บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องปริมาณสารฟอร์มาลินตกค้างในอาหารทะเลสดที่จำหน่ายในตลาดสด เขตเทศบาลนครเชียงใหม่ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการศึกษา ดังนี้

1. การปนเปื้อนฟอร์มาลินในอาหารสด
2. สมบัติและอันตรายจากสารฟอร์มาลิน
3. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับฟอร์มาลิน
4. วิธีการตรวจหาฟอร์มาลิน
5. การวิเคราะห์ฟอร์มาลินด้วยชุดทดสอบฟอร์มาลินในอาหาร
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปนเปื้อนฟอร์มาลินในอาหารสด

รายงานจากประเทศต่างๆ เช่น อังกฤษ อเมริกา ญี่ปุ่นและอิตาลี ว่าในผักผลไม้บางชนิด เนื้อสัตว์บางประเภท โดยเฉพาะสัตว์ทะเล และเห็ดหอมมีปริมาณของสารฟอร์มาลินในธรรมชาติสูง ในรายงานขององค์การอนามัยโลกได้จำแนกอาหารที่มีสารฟอร์มาลินตามในธรรมชาติ โดยจำแนกออกเป็น 5 ประเภทดังนี้คือ ประเภทผลไม้และผัก เห็ดชิตาเกะแห้งพบสารฟอร์มาลินสูงถึง 406.0 ppm รองลงมาพบในลูกแพร์60.0ppm ประเภทเนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อพบสารฟอร์มาลินในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก 20.7 ppm เนื้อหมู 20.0 ppm ประเภทผลิตภัณฑ์จากนมพบสารฟอร์มาลินในนมวัวและเนื้อแข็งในระดับเท่ากันคือน้อยกว่า 3.3 ppm ประเภทอาหารทะเล พบสารฟอร์มาลินตามธรรมชาติในปลาหมึก 1.8 ppm และในกุ้งอยู่ในช่วงระหว่าง 1.0 – 2.4 ppm ประเภทสุดท้ายพบในอาหารประเภทอื่นๆ เช่น เครื่องดื่มแอลกอฮอร์พบสารฟอร์มาลิน 3.8 ppm กาแฟ 4.5 ppmซึ่ง(ตาราง 2.1) สารฟอร์มาลินที่พบในธรรมชาติจะไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย (World Health Organization, 2003) ถึงกระนั้นสารฟอร์มาลินในรูปของสารเคมีถูกนำมาใช้ในอาหารหลายประเภทด้วยความไม่รู้ถึงอันตรายของสารชนิดนี้ได้มีการนำสารดังกล่าวผสมน้ำไปราดใส่อาหารบางชนิด เช่น ปลาทู เนื้อหมู เพื่อป้องกันการเน่าเสีย โดยอาหารเหล่านี้จะถูกแช่สารฟอร์มาลินก่อนนำมาวางขายเพื่อให้มีความสดได้นาน ไม่เน่าเสียเร็ว นอกจากนี้ยังมีการนำสารฟอร์มาลินมาใช้กับผักหลายชนิด โดยเฉพาะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหอม ถั่วฝักยาว แตงกวา หน่อไม้ ยอดมะพร้าวและอื่นๆ โดยอ้างว่าใช้ฆ่าแมลงบนผักได้ดี และยังทำให้ผักสดอยู่ได้นานแถมราคายังถูกกว่าสารพิษฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ดี ฟอร์มาลินที่มีในธรรมชาติ หรือที่มาจากปุ๋ยและสารพิษฆ่าแมลงส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้อยในขณะที่สารฟอร์มาลินที่จงใจฉีดหรือแช่ในผักหรือเนื้อสัตว์นั้น หากใช้ปริมาณมากเกินไปและมีตกค้างย่อมเป็นอันตรายเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค(ชนิพรรณ บุตรยี่, 2551) จากการดำเนินงานโครงการอาหารปลอดภัย (food safety) ซึ่งเป็นการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายรัฐบาล โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2547) ได้ทำการสุ่มตัวอย่างอาหารทั่วประเทศจำนวน 6,384 ตัวอย่างในช่วงระหว่างเดือนเมษายน-เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2546 พบว่ามีการปนเปื้อนสารฟอร์มาลินในอาหาร 234 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.67 โดยการใช้ชุดตรวจสอบระดับการปนเปื้อนสารฟอร์มาลินในอาหารได้เมื่อมีปริมาณ ตั้งแต่ 0.50ppm เป็นต้นไป ซึ่งตัวอย่างที่ตรวจสอบพบผลบวกจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือแดง และใช้เวลาในการตรวจสอบไม่เกิน 5 นาที อย่างไรก็ตาม หากใช้ชุดทดสอบแล้วเกิดผลบวก จะสันนิษฐานได้เพียงว่าอาหารที่ทดสอบนี้น่าจะมีการปนเปื้อนสารฟอร์มาลิน ให้ส่งตัวอย่างอาหารเพื่อตรวจยืนยันทางห้องปฏิบัติการและเพื่อหาปริมาณที่แน่นอน

สมบัติและอันตรายจากสารฟอร์มาลิน

ฟอร์มาลินหมายถึง สารละลายที่ประกอบด้วยแก๊สฟอร์มาลดีไฮด์ประมาณร้อยละ 37 โดยน้ำหนักในน้ำและมีเมทานอลปนอยู่ด้วยประมาณร้อยละ10-15เพื่อป้องกันการกลายเป็นกรดฟอร์มิกลักษณะทั่วไปของฟอร์มาลินเป็นของเหลวใสไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว (ศิริพร วันฟั่น, 2550)การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิส่งผลต่อคุณภาพทางกายภายและคุณภาพทางเคมีของสารฟอร์มาลิน ณ ที่อุณหภูมิต่ำๆ สารละลายฟอร์มาลินจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นของแข็งมีโครงสร้างคล้ายกับ Paraformaldehyde และมีสีขาวขุ่น ณ ที่อุณหภูมิสูงๆ จะเป็นการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเกิดกรดฟอร์มิก อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของสารฟอร์มาลินคือ ปริมาณเมทานอลจากการทดลองที่อุณหภูมิสูงๆจะส่งผลทำให้เมทานอลที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งของสารละลายฟอร์มาลินเกิดระเหยส่งผลให้ระดับความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์เข้มข้นมากขึ้น(Celanese, 2553)

โทษของไอของสารละลายฟอร์มาลินต่อสุขภาพคือทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่อบุทางเดินหายใจสารฟอร์มาลินหากสัมผัสโดนผิวหนังเฉพาะที่จะทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง อักเสบ และอาการพิษหากรับประทานจะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง ปัสสาวะเป็นเลือด ปัสสาวะน้อย เกิดภาวะเป็นกรด ผลเนื่องมาจากฟอร์มาลินถูกเปลี่ยนเป็นกรดฟอร์มิกความรุนแรงของสารฟอร์มาลินในขณะที่เสพเข้าสู่ร่างกายโดยตรงจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ระคายเคืองต่อตาสารฟอร์มาลินเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองและสารเหนี่ยวนำโดยตรงให้เกิดอาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หอบหืดจากการแพ้ (กลุ่มงานพิษวิทยาและสิ่งแวดล้อมสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข,2544) โดยปกติมักใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ พลาสติก สิ่งทอและใช้ในการรักษาผ้าไม่ให้ย่นหรือยับ ในทางการแพทย์ใช้ในความเข้มข้นต่างๆตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไปซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้เป็นหลักเช่น ใช้ฆ่าเชื้อโรค ฆ่าเชื้อราและเป็นน้ำยาดองศพ เป็นต้น สารฟอร์มาลินจะมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมและทางการแพทย์เท่านั้น จะนำมาใส่อาหารเพื่อรักษาสภาพอาหารให้สดไม่ได้ กระทรวงสาธารณสุขจึงกำหนดให้สารละลายฟอร์มาลินเป็นวัตถุห้ามใช้ในอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 151(2536)แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 ผู้ใช้สารนี้กับอาหาร หรือทำให้อาหารนั้นเกิดพิษภัยต่อผู้บริโภค จัดเป็นการผลิต จำหน่ายอาหารไม่บริสุทธิ์ และถ้าสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาตรวจพบการกระทำ ดังกล่าว จะต้องถูกดำเนินการตามกฎหมาย อาจต้องโทษจำคุก ไม่เกิน 2 ปี หรือปรับไม่เกิน 20,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ จะเห็นได้ว่านอกจากจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคแล้ว ถ้านำมาใช้ในทางที่ผิดก็จะมีโทษตามกฎหมายด้วย

การได้รับสารฟอร์มาลินก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมากมายฉะนั้นทาง Health and Human Services (DHHS, 1981) The International Agency for Research on Cancer (IARC, 2004) และ The US Environmental Protection Agency (EPA, 1999)ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้สารฟอร์มาลินเป็นสารก่อมะเร็งทาง Environmental Protection Agency(EPA)จึงกำหนดระดับปริมาณที่รับได้ต่อวัน (acceptable daily intake, ADI) ของสารฟอร์มาลินไว้ที่ 0.2 ppmต่อน้ำหนักตัวส่วนกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยหาปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในช่วงระยะเวลา 10 ปี ได้ผลสรุปว่า หากพบสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลปริมาณ 23 ppm ถือว่ามีการปนเปื้อนสารฟอร์มาลินในอาหาร

อันตรายจากฟอร์มาลิน การได้รับสารนี้ในปริมาณมากจะเกิดอาการเป็นพิษโดยเฉียบพลันซึ่งอาการมีตั้งแต่ปวดท้อง อย่างรุนแรง อาเจียน อุจจาระร่วง หมดสติและตายในที่สุด ถ้าได้รับประมาณ 60-90มิลลิลิตร จะส่งผลให้การทำงานของตับ ไตหัวใจ และสมองเสื่อมลงและก่อให้เกิดอาการปวดแสบปวดร้อนอย่างรุนแรงที่ปากและคอ(Martin H. F., 2010) การสูดดมหรือสัมผัสก๊าซฟอร์มาลินที่ระดับประมาณ 0.1-5 ppm ทำให้แสบตา น้ำตาไหล และระคายเคืองต่อทางเดินหายในส่วนต้น และที่ระดับประมาณ 10-20 ppm จะทำให้เกิดอาการปวดแสบปวดร้อนอย่างรุนแรงที่ปากและคอ พร้อมกับมีอาการไอเมื่อนำสารละลายฟอร์มาลินมาทดลองกับหนูทดลอง พบว่าเมื่อให้สารละลายนี้เข้าไปทางปากในปริมาณ 800 ppm หนูทดลองร้อยละ 50 จะตายไป(สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2553)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับฟอร์มาลิน

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ในความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เป็นกฎหมายที่ใช้ควบคุมเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ซึ่งเป็นวัตถุอันตราย ซึ่งสารฟอร์มาลินจัดเป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 2 คือ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครอง ต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย

ประกาศกระทรวงฉบับที่ 151 (พ.ศ. 2536) เรื่องกำหนดวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร ฟอร์มาลินเป็นสารที่ห้ามใช้ในอาหารโดยเด็ดขาด ผู้ที่ฝ่าฝืนมีโทษจำคุกไม่เกิน 2 ปี หรือปรับไม่เกิน 20,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับแต่ทั้งนี้ World Health Organization(WHO) พบว่าในธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีสารฟอร์มาลินอยู่ตามธรรมชาติในแต่ละชนิดอาหารดังตาราง2.1 (World Health Organization, 2003)

ตารางที่2.1ปริมาณสารฟอร์มาลินที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอาหารและผลิตภัณฑ์ที่ WHO กำหนด

Foods andProducts type	Level (ppm)
Meat and meat products Food type	
Beef	4.6
Pig	5.8 – 20
Sheep	8
Poultry	2.5 – 5.7
Processed meat products (including ham and sausages)	$\leq$ 20.7
Liver paste	$\leq$ 11.9
Seafood Food type	
Cod	4.6 – 34
Shrimp (raw)	1 – 2.4
Squid	1.8
Fish ball	6.8
Crustacean	1 – 98
Bombay-duck	$\leq$ 140

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่2.1 (ต่อ)

Foods andProducts type	Level (ppm)
Dairy products Food type	
Goat's Milk	1
Cow's Milk	$\leq$ 3.3
Cheese	$\leq$ 3.3
Fruits & Vegetables Food type	
Apple	6.3 – 22.3
Apricot	9.5
Banana	16.3
Beetroot	35
Bulb vegetables (e.g. onion)	11.0
Cabbage	5.3
Carrot	6.7 – 10
Cauliflower	26.9
Cucumber	2.3 – 3.7
Grape	22.4
Green Onion	13.3 – 26.3
Kohlrabi	31
Pear	38.7 – 60
Plum	11.2
Potato	19.5
Spinach	3.3 – 7.3
Tomato	5.7 – 13.3
Water-melon	9.2
White Radish	3.7 – 4.4
Shiitake mushroom (dried)	100 – 406
Shiitake mushroom (raw)	6 – 54.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่2.1 (ต่อ)

Foods andProducts type	Level (ppm)
Others Food type	
Alcoholic beverage	0.02 – 3.8
Soft drinks	8.7
Brewed coffee	3.4 – 4.5
Instant coffee	10 – 16
Syrup	<1 – 1.54

วิธีการตรวจหาฟอร์มาลิน

วิธีการสำหรับการตรวจหาฟอร์มาลินมีหลายวิธีแต่มีเพียง 4 วิธีที่สามารถตรวจหาปริมาณสารฟอร์มาลินในปริมาณต่ำดังนี้

1. วิธีมาตรฐาน (AOAC) เป็นวิธีที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารฟอร์มาลินกับ nash's reagent ซึ่งเป็นสารละลายผสมของ acetylaccetone, ammonium acetate และ acetic acid จากปฏิกิริยาดังกล่าวได้ผลิตภัณฑ์คือ diacetyldihydrolutidine ซึ่งมีสีเหลือง ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ต้องมีการอุ่นให้ความร้อน จึงไม่สะดวกสำหรับใช้เป็นวิธีตรวจภาคสนาม สารที่รบกวนการวิเคราะห์นี้คือ acetaldehyde(AOAC, 2003)

2. วิธีของ British Pharmacopoeia (BP) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างสารฟอร์มาลินกับสารเคมี 3 ชนิดซึ่งประกอบไปด้วยphenylhydrazine hydrochloride, potassium hexacyanoferrate และ conc hydrochloric จะให้สีแดงหรือสีชมพูในเวลาที่รวดเร็ว (ภาคผนวก ก) สารที่รบกวนการทดสอบของวิธีนี้คืออะลิฟาติกแอลดีไฮด์ (British Pharmacopoeia, 2009) ทั้งนี้ชุดทดสอบสารฟอร์มาลินในอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ดัดแปลงมาจากวิธีดังกล่าววิธีนี้ยังสามารถประยุกต์หาปริมาณสารฟอร์มาลินด้วยวิธี Spectrophotometry(นพดลวุฒินันติวงศ์, 2548)

3.วิธี HPLC เป็นเทคนิคที่นำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานวิเคราะห์สารทั้งด้านคุณภาพวิเคราะห์และปริมาณวิเคราะห์ เทคนิคนี้นิยมใช้มากขึ้นอย่างรวดเร็วในงานวิเคราะห์ยาในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว มีความเฉพาะเจาะจงสูงและมีความละเอียดมากพอสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณยาในตำรับสูตรต่างๆ ปัจจุบันเครื่อง HPLC มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีราคาถูกลง จึงมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจตั้งแต่ทฤษฎีพื้นฐานของโครมาโทกราฟีของเหลวซึ่งอธิบายถึงกระบวนการแยก เพื่อที่จะสามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลือกวิธีและสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการแยกให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ (ดวงสมร ลิมปิติ, 2545)

4. วิธี Schiff test เป็นปฏิกิริยาของฟอร์มาลินกับ fuchisinและโซเดียมไบซัลไฟต์ (sodiumbisulfite, $NaHSO_3$) ในสะภาวะกรดให้สีชมพู น้ำยาที่เตรียมต้องเก็บในที่เย็นไม่ถูกแสง เป็นสารละลายที่ใช้ทดสอบอัลดีไฮด์ ซึ่งมีความไวมาก การทดสอบนี้เกิดจาก fuchsin (สีชมพู) เมื่อทำปฏิกิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์ในสภาวะกรดจะเปลี่ยนเป็น fuchsin sulfite ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี เมื่อทำปฏิกิริยากับaldehydeจะเกิดสารเชิงซ้อนสีชมพูกับมาตามเดิม(ประดิษฐ์ มีสุข, 2548)

จากวิธีที่ใช้ตรวจหาปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทั้ง 4ที่กล่าวมาข้างต้น วิธีมาตรฐาน (AOAC) ต้องมีการอุ่นให้ความร้อนในขั้นตอนของการวิเคราะห์ จึงไม่สะดวกสำหรับใช้เป็นวิธีตรวจภาคสนาม วิธี HPLC มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สารฟอร์มาลินสูง แต่มีค่าใช้จ่ายต่อตัวอย่างสูงเช่นกัน วิธี Schiff test มีความไวต่อaldehydeสูงมากซึ่งข้อจำกัดคือน้ำยาที่เตรียมต้องเก็บในที่เย็นและไม่ถูกแสงฉะนั้นจึงเลือกวิธีBritish Pharmacopoeiaซึ่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ประยุกต์มาเป็นชุดทดสอบฟอร์มาลินในอาหาร ร่วมกับอาศัยหลัก colorimetric method โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีของชุดทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวกในการตรวจสอบภาคสนาม และเสียค่าใช้จ่ายน้อย

การวิเคราะห์ฟอร์มาลินด้วยชุดทดสอบฟอร์มาลินในอาหาร

ชุดทดสอบสารฟอร์มาลินในอาหาร ใช้ทดสอบอาหารทะเลสด ผักสด หรือเครื่องในสด มักจะมีการนำสารฟอร์มาลินมาแช่อาหารเพื่อให้สดเสมอ แต่สาดังกล่าวเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงได้มี การพัฒนาชุดทดสอบเพื่อตรวจหาการใช้สารฟอร์มาลิน ในผัก ผลไม้ และ อาหารทะเลสด โดยชุดทดสอบสารฟอร์มาลิน 1 กล่องใช้ทดสอบต่อ 1 ตัวอย่าง ภายในกล่องบรรจุสารเคมี 3 ขวด ความไวของชุดทดสอบ ระดับต่ำสุดที่ตรวจได้ 0.5 ppm โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นาน 2 ปี ขั้นตอนการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1.เทน้ำแช่อาหารที่สงสัยลงในขวดสารทดสอบที่ 1 ที่บรรจุด้วย phenyl hydrazine hydrochloride ให้ได้ความสูงของของเหลวประมาณ 1 ใน 3 ของขวด (หากไม่มีน้ำแช่อาหารแต่สงสัยว่าอาหารนั้นจะผ่านการแช่ฟอร์มาลินให้ใช้น้ำสะอาดผ่านอาหารนั้นมาในปริมาณที่พอตรวจได้) ปิดฝาขวดเขย่าจนสารทดสอบในขวดละลายหมด

2.ถ่ายของเหลวจากขวดสารทดสอบที่ 1 ลงขวดสารทดสอบ 2 ที่บรรจุด้วย potassium hexacyanoferrate (III) ปิดฝาขวดและเขย่าเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.ถ่ายของเหลวจากขวดสารทดสอบที่ 2 ลงขวดสารทดสอบที่ 3 ที่บรรจุด้วย hydrochloric acid แล้วรีบปิดฝาขวด แกว่งเบาๆ ให้ของเหลวเข้ากัน สังเกตสีที่เกิดขึ้นถ้ามีสีเกิดขึ้นตั้งแต่สีชมพูจนถึงสีแดง แสดงว่าน้ำนั้นมีฟอร์มาลินผสมอยู่

การใช้ชุดทดสอบนี้ มีข้อจำกัดบางประการใน เช่น หากใช้ชุดทดสอบแล้วเกิดผลบวก จะสรุปได้เพียงว่าน่าสงสัยว่าจะมีการใช้ฟอร์มาลินและต้องส่งตรวจยืนยันทางห้องปฏิบัติการเพื่อหาปริมาณก่อนจึงจะสามารถสรุปได้แน่นอนแล้วดำเนินคดีได้ เพราะในธรรมชาติจะตรวจพบสารฟอร์มาลินในพืชและสัตว์ได้จำนวนเล็กน้อย ส่วนในกรณีที่ตรวจพบผลลบจากชิ้นเนื้ออาหารที่นำมาล้างน้ำแล้วนำส่วนของน้ำมาตรวจสอบควรสังเกตว่าอาหารนั้นมีกลิ่นที่น่าสงสัยว่าจะมีฟอร์มาลินปนเปื้อนหรือไม่ หากมีกลิ่นควรส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการด้วย(ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่, 2553)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุธิตา ตั้นสุวรรณ และเกษม ตั้นสุวรรณ (2548) ได้ศึกษาการหาปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลโดยวิธีสเปกโทรเมตรี มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลสดกับอาหารทะเลปรุงสุก (ต้ม) ในอาหารทะเล 10 ชนิด จากตลาดทรัพย์สิน ตลาดรถไฟ และตลาดวันเสาร์เยื้องมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลสดและอาหารทะเลปรุงสุก (ต้ม) ที่ค่าเท่ากับ 0.1587 และ 0.1018 ppm ตามลำดับแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลปรุงสุกมีปริมาณสารฟอร์มาลินน้อยกว่าอาหารทะเลสดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะเมื่อนำอาหารทะเลมาปรุงให้สุกโดยวิธีต้มจะทำให้ปริมาณสารฟอร์มาลินที่มีอยู่ในอาหารทะเลบางส่วนละลายออกมาอยู่ในน้ำต้ม และบางส่วนระเหยไปขณะที่ได้รับความร้อน

ดุษฎี ตันหัน และคณะ (2550) สำรวจปริมาณฟอร์มาลินในเนื้อปลาสดที่วางจำหน่ายในตลาดสดในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าปริมาณฟอร์มาลินในเนื้อปลาทู ปลาลัง และปลาอินทรีย์ พบในปริมาณต่ำสุด (ต่ำกว่า 1ppm) ส่วนปลาจะละเม็ดขาวมีปริมาณที่วิเคราะห์ได้ 1.506 ppm ค่าความเข้มข้นสารฟอร์มาลินที่วิเคราะห์ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ตามชนิดของปลา ส่วนปลาลังสดเมื่อเก็บไว้ในสภาพแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 °C เป็นเวลา 6 เดือน ตรวจพบฟอร์มาลินสูงขึ้นเล็กน้อย จาก 0.5 ppm เป็น 1.4 ppm ต่างกับปลาปากคมซึ่งตรวจพบว่ามีการสร้างฟอร์มาลินตามธรรมชาติได้ดี ค่าฟอร์มาลินจาก 16.8 ppm เพิ่มเป็น 42.5 ppm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ธัญญารักษ์ นาคยา (2551) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลสดในตลาดสด อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี โดยทำการเก็บตัวอย่างอาหารทะเลสด ได้แก่ กุ้งและปลาหมึก จากร้านค้าจำนวน 6 ร้าน ในตลาดสดเทศบาลและตลาดเศรษฐพานิช ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างคือเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เว้นระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 15 วัน ทำการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง วิเคราะห์สารฟอร์มาลินโดยใช้ชุดทดสอบสารฟอร์มาลินในอาหาร และวิธี Spectrophotometry ผลการศึกษาพบว่า ในตัวอย่างกุ้ง ร้านที่ 1, ร้านที่ 2, ร้านที่ 3, ร้านที่ 4, ร้านที่ 5 และร้านที่ 6 มีปริมาณสารฟอร์มาลินเท่ากับ 0.0206, 0.0906. 0.1312, 0.0744, 0.0327 และ 0.1461 ppm ตามลำดับ ในตัวอย่างปลาหมึกมีปริมาณสารฟอร์มาลินเท่ากับ 0.0855, 0.2634, 0.3011, 0.3166, 0.0595 และ 0.5195 ppm ตามลำดับ

ทิวาพร เขาสุเมรุ (2552) ศึกษาปริมาณสารฟอร์มาลินที่ปนเปื้อนในอาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์หาสารฟอร์มาลินที่ปนเปื้อนอาหารในเขตภาคเหนือตอนบน โดยใช้ชุดทดสอบสารฟอร์มาลินในอาหาร โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เก็บข้อมูลในพื้นที่อนุภาคเหนือตอนบน เขต 1 (6 จังหวัด ภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน พะเยา แม่ฮ่องสอน และลำปาง) เก็บตัวอย่างอาหารสดและอาหารแห้ง ระหว่างปี พ.ศ.2549 – 2551 ผลการศึกษาพบว่ามีการตรวจพบสารฟอร์มาลินในอาหารน้อยลง โดยในปี 2549 ตรวจพบ 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.69 ปี 2550 ตรวจพบ 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.26 และในปี 2551 ตรวจพบ 11 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการเจือปนสารฟอร์มาลินในอาหารน้อยลง และทำให้ทราบว่าประชาชนมีความตระหนัก และตื่นตัวในเรื่องของการมีสุขภาพที่ดีเพิ่มมากขึ้นโดยในปี 2551 เฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ มีการตรวจหาสารฟอร์มาลินทั้งสิ้น 202 ตัวอย่าง พบอาหารที่มีการปนเปื้อนสารดังกล่าว 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.49

รัฐพงษ์ กันสุทธิ (2553) ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารฟอร์มาลินในอาหารทะเล ที่จำหน่ายในตลาดเมืองใหม่ จังหวัดเชียงใหม่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้คือ กุ้งขาวและปลาหมึกกล้วย ที่มีจำหน่ายในร้านค้าขายส่งอาหารทะเล จำนวน 8 ร้าน แล้วทำการคัดกรองหาสารฟอร์มาลินในตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง สุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งห่างกัน 10 วัน โดยใช้ชุดสำเร็จทดสอบสารฟอร์มาลินในอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พบว่าครั้งที่ 1 มีการตรวจพบสารฟอร์มาลินในกุ้งขาว 3 ใน 8 ตัวอย่าง และในปลาหมึกกล้วย 1 ใน 8 ตัวอย่าง ครั้งที่ 2 มีการตรวจพบสารฟอร์มาลินในกุ้งขาวและปลากหมึกกล้วย 1 ใน 8 ตัวอย่าง เช่นกัน และครั้งที่ 3 ตรวจไม่พบสารฟอร์มาลินในกุ้งขาว แต่พบในปลาหมึกกล้วย 2 ใน 8 ตัวอย่าง หลังจากนั้นนำตัวอย่างอาหารทะเลเฉพาะที่ตรวจพบสารฟอร์มาลินไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร โดยการผสมน้ำแช่ตัวอย่าง ให้เกิดสีด้วยชุดสำเร็จทดสอบสารฟอร์มาลินในอาหาร แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปรียบเทียบกับชุดสำเร็จที่เติมสารละลายฟอร์มาลินที่ทราบความเข้มข้น จากการศึกษาพบว่า ในกุ้งขาวมีสารฟอร์มาลินสูงสุดอยู่ที่ 0.44 ppm และในปลาหมึกกล้วย มีสารฟอร์มาลินสูงสุดอยู่ที่ 1.15 ppm ปริมาณสูงสุดที่ตรวจพบดังกล่าว ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข กำหนดไว้ในอาหารทะเล โดยระบุไว้ว่าไม่เกิน 5 ppm จากการศึกษานี้แสดงว่า ถึงแม้จะมีการตรวจพบสารฟอร์มาลินในอาหารทะเลดังกล่าว แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามกฎหมาย

วีรวุฒิ อิ่มสำราญ (2554) ได้กล่าวถึงเรื่องมะเร็งจากซากไก่ใส่ฟอร์มาลิน ว่าองค์การวิจัยมะเร็งระหว่างประเทศจัดให้ฟอร์มาลินเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ตั้งแต่ปี 2006 จากงานวิจัยในอดีตพบว่าฟอร์มาลินความสัมพันธ์กับมะเร็งโพรงจมูก มะเร็งหลังโพรงจมูก มะเร็งสมองและ มะเร็งเม็ดเลือดขาว ปัจจุบันมีหลักฐานจากการวิจัยทางการแพทย์ยืนยันว่าสารฟอร์มาลินเป็นสาเหตุของ การเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด myeloid leukemia อย่างมีนัยสำคัญ

Masato N.and Junko N.(2005) ได้ประเมินความเสี่ยงสารฟอร์มาลินต่อประชากรคนญี่ปุ่น กล่าวว่าฟอร์มาลินมักใช้ในผลิตภัณฑ์จำพวกเรซิน ส่วนประกอบการขึ้นรูป ฟิล์มถ่ายภาพ ยาฆ่าเชื้อโรค และสารกันเสีย วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อปรับปรุงข้อมูลความเป็นพิษและประเมินความเสี่ยงของสารฟอร์มาลินต่อประชากรญี่ปุ่นทำการทดลองในหนูทดลองโดยการสูดดมสารฟอร์มาลินเข้มข้น 0.5 ppm ส่งผลต่อการระคายเคืองระบบประสาทสัมผัส หากเพิ่มความเข้มข้นมากกว่า 6 ppm จะส่งผลให้เกิดเนื้องอกในหนูทดลอง สามารถพิจารณาได้ว่าสารฟอร์มาลินสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดเนื้องอกได้ ส่งผลการระคายเคืองต่อตาและระบบทางเดินหายใจในความเข้มข้นเริ่มต้นที่ระดับ 0.08 ppm และความเข้มข้นสูงกว่านี้ในการศึกษาของมนุษย์ จากการศึกษาในสัตว์ทดลองและมนุษย์ สารฟอร์มาลินเป็นสารก่อมะเร็งส่งผลต่อการเจริญของเนื้อเยื่อที่ผิดปกติ

Josje A. and Others (2006) ศึกษาผลกระทบของการได้รับสารฟอร์มาลินต่อการระคายเคืองระบบประสาทสัมผัสและอาจเป็นปัจจัยให้เกิดเนื้องอกในระบบทางเดินหายใจส่วนบน ศึกษาในอาสาสมัครจำนวน 81 คนร่วมกับสัตว์ทดลองอีกจำนวนหนึ่ง ในรายงานวิจัยได้รายงานไว้ว่าระดับความเข้มข้นของสารฟอร์มาลินที่ระดับ 0.24 ppm ส่งผลให้เกิดการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจ ส่วนระดับขนาดเนื้องอกในจมูกที่พบในสัตว์ทดลองพบในระดับ 1-2 นอกจากนี้ยังวิเคราะห์ระดับBenchmark dose(BMD) ที่ส่งผลต่อการระคายเคืองระบบประสาทสัมผัสในแต่ละระดับความเข้มข้นของสารฟอร์มาลิน ศึกษาโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจและสารก่อมะเร็งจากสารฟอร์มาลินจากงานวิจัย และวิเคราะห์BMD ในอาสาสมัครมนุษย์ โดยใช้ซอฟแวร์ US - EPA BMD ผลการศึกษาพบว่าการประเมินการระคายเคืองทางประสาทสัมผัส (ตาและจมูก) พบการระคายเคืองตา ที่ระดับอ่อน/เล็กน้อย พบที่ระดับความเข้มข้นฟอร์มาลินมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ppm และที่ระดับการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อ่อนเล็กน้อย ที่ระดับความเข้มข้นฟอร์มาลินมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ppm จากการใช้ BMD software พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีอาสาสมัครเพียงร้อยละ9.5 รู้สึกระคายเคืองที่ตาในระดับปาน ผลการศึกษาความเป็นพิษโดยการหายใจในสัตว์ทดลอง ฟอร์มาลินในระดับ 1 ppm สร้างความเสียหาต่อจมูก

Jianrong L.and Others (2007) ได้ศึกษาการหาปริมาณสารฟอร์มาลินในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกโดยวิธี HPLCโดยใช้คอลัมน์ ODS-C18 เครื่องตรวจจับรังสียูวี (355 nm) หาปริมาณสารฟอร์มาลินในกล้ามเนื้อและอวัยวะภายในปลาหมึกแห้งและปลาหมึกต้ม ผลการศึกษาพบว่าระดับสารฟอร์มาลินในอวัยวะภายในปลาหมึกสูงกว่าในเนื้อปลาหมึกที่ถูกแช่แข็ง การศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธี HPLC มีความแม่นยำ และความถูกต้อง มีการกำหนดสารฟอร์มาลินในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกับผลที่น่าพอใจ และระดับสารฟอร์มาลินในกล้ามเนื้อและผลิตภัณฑ์จากปลาหมึกเกินปริมาณที่กำหนดโดยกระทรวงเกษตรในประเทศจีน

Shunping Z.and Others (2009) ศึกษาการตรวจปริมาณสารฟอร์มาลินในปลาหมึกโดยใช้ E-nose กล่าวว่า การที่เหล่าผู้ค้าอาหารทะเลนำอาหารทะเลไปแช่ในสารละลายฟอร์มาลินเพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค อันเนื่องมาจากความทุจริตของเหล่าผู้ค้าอาหารทะเลฉะนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบ E-nose ร่วมกับ TGS gas sensors (TGS813, TGS2600, TGS2602, TGS2610, TGS2611 และ TGS2620) เพื่อใช้ในการตรวจหาสารฟอร์มาลินในอาหารทะเล โดยใช้หลักการทางสถิติ ประกอบด้วย ค่า R_0 (ค่าความต้านทานในอากาศ), S (ตัวรับปฏิกิริยาตอบสนอง) และ DR (อัตราการดูดซึม) ในการทดลองจะนำตัวอย่างปลาหมึกสดมาแช่ในสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ในแต่ละความเข้มข้น จากนั้นนำไปประเมินและเปรียบเทียบหาค่าทางสถิติทั้งสามค่าได้ดังนี้คือร้อยละ23.6, 19.7และ 4.1ตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือดังกล่าวมีความคงตัวและแม่นยำกว่าร้อยละ93.1จึงสามารถนำไปประเมินคุณภาพอาหารทะเลได้

Vladimir S. and Others (2011) ศึกษาพบว่าสำหรับปลา Gadoid สารฟอร์มาลินถูกสร้างขึ้นจำนวนมากในเนื้อเยื่อ ในกระบวนการสลายโดยเอนไซม์ osmoprotectanttrimethylamine-*N*-oxide ตามธรรมชาติ โดยงานวิจัยนี้กล่าวถึงเอนไซม์ 2 กระบวนการที่ใช้ในการทดสอบฟอร์มาลินในผลิตภัณฑ์ปลาคือ alcohol oxidase (AOX) โดยกระบวนการ dehydrogenation กรดฟอร์มิก และ formaldehyde dehydrogenase (FdDH) สกัดได้มาจาก yeast hansenulapolymorphaในปฏิกิริยาท้ายที่สุดจะเกิดสี formazaneจาก nitrotetrazolium salt ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีข้อจำกัดคือ สามารถหาปริมาณฟอร์มาลินในผลิตภัณฑ์ปลาบางชนิดที่มีปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่สูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Xuan W. and Others (2009) ได้พัฒนาเทคนิคที่ง่ายและรวดเร็วสำหรับการตรวจสอบสารฟอร์มาลินกับกับตัวอย่างที่มีปริมาณน้อยโดยใช้ PDMS (polydimethylsiloxane) microfluidic chip สามารถใช้แล้วทิ้ง ไม่สิ้นเปลืองเรื่องการทำความสะอาดเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ใช้ปริมาณสารที่เกี่ยวข้องในระดับต่ำมาก จึงไม่สิ้นเปลืองในกรณีที่ต้องใช้สารเคมีราคาแพง และเมื่อใช้สารเคมีน้อย จึงควบคุมปริมาณได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังใช้เวลาสั้นด้วยเนื่องจากกระบวนการจะเกิดขึ้นเร็วกว่า โดยผสมกันระหว่างตัวอย่างและสารตั้งต้นแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงสีม่วงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตรและอัตราการดูดซึม จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณปริมาณสารฟอร์มาลิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved