

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original article

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภค ผลิตภัณฑ์สาหร่ายที่ปนเปื้อนสารหนู

วารางคณา วิเศษมณี ลี ปร.ด.*

สุนารี บำรุงจิตร ส.บ.**

นิรมล ชะมาเพชร ส.บ.***

* คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

** โรงพยาบาลนครนายก จังหวัดนครนายก

*** คลินิกหมอชุมชน บางศรีเมือง จังหวัดนนทบุรี

ติดต่อผู้เขียน: วารางคณา วิเศษมณี ลี Email: varangkana_v@yahoo.com

วันรับ:	25 มี.ค. 2567
วันแก้ไข:	13 พ.ย. 2567
วันตอบรับ:	27 พ.ย. 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งแล้วนำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งที่มีการปนเปื้อนสารหนู ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้อง โดยผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งที่ทำการสำรวจมีทั้งหมด 29 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทาน สาหร่ายห่อซูชิ และสาหร่ายแห้งประกอบอาหาร และทำการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูด้วยเครื่อง ICP-OES (inductively coupled plasma-optical emission spectrometer) ผลการสำรวจพบปริมาณการปนเปื้อนสารหนูอยู่ในช่วง 0.19 ± 0.06 – 3.02 ± 0.62 มก./กก. ตามลำดับ โดยพบสารหนู มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) และ ฉบับที่ 273 (พ.ศ. 2546) จำนวน 3 ตัวอย่าง ใน 29 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10.34 นอกจากนี้ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคสาหร่ายแห้งที่มีการปนเปื้อนสารหนู พบว่า อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพภายใต้กรอบการประเมินที่กำหนดทั้งในกลุ่มเด็กและผู้ใหญ่

คำสำคัญ: สารหนู; การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ; สาหร่ายแห้ง

บทนำ

สาหร่ายเป็นแหล่งของโปรตีนคล้ายเนื้อสัตว์ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นสาหร่ายปรุงรสชนิดบรรจุซอง และเพื่อเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีโปรตีนระหว่าง 10–40 กรัมต่อสาหร่าย 100 กรัม⁽¹⁾ ซึ่งจัดได้ว่าสาหร่ายทะเลแห้งชนิดแผ่นสามารถเป็นแหล่งที่ดีของโปรตีน นอกจากนี้สาหร่ายทะเลจัดเป็นพืชที่เป็นแหล่งของไอโอดีนที่ดี แต่

ปริมาณไอโอดีนมักจะแตกต่างกัน ตามแหล่งผลิตที่ต่างกัน

แหล่งผลิตสาหร่าย อาจมาจากแหล่งธรรมชาติโดยตรง หรือมาจากการเพาะเลี้ยง ซึ่งการปนเปื้อนของสารพิษต่างๆในสาหร่าย ส่วนใหญ่มาจากการปนเปื้อนของน้ำที่สาหร่ายเจริญเติบโตไม่ว่าจะเป็นการเพาะเลี้ยง หรือการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ ประกอบกับสาหร่ายมีลักษณะของเซลล์ที่สามารถดูดซับสารต่างๆได้ดี ดังนั้น

น้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพและการปนเปื้อนสารพิษในสาหร่าย โดยพบว่า พื้นที่เพาะเลี้ยงที่อยู่ใกล้แหล่งปนเปื้อน เช่น โรงงานอุตสาหกรรม หรือแหล่งชุมชนจะทำให้มีสารพิษสะสมในสาหร่ายได้ เมื่อบริโภคเข้าไปเป็นประจำแล้วอาจจะทำให้เป็นอันตรายได้

สาหร่าย (อาร์เซนิก หรือ As) จัดเป็นธาตุกึ่งโลหะชนิดหนึ่งมีการนำมาใช้หลากหลาย ไม่เพียงแต่การใช้เพื่ออุตสาหกรรมบางประเภท เช่น เซมิคอนดักเตอร์ หรือ ยารักษาเนื้อไม้ แต่สาหร่ายยังใช้มากในภาคการเกษตร เช่น เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ เช่น ในอาหารสุกร และไก่ เพื่อเร่งการเจริญเติบโต และเป็นส่วนประกอบของยาฆ่าแมลง ดังนั้นจึงเป็นสารพิษที่มีโอกาสปนเปื้อนได้สูงในแหล่งน้ำใช้ในภาคการเกษตร รวมถึงการปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ซึ่งสาหร่ายก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่สำคัญ เช่น ทำให้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร เกิดอาการท้องร่วง อาจจะเป็นเลือด โดยส่วนใหญ่แล้ว พบว่า สาหร่ายเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคอาหาร และน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของสาหร่าย เนื่องจากเกิดการดูดซึมผ่านทางเดินอาหารมากกว่าวิธีอื่น⁽²⁾

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการสนใจศึกษา การปนเปื้อนสารหนูในผลิตภัณฑ์สาหร่าย ทั้งสาหร่ายพร้อมรับประทาน สาหร่ายห่อซูชิ และสาหร่ายประกอบอาหาร ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าในกระบวนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายแปรรูปเหล่านี้ อาจมีการปนเปื้อนสารหนู แล้วนำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคสาหร่ายแปรรูปที่นับวันจะได้รับความนิยมมากขึ้นต่อไป

วิธีการศึกษา

(1) การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งที่วางจำหน่ายตามตลาดขายส่งและขายปลีก ซึ่งจากการสำรวจพบว่า มีสาหร่ายสำเร็จรูปที่วางจำหน่ายประมาณ 29 ยี่ห้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทานจำนวน 15 ยี่ห้อ สาหร่ายห่อซูชิจำนวน 4 ยี่ห้อ

และสาหร่ายแห้งประกอบอาหารจำนวน 10 ยี่ห้อ ทั้งนี้ในการสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ครอบคลุมตัวอย่างทุกยี่ห้อ โดยการนำตัวอย่างมายังห้องปฏิบัติการพร้อมบรรจุภัณฑ์

(2) วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์สารหนูในตัวอย่างประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) ทำการบันทึกน้ำหนักที่ระบุที่บรรจุภัณฑ์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภค

2.2) นำผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งทั้ง 3 ประเภท ตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักประมาณ 2,000 มิลลิกรัม และบันทึกผล ก่อนนำไปย่อยด้วยกรด

2.3) นำตัวอย่างสาหร่ายแห้งที่ผ่านการชั่งน้ำหนักมาแล้วใส่ขวด Erlenmeyer flask หลังจากนั้นใส่สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 65% ปริมาตรประมาณ 20 มล. ใส่ลงในตัวอย่าง และต้มย่อยบนเตาไฟฟ้าความร้อนประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จนไม่มีตะกอนและเหลือปริมาตรสุดท้ายประมาณ 5 มล. หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 โดยมีการเทสารละลายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 มล. พร้อมกับปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากแร่ธาตุ (deionized water: DI)⁽³⁾ แล้วนำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ด้วย เครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารหนูด้วยเทคนิค ICP-OES (inductively coupled plasma-optical emission spectrometer) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 5100/5110 VDV ICP-OES แล้วนำปริมาณสารหนูในสาหร่ายแต่ละตัวอย่างไปประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

(3) วิธีการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ

การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคสาหร่ายที่ปนเปื้อนสารหนู ประเมินจากปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่าย ร่วมกับอัตราการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่าย โดยเทียบกับน้ำหนักตัวเฉลี่ยของผู้บริโภค โดยคำนวณจากสมการ

Daily Intake (มก./กก./วัน) = $CF \cdot IR / BW$

โดยที่ Daily Intake คือ ปริมาณสารหนูที่เข้าสู่ร่างกาย (มก./กก./วัน)

CF คือ ปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่าย (มก./กก.)

IR คือ อัตราการบริโภคสาหร่ายแห้ง (กก./วัน)

BW คือ น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทยในแต่ละช่วงวัย (กก.)

ตัวแปรสำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคสาหร่ายที่ปนเปื้อนสารหนู ได้แก่

1) IR หน่วยเป็นกิโลกรัม/วัน สำหรับอัตราการบริโภค จะถูกกำหนดจากน้ำหนักที่ระบุบนฉลากผลิตภัณฑ์สาหร่ายในแต่ละชนิด ซึ่งเป็นไปตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สาหร่ายประเภทต่างๆ ในช่วง 0.0027 – 0.125 กิโลกรัมต่อห่อ โดยอนุมานว่าปริมาณการบริโภคต่อครั้งในแต่ละวันเท่ากับปริมาณน้ำหนักของผลิตภัณฑ์หรือกำหนดให้มีการบริโภค 1 ห่อต่อวัน

2) BW หน่วยเป็นกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของคนไทย⁽⁴⁾ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เด็กเล็กทั้งผู้ชายและเด็กผู้หญิง (ช่วงอายุ 3–5 ปี) น้ำหนัก 16.5 กิโลกรัม

กลุ่มที่ 2 เด็กโตทั้งผู้ชายและผู้หญิง (ช่วงอายุ 6–12 ปี) มีน้ำหนักเฉลี่ย 40 และ 34 กิโลกรัม ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ผู้ชาย มีน้ำหนักเฉลี่ย 68.83 กิโลกรัม

กลุ่มที่ 4 ผู้หญิง มีน้ำหนักเฉลี่ย 57.4 กิโลกรัม

โดยผลการประเมินใช้การอธิบายจากค่า HQ หรือ hazard quotient ซึ่งแสดงค่าสัดส่วนของตัวแปรดังนี้

$HQ = \text{Daily intake} / RfD$

โดยที่ Daily intake คือ ปริมาณสารหนูที่เข้าสู่ร่างกาย (มก./กก./วัน)

RfD คือ ปริมาณอ้างอิงของสารหนูที่มนุษย์สามารถรับได้อย่างปลอดภัย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0003 มก./กก./วัน หรือ 0.3 มคก./กก./วัน⁽⁵⁾

ผลการศึกษา

ปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่ายแห้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่ายแห้ง มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง $0.19 \pm 0.06 - 3.02 \pm 0.62$ มก./กก. ดังแสดงในตารางที่ 1 ประเภทสาหร่ายแห้งที่พบการปนเปื้อนสารหนูมากที่สุด คือ 3.02 ± 0.62 มก./กก. อยู่ในกลุ่มสาหร่ายแห้งประกอบอาหารที่นำเข้าจากต่างประเทศ รองลงมาคือ 2.41 ± 0.77 มก./กก. ซึ่งยังอยู่ในกลุ่มสาหร่ายแห้งประกอบอาหารเช่นกัน แต่เป็นสาหร่ายที่มีแหล่งผลิตในประเทศไทย ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่ายแห้ง พบว่า เกินมาตรฐานตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 273 (พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (ฉบับที่ 2) โดยได้กำหนดปริมาณโลหะหนักมากที่สุดที่สามารถตรวจพบได้ในอาหาร การปนเปื้อนในอาหาร ความเป็นพิษ และเกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พบโลหะหนักในอาหาร สำหรับสารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จำนวน 3 ตัวอย่างใน 29 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10.34 ทั้งนี้สารหนูที่ตรวจพบเกินค่ามาตรฐานฯ เป็นสาหร่ายแห้งประกอบอาหารจำนวน 2 ตัวอย่าง ซึ่งทั้งที่ผลิตในประเทศไทย และนำเข้าจากต่างประเทศ และสาหร่ายห่อซูชิ จำนวน 1 ตัวอย่าง เป็นสาหร่ายที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในขณะที่ สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทานทุกตัวอย่างยังมีปริมาณสารหนูอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ ที่กำหนด

ผลการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ

ปริมาณการได้รับสารหนูจากการบริโภคสาหร่ายแห้ง จะใช้ปริมาณสารหนูที่มีการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งซึ่งอยู่ในช่วง $0.19 - 3.02$ มก./กก. (ตารางที่ 1) สำหรับอัตราการบริโภค จะถูกกำหนดจากน้ำหนักที่ระบุบนฉลากผลิตภัณฑ์สาหร่ายในแต่ละชนิด โดยอนุมานว่า

ตารางที่ 1 ปริมาณสารหนูที่ตรวจพบในสาหร่ายแห้ง

ประเภทสาหร่าย	ชื่อตัวอย่าง	แหล่งผลิต	น้ำหนักผลิตภัณฑ์ (ก.)	ปริมาณสารหนู (มก./กก.)
สาหร่ายแห้งประกอบอาหาร	C1	ประเทศไทย	25	2.41±0.77
	C2	ประเทศไทย	12	1.77±0.57
	C3	ประเทศไทย	25	1.35±0.24
	C4	ประเทศไทย	25	1.27±0.01
	C5	ประเทศไทย	25	0.78±0.44
	C6	นำเข้าจากต่างประเทศ	50	3.02±0.62
	C7	นำเข้าจากต่างประเทศ	40	1.32±0.20
	C8	ไม่ปรากฏแหล่งผลิต	40	0.19±0.06
	C9	ไม่ปรากฏแหล่งผลิต	40	1.66±1.29
	C10	ไม่ปรากฏแหล่งผลิต	125	1.19±0.44
สาหร่ายห่อซูชิ	S 1	นำเข้าจากต่างประเทศ	27	2.14±0.70
	S 2	นำเข้าจากต่างประเทศ	21	1.30±0.07
	S 3	ประเทศไทย	28	1.65±1.01
	S 4	นำเข้าจากต่างประเทศ	20	1.98±0.39
สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทาน	E 1	ประเทศไทย	13	0.61±0.35
	E 2	ประเทศไทย	6	0.85±0.26
	E 3	นำเข้าจากต่างประเทศ	33	0.67±0.26
	E 4	ประเทศไทย	20	1.19±0.99
	E 5	ประเทศไทย	32	0.46±0.09
	E 6	ประเทศไทย	30	1.57±0.69
	E 7	ประเทศไทย	5	0.38±0.05
	E 8	นำเข้าจากต่างประเทศ	5	0.81±0.81
	E 9	นำเข้าจากต่างประเทศ	2.7	1.69±1.15
	E 10	ประเทศไทย	50	0.87±0.11
	E 11	ประเทศไทย	48	0.31±0.17
	E 12	ประเทศไทย	5	0.80±0.19
	E 13	ประเทศไทย	72	0.33±0.01
	E 14	ประเทศไทย	50	0.28±0.02
	E 15	นำเข้าจากต่างประเทศ	4.5	0.64±0.16

หมายเหตุ: ** ค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข คือ 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

C หมายถึง สาหร่ายแห้งประกอบอาหาร S หมายถึง สาหร่ายห่อซูชิ E หมายถึง สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทาน

ปริมาณการบริโภคต่อครั้งในแต่ละวันเท่ากับปริมาณน้ำ
หนักของผลิตภัณฑ์ หรือกำหนดให้มีการบริโภค 1 ห่อต่อ
วัน ซึ่งเป็นไปตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สาหร่ายประเภท
ต่างๆในช่วง 0.0027 – 0.125 กิโลกรัมต่อห่อ สำหรับ
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของคนไทย แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กล่าว
คือ กลุ่มที่ 1 เด็กเล็กทั้งผู้ชายและเด็กผู้หญิง (ช่วงอายุ

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายที่ปนเปื้อนสารหนู

3-5 ปี) กลุ่มที่ 2 เด็กโตทั้งผู้ชายและผู้หญิง (ช่วงอายุ 6-12 ปี) สำหรับผู้ใหญ่ (อายุ 15 ปีขึ้นไป) แบ่งเป็นกลุ่มที่ 3 ผู้ชาย และ กลุ่มที่ 4 ผู้หญิง โดยกลุ่มอายุทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ย 16.5, 16.25, 40, 34, 68.83 และ 57.4 กิโลกรัม ตามลำดับ⁽⁴⁾ โดยปริมาณการได้รับสารหนูจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายพบว่า ปริมาณการได้รับสารหนูจากการบริโภคสาหร่ายแห้งในเด็กเล็ก เด็กโต และผู้ใหญ่ โดยตัวอย่างที่มีการตรวจพบสารหนูมากที่สุด คือ สาหร่ายแห้งประกอบอาหาร (C6) เมื่อมีการบริโภคสาหร่ายชนิดนี้ จะทำให้มีปริมาณสารหนูที่เข้าสู่ร่างกายเท่ากับ 0.00914, 0.00928, 0.00377, 0.00444, 0.00219 และ 0.00263 มก./กก./วัน ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่ตรวจพบสารหนูน้อยที่สุด คือ C8 จะทำให้มีปริมาณสารหนูที่เข้าสู่ร่างกายเท่ากับ 0.00047, 0.00048, 0.00019, 0.00023, 0.00011 และ 0.00014 มก./กก./วัน ตามลำดับ

สำหรับการประเมินความเสี่ยง หรือผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งที่มีการปน

เปื้อนสารหนู จากการประเมินสัดส่วนความเสี่ยงระหว่างปริมาณสารหนูที่เข้าสู่ร่างกาย (มก./กก./วัน) (ตารางที่ 2) ต่อปริมาณอ้างอิงของสารหนูที่มนุษย์สามารถรับได้อย่างปลอดภัย คือ 0.0003 มก./กก./วัน (หรือ 0.3 มคก./กก./วัน) โดยผลการประเมินพบว่า ค่า HQ จากการบริโภคสาหร่ายแห้งที่มีการปนเปื้อนสารหนูก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในทุกกลุ่มอายุเป็นส่วนใหญ่โดยมีค่า HQ มากกว่า 1 คิดเป็นร้อยละ 76 ของจำนวนตัวอย่างสาหร่ายที่มีการสำรวจปริมาณสารหนู (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าหากมีการบริโภคสาหร่ายที่มีการปนเปื้อนสารหนูอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริโภคสาหร่ายห่อซูชิในกลุ่มเด็ก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ

วิจารณ์

สาหร่ายแห้งประกอบอาหารและสาหร่ายห่อซูชิมีปริมาณสารปนเปื้อนสูงกว่าสาหร่ายแห้งพร้อมรับประทาน ทั้งจากที่ผลิตในประเทศไทย และนำเข้าจากต่าง

ตารางที่ 2 ปริมาณการได้รับสารหนูจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่าย

ชื่อตัวอย่าง	ปริมาณการได้รับสารหนู (มคก./กก./วัน)					
	เด็กชาย (3-5 ปี)	เด็กหญิง (3-5 ปี)	เด็กชาย (6-12 ปี)	เด็กหญิง (6-12 ปี)	ผู้ใหญ่ (ชาย)	ผู้ใหญ่ (หญิง)
สาหร่ายแห้งประกอบอาหาร	0.47-9.14	0.48-9.28	0.19-3.77	0.23-4.44	0.11-2.19	0.14-2.63
สาหร่ายห่อซูชิ	1.66-3.5	1.69-3.55	0.68-1.44	0.81-1.7	0.4-0.84	0.48-1.01
สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทาน	0.12-2.86	0.12-2.91	0.07-1.18	0.06-1.39	0.03-0.69	0.03-0.82

ตารางที่ 3 ความเสี่ยงจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายแห้งซึ่งมีการปนเปื้อนสารหนู

ชื่อตัวอย่าง	ผลการประเมินความเสี่ยง (HQ)					
	เด็กชาย (3-5 ปี)	เด็กหญิง (3-5 ปี)	เด็กชาย (6-12 ปี)	เด็กหญิง (6-12 ปี)	ผู้ใหญ่ (ชาย)	ผู้ใหญ่ (หญิง)
สาหร่ายแห้งประกอบอาหาร	1.57-30.47	1.60-30.93	0.63-12.57	0.77-14.80	0.37-7.30	0.47-8.67
สาหร่ายห่อซูชิ	5.53-11.67	5.63-11.83	2.27-4.80	2.70-5.67	1.33-2.80	1.60-3.37
สาหร่ายแห้งพร้อมรับประทาน	0.40-4.80	0.40-9.70	0.17-3.93	0.20-4.63	0.10-1.17	0.10-2.73

ประเทศ โดยสาหร่ายแห้งประกอบอาหารเป็นสาหร่ายสำหรับนำมาประกอบอาหารประเภทแกงจืด ซึ่งบางชนิดไม่มีการระบุแหล่งผลิต เป็นลักษณะของการแบ่งจำหน่ายโดยการนำมาบรรจุใหม่ ในขณะที่สาหร่ายห่อซูชิที่พบสารหนูมาก เป็นสาหร่ายที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ สอดคล้องกับผลการศึกษาของภัสรา และประเสริฐ⁽⁶⁾ ที่ทำการศึกษาโลหะหนักในผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเล 32 ตัวอย่าง ปริมาณสารหนูค่อนข้างสูง และ สุขุม⁽⁷⁾ ได้ทำการศึกษาสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่ายทะเลทั้งสาหร่ายห่อข้าวปั้นและสาหร่ายโรยข้าว พบว่า สาหร่ายที่ผลิตจากต่างประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย จีน เกาหลี สิงคโปร์ สเปน ส่งตรวจจำนวน 78 ตัวอย่าง พบสารหนูนินทรีร้อยละ 17 แต่ปริมาณที่ตรวจพบทั้งหมดยังปลอดภัย นอกจากนี้ยังมีรายงานจากสหพันธ์รัฐเยอรมนี ซึ่งได้ทำการศึกษาปริมาณแร่ธาตุต่างๆในสาหร่ายแห้งสีน้ำตาลและสีแดงที่นำเข้าจากประเทศจีน เกาหลีและญี่ปุ่น พบว่าในสาหร่ายสีน้ำตาล โดยเฉพาะ *Hizikia fusiforme* (Hijiki) จะพบว่า มีปริมาณสารหนูสูงมาก (87.7 ± 8.2 มก./กก. น้ำหนักสด)⁽⁸⁾ สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ เป็นการประเมินภายใต้กรอบการประเมินที่กำหนด และเนื่องจากมีการตรวจพบปริมาณสารหนูในสาหร่ายในปริมาณมาก จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากมีการบริโภคในปริมาณที่มากขึ้น ประกอบในกรณีที่น้ำหนักตัวของผู้บริโภคน้อยลง ความเสี่ยงก็จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นจึงควรเพิ่มความระมัดระวังในกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเด็ก เนื่องจากมีน้ำหนักตัวน้อยและมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการบริโภคสาหร่ายสูง จากความนิยมในการบริโภคสาหร่ายในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ และสาหร่ายที่ไม่ได้ระบุแหล่งผลิตอย่างชัดเจน

สรุปผลการวิจัย

(1) สารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่ายแห้ง มีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วง $0.19 \pm 0.06 - 3.02 \pm 0.62$ mg/kg ซึ่งมีจำนวน 3 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบสารหนูเกินค่ามาตรฐาน

ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 273 (พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหาร ที่มีสารปนเปื้อน (ฉบับที่ 2) โดยปริมาณสารหนูที่ตรวจพบมากที่สุด พบว่า ปนเปื้อนอยู่ในสาหร่ายแห้งประกอบอาหาร

(2) การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคสาหร่ายแห้งที่มีการปนเปื้อนสารหนู พบว่า ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพภายใต้กรอบการประเมินที่กำหนดทั้งในกลุ่มเด็กและผู้ใหญ่

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 10 มิ.ย. 2565]. แหล่งข้อมูล: <https://www.stw-groups.com/blog/seaweed-knowledge/>
2. นุชนาถ รังคติก, สุมลธา หนูคาบแก้ว, จุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. เรื่องนำรัฐของผลิตภัณฑ์สาหร่ายที่ไม่ควรมองข้าม. กรุงเทพมหานคร: สถาบันบัณฑิตศึกษาจุฬาภรณ์; 2555.
3. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard method for water and waste water. 14th edition. Washington DC: American Public Health Association; 1975.
4. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. โครงการสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างของคนไทย. Size Thailand [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 30 มิ.ย. 2566]. แหล่งข้อมูล: <http://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2012/20120417-SizeThailand.pdf>
5. US Environmental Protection Agency. Integrated risk information system: IRIS EPA [Internet]. [cited 2023 Jun 30]. Available from: <https://www.epa.gov/iris>
6. ภัสรา ทศนบรรจง, ประเสริฐ หิรัญณรงค์ชัย. โลหะหนักในผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเล [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 30 มิ.ย.

- 2565]. แหล่งข้อมูล: <http://e-library.dmsc.moph.go.th>
7. สุขุม กาญจนพิมาย. การศึกษาสารหนูที่ปนเปื้อนในสาหร่ายทะเลทั้งสาหร่ายห่อข้าวปั้นและสาหร่ายโรยข้าว ที่ผลิตในประเทศและนำเข้า [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 30 มิ.ย. 2565]. แหล่งข้อมูล: https://www.matichonacademy.com/content/health/article_14576
8. Dawczynski C, Schäfer U, Leiterer M, Jahreis G. Nutritional and toxicological importance of macro, trace, and ultra-trace elements in algae food products. *J Agric Food Chem* 2007;55(25):147-5.

Health Risk Assessment from Consumption of Arsenic Contaminated Seaweed Products

Varangkana Visemanee Le, Ph.D.*; ** Sunaree Bumrungjit, B.P.H.**; Niramol Chamapeth, B.P.H.***

* Faculty of Public Health and Environment, Huachiew chalemprakit University; ** Nakhon Nayok Hospital, Nakhon Nayok Povince; *** Morchumchon Clinic, Bangsri-Muaeng, Nonthaburi Province, Thailand

Journal of Health Science of Thailand 2025;34(6):991-7.

Corresponding author: Varangkana Visemanee Le, Email: varangkana_v@yahoo.com

Abstract: The main objective of this study was to assess the concentration of arsenic contamination in dry seaweed products. The data were to be used to assess health risk along with related secondary data. There were altogether 29 samples of dried seaweeds collected, which were divided into 3 groups: (i) finished dry seaweed, (ii) sushi-wrapped seaweed, and (iii) raw dried seaweed. Heavy metals in all samples were analyzed by coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES). The results showed that concentrations of arsenic in the seaweed samples were found to be in the range of 0.19 ± 0.06 – 3.02 ± 0.62 mg/kg; and 10.34% of samples contained arsenic exceeding the standard suggested by the Ministry of Public Health. In addition, risk assessment from seaweed consumption indicated that such products might affect the health of the consumers both in children and adult groups.

Keywords: arsenic; health risk assessment; dried seaweed