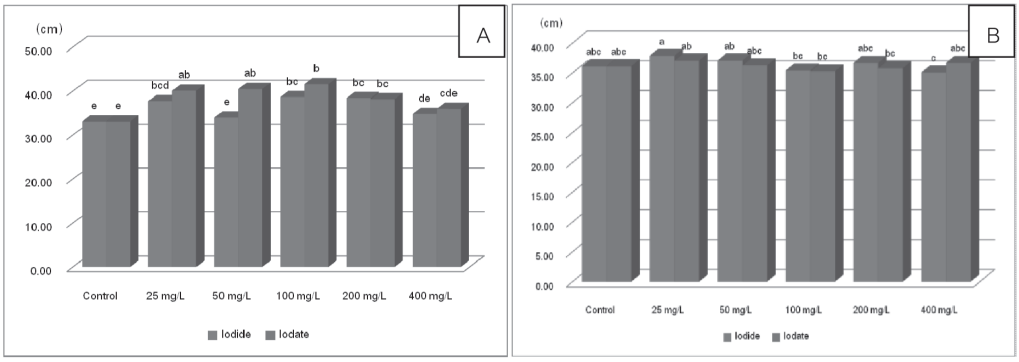

Figure 1 Effect of KI and KIO_3 foliar application on plant height (A) and plant canopy (B) of lettuce grown in hydroponic system

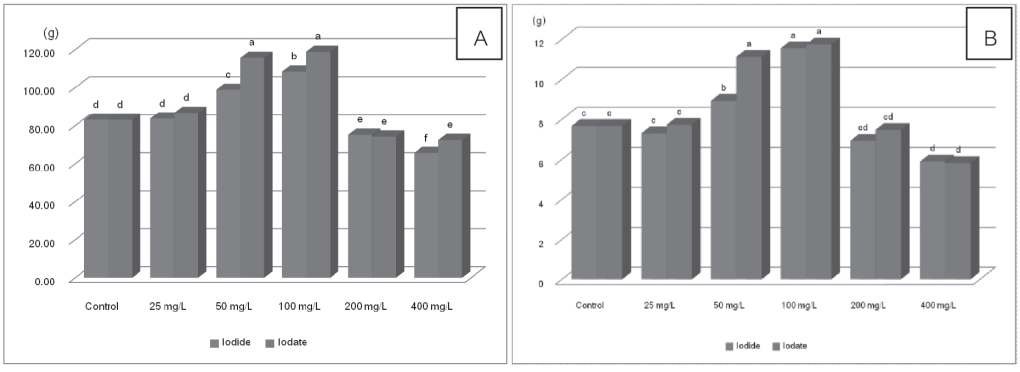

Figure 2 Effect of KI and KIO_3 foliar application on fresh weight of stem (A) and root (B) of lettuce grown in hydroponic system.

น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดของราก

การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และไอโอไดด์บนใบของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ พบว่าการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 50-100 mg/l ทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดต้นและรากเพิ่มขึ้นมากกว่าผักกาดหอมในชุดควบคุม ($P<0.05$) และการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 200 mg/l ขึ้นไปพบว่าทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักลดลง โดยที่การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 100 mg/l ทำให้น้ำหนักสดของต้นและรากผักกาดหอมเพิ่มขึ้นมากที่สุดโดยมีน้ำหนักสดของต้นค่าเท่ากับ 108.36 และ 118.79 กรัม/ต้น ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นมีค่าเท่ากับ 83.07 กรัม/ต้น และมีน้ำหนักสดของรากค่าเท่ากับ 11.54 และ 11.73 กรัม/ต้น ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นมีค่าเท่ากับ 7.66 กรัม/ต้น (**Figure 2A-B**)

ปริมาณไอโอดีนที่สะสม

การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และไอโอเดตทุกระดับความเข้มข้น มีแนวโน้มทำให้ปริมาณไอโอดีนที่สะสมในส่วนของเนื้อเยื่อผักกาดหอมมีค่ามากกว่าชุดควบคุม ($P<0.05$)โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 23.09-36.93 % เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยที่การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้น 25 mg/l ขึ้นไปทำให้มีปริมาณไอโอดีนสะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 35.56- 39.56 µg/ 100 กรัมน้ำหนักสด ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 28.89 µg/ 100 กรัมน้ำหนักสด (**Table 1**)

Table 1 Effect of KI and KIO_3 foliar application on iodine contentand iodine increasing of lettuce grown in hydroponic system.

Concentration (mg/l)	Iodine content (µg /100 g.F.Wt.)		Iodine increasing (%)	
	KI	KIO_3	KI	KIO_3
0	28. 89 [b1/]	28.89 [b]	0.00	0.00
25	39.56 [a]	38.22 [a]	36.93	32.29
50	36.23 [a]	35.56 [a]	25.41	23.09
100	38.23 [a]	36.89 [a]	32.33	27.69
200	38.89 [a]	36.89 [a]	34.61	27.69
400	37.59 [a]	37.56 [a]	30.11	30.01
t-test	*	*	NS	NS

[1/]Means in the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05 by DMRT.

* Significant at P<0.05

NS Non significant

สรุปและวิจารณ์

การศึกษาการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการสะสมไอโอดีนของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่าการฉีดพ่นสารละลายไอโอไดด์ที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง โดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 200 mg/l ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าการฉีดพ่นฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้นสูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต โดยทำให้ความสูงของลำต้นและความยาวรากของผักกาดหอมลดลง รวมทั้งทำให้น้ำหนักสดของต้นและรากลดลง ซึ่งสอดคล้องกับนภดล (2538) และ เยาวพาและนภาพร (2550) และกานต์พิชชาและวาสนา (2553) ที่รายงานว่า ถ้าพืชดูดซึมไอโอดีนเข้าสู่ต้นมากเกินไปจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และสนับสนุนผลการทดลองของ Zhu et al. (2003) ที่พบว่าการเติมไอโอไดด์ที่ความเข้มข้น10 µM หรือมากกว่ามีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากปวยเล้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเนื้อเยื่อของผักกาดหอมพบว่า การฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเนื้อเยื่อพืชเพิ่มมากขึ้นโดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดต 25 mg/l จะมีปริมาณไอโอดีนสะสมมากที่สุดและมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมโดยปริมาณไอโอดีนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุมคิดเป็น 39.93 และ32.29% ตามลำดับ ผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของกานต์พิชชาและวาสนา (2553) และพงษ์สันติ์ (2551) ซึ่งได้ศึกษาการฉีดพ่นสารละลายไอโอดีนทางใบผักคะน้าและผักบุ้ง พบว่าปริมาณไอโอดีนที่สะสมในผักคะน้าและผักบุ้งมีค่ามากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของไอโอดีน 5.0 mg/l จากการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอเดตให้กับผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ที่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตและปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเนื้อเยื่อมากที่สุดคือที่ระดับความเข้มข้น 100 mg/l

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและมหาวิทยาลัยพะเยาที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และส่วนงานปฏิบัติการสาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กานต์พิชชา ปัญญา และวาสนา พิทักษ์พล. 2553. ผลของไอโอไดด์และไอโอเดตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. ใน : การประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 8. วันที่ 30 – 31 กรกฎาคม 2553. มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก.

กานต์พิชชา ปัญญา วาสนา พิทักษ์พล และบุญร่วม คิดค้า. 2553. ผลของไอโอไดด์ต่อการเจริญเติบโตและ ผลผลิตในผักกาดหอมบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. น. 49-54. ใน: การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์เกษตร วิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 2 วันที่ 25 สิงหาคม 2553. มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา.

กานต์พิชชา ปัญญา, บุญร่วม คิดค้า และวาสนา พิทักษ์พล. 2555. ผลของไอโอเดตต่อผลผลิตและการสะสมไอโอดีนของผักกาดฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์. ใน: การประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2555มหาวิทยาลัยพะเยา: อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

ณรงค์ศักดิ์ อังคะสุวพลา. 2550. อนามัยเตือนขาดไอโอดีน1ช้อนชา ต้นเหตุเอ๋อ-แท้งง่าย-เซ็กซ์เสื่อม. หนังสือพิมพ์มติชน.แหล่งข้อมูล www.giggog.com/social /cat2/news7009/. ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2555.

ภักดี โพธิศิริ. 2545. สภาพปัญหาการขาดสารไอโอดีนของคนไทยและการแก้ไขโดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. น. 46-83.

นภดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. ผลของการเสริมไอโอดีนต่อคุณภาพการสีข้าวและคุณสมบัติทางเคมี กายภาพของเมล็ดข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พงษ์สันติ์ สีจันทร์. 2551. การเพิ่มสารไอโอดีนในห่วงโซ่อาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

ไพศาล ลิ้นสถิต. 2554. ชี้ทิศ รู้สิทธิ. สารไอโอดีน. นิตยสารหมอชาวบ้าน 3.

เยาวพา จิระเกียรติกุล และนภาพร ยังวิเศษ. 2550. อิทธิพลของไอโอดีนต่อการเจริญเติบโตและการสะสมในผักโดยการปลูกในสารละลายธาตุอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วาสนา พิทักษ์พล และกานต์พิชชา ปัญญา. 2555. ผลของการฉีดพ่นไอโอไดด์ต่อผลผลิตและการสะสมไอโอดีนในผักคะน้าและผักกาดฮ่องเต้. แก่นเกษตร. 40: 437-442.

วิยะดา เจริญศิริวัฒน์. 2553. โง่-เอ๋อ-ปัญญาอ่อน ประเทศนี้. วิกฤติยิ่ง. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2553

สุภาวดี เมืองพรม. 2533. ผลการรณรงค์โรคคอพอก เด็กนักเรียนโรงเรียนบ้านย่างดู่ ตำบลท่าปลา จังหวัดอุตรดิถต์. สำนักบัณฑิตอาสาสมัคร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2532. หลักโภชนาการปัจจุบัน. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

อุดมเกียรติ พรรธนประเทศ. 2539. สารไอโอดีน : Iodine. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 38: 59-68.

Mackowiak C.L. and P.R. Grossl. 1999. Iodate and iodine effect on iodine uptake and partition in rice (*Oryza sativa* L.) grown in solution culture. Plant Soil. 212:135-143.

Zhu, Y.G., Y.Z. Huang, Y. Hu and Y.X. Liu. 2003, Iodine uptake by spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants grown in solution culture: effects of iodine species and solution concentrations. Environ. Int. 29: 33-37.