



การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มัลดีไฮด์ในผักภายหลังการเก็บรักษาและผ่านความร้อน
(Study of Formaldehyde in Vegetable after Storage and Heat treatment)



T096990



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปพ.

พ.ศ.2542

พ 231ก

2542

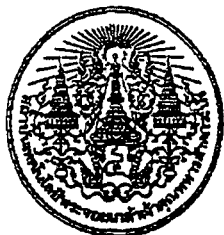
เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 96990

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปี เดือน ปี 5 30 2539

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มัลดีไฮด์ในผักภายหลังการเก็บรักษาและผ่านความร้อน

(Study of Formaldehyde in Vegetable after Storage and Heat treatment)

โดย

นายพรชัย

กิจสิริสินชัย


นายเรืองเดช

ฐิติพรรณกุล

นายสงัด

ตีโรสง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


 (ว/ร.ค.พร. ตรีไฉยมงคล)

22/3/42

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

()

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 22 เดือน ๓ พ.ศ. 42

พ.พ.

พ ๒๖๑๓

๒๕๔๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรชัย กิจศิริสินชัย, เรื่องเศษ สูตรพรรณกุล, นายสงัด ตีโรสง 2542 : การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักภายหลังการเก็บรักษาและการผ่านความร้อน (Study of Formaldehyde residue in Vegetable after storage and heat treatment) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 อาจารย์ที่ปรึกษา: ผ.ศ.ดร.ประภาพร ขอไพบุลย์,

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นก๊าซพิษสามารถระเหยได้ ฟอร์มาลดีไฮด์ที่ละลายน้ำเข้มข้นร้อยละ 40 เรียกว่า “ฟอร์มาลิน” ซึ่งใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคแต่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหารแต่ก็ยังมีการนำมาใช้ในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ อาหารทะเล และผักต่าง ๆ การทดลองนี้จึงเป็นการตรวจหาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ตกค้างอยู่ในผักโดยการใช้ผัก 3 ชนิดคือ ถั่วงอก ถั้วฝักขาว และผักกาดขาว นำผักทั้ง 3 ชนิดแช่สารฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันคือ 5, 10 และ 15 ppm เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส สุ่มตรวจในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ของการเก็บรักษาโดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำมาตรวจหาสารฟอร์มาลดีไฮด์ ส่วนที่ 2 นำมาผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาตรวจหาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์เช่นกัน ผลการทดลองพบว่าในผักแต่ละชนิดจะพบสารฟอร์มาลดีไฮด์โดยธรรมชาติ และเมื่อนำมาแช่ในสารฟอร์มาลิน ภายหลังการเก็บรักษาพบว่าระยะเวลาการเก็บผักนานขึ้นสารฟอร์มาลดีไฮด์อาจสลายตัวมากขึ้น ส่วนการลวกสามารถลดปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ได้เช่นกัน จากการศึกษาสารฟอร์มาลดีไฮด์ในครั้งนี้จะมีประโยชน์ในการลดปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ก่อให้เกิดมะเร็งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

.....
 พรชัย กิจศิริสินชัย

.....
 เรื่องเศษ สูตรพรรณกุล

.....
 สงัด ตีโรสง

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....
 22/3/42
 วัน/เดือน/ปี

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอกราบ
ขอบพระคุณ ผ.ศ.ดร. ประภาพร ขอไพบุลย์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ
และตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผ.ศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ และ อ.นิตยา บุญมี ที่
กรุณาเป็นคณะกรรมการที่ปรึกษา และให้การช่วยเหลือด้านการศึกษาอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณสุรชาติพิย์ วิทยุฉิมวงศ์ เจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ให้
ความช่วยเหลือในด้านการวิเคราะห์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์

ขอขอบคุณ นายภูมิต ครอบตะคุ นายกฤษณะ นาคมิ และนางสาววรางคณา จันทกุล และ
เพื่อนๆที่เอื้อเฟื้ออุปถัมภ์อำนวยความสะดวกต่างๆในการทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จโดยเร็ว

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการและห้องปฏิบัติการ ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวก
สะดวกในการปฏิบัติงานและขอขอบพระคุณเพื่อนๆน้องน้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็น
กำลังใจอย่างดีเสมอมา

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับ บิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ให้โอกาส
แก่ผู้จัดทำได้มีปัญหาคพิเศษและปริญญาบัตรและคอยให้กำลังใจเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2542

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	IV
สารบัญภาพ	V
สารบัญภาพภาคผนวก	VI
สารบัญตารางภาคผนวก	VII
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 ประวัติความเป็นมาของฟอร์มัลดีไฮด์	2
2.2 แหล่งกำเนิดของฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อม	4
2.3 กระบวนการผลิต	5
2.4 ระดับฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อมและมนุษย์	6
2.5 ผลของฟอร์มัลดีไฮด์	8
2.6 ผลต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม	9
2.7 ความเป็นพิษเฉพาะด้าน	11
2.8 มาตรฐานของฟอร์มัลดีไฮด์	12
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
3.1 วัตถุประสงค์	14
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี	14
3.3 วิธีการทดลอง	15
4. ผลการทดลอง	18
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	30
ประวัติผู้เขียน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของพอร์มลิตีไฮด์	4
2.2	แสดงปริมาณพอร์มลิตีไฮด์ในแหล่งกำเนิดต่างๆ	6
2.3	แสดงความเข้มข้นของพอร์มลิตีไฮด์ในฝักชนิดต่างๆ	7
2.4	แสดงปริมาณพอร์มลิตีไฮด์ที่ตรวจพบในเนื้อสัตว์	8
2.5	แสดงผลเฉียบพลันเนื่องจากการหายใจเอาแก๊สพอร์มลิตีไฮด์ เข้าไปในความเข้มข้นต่างๆจากสิ่งแวดล้อม	11
4.1	ตารางแสดงปริมาณการตกค้างของสารพอร์มลิตีไฮด์ในฝักจาก แหล่งปลอดสารพิษและตลาดสดทั่วไป	18
4.2	แสดงลักษณะปรากฏของฝักที่ไม่แช่ฟอร์มาลินและแช่ฟอร์มาลิน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	19
4.3	แสดงปริมาณของพอร์มลิตีไฮด์ก่อนและหลังการผ่านความร้อน ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1,3,5 และ 7 วัน	20

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	แสดงขั้นตอนการทดลอง	17
4.1	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วอกcontrol	22
4.2	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วอก5 ppm	22
4.3	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วอก10 ppm	23
4.4	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วอก15 ppm	23
4.5	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาวcontrol	24
4.6	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว5 ppm	24
4.7	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว10 ppm	25
4.8	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว15 ppm	25
4.9	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของฝักกาดขาวcontrol	26
4.10	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของฝักกาดขาว5 ppm	26
4.11	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของฝักกาดขาว10 ppm	27
4.12	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของฝักกาดขาว 15 ppm	27

สารบัญภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงลักษณะของถั่วงอกที่แช่และไม่แช่ฟอร์มาลินในความเข้มข้นต่างๆกัน	30
2	แสดงลักษณะของถั่วฝักยาวที่แช่และไม่แช่ฟอร์มาลินในความเข้มข้นต่างๆกัน	30
3	แสดงลักษณะของผักกาดขาวที่แช่และไม่แช่ฟอร์มาลินในความเข้มข้นต่างๆกัน	31
4	แสดงชุดกลั่น ไอน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์	31
5	แสดงเครื่อง Spectrophotometer ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์	32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของถั่วงอก ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	33
2	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของถั้วฝักยาว ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	33
3	แสดงค่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของฝักกาดขาว ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบันได้มีการนำสารเคมีมาใช้ในวงการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรอย่างมากมาย โดยไม่คำนึงถึงผลตกค้างของสารเคมีเหล่านั้นต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะสารเคมีที่ไม่ได้รับอนุญาตให้นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังเช่นการนำสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่รู้จักกันดีในรูปของสารละลายฟอร์มาลีนมาใช้ในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และผัก เช่น กุ้ง ปลาหมึก ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว เป็นต้น เพื่อให้ผลิตผลดังกล่าวคงความสดและเก็บรักษาไว้ได้นาน แต่สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ทำให้เกิดการตกค้างในผลิตผล และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาหาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักที่วางจำหน่ายในท้องตลาด และภายหลังการเก็บรักษาและผ่านความร้อน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการหาวิธีการลดอันตรายจากการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผัก

วัตถุประสงค์

- 1 เพื่อศึกษาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักจากแผนกผักปลอดสารพิษในซูเปอร์มาเก็ตและในตลาดสดทั่วไป
- 2 เพื่อศึกษาการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักและภายหลังการแช่ผักในสารละลายฟอร์มาลีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และภายหลังการเก็บรักษา
- 3 เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการผ่านความร้อน

บทที่ 2

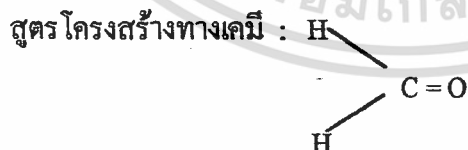
วารสารปริทัศน์

2.1 ประวัติความเป็นมาของฟอร์มาลดีไฮด์

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นแก๊สชนิดหนึ่งมีกลิ่นฉุนซึ่งมีอนุภาพสูงมากในการฆ่าเชื้อโรค ฟอร์มาลดีไฮด์ที่ละลายน้ำ เข้มข้น ร้อยละ 40 เรียกว่า “ฟอร์มาลิน” ใช้เป็นน้ำยาทำลายเชื้อ น้ำยาคัดกลิ่นหรือสารกันบูด อาจเป็นประโยชน์ในการรักษาผ้าไหมให้ยับยั้ง วัตถุประสงค์ในการใช้ต่างๆ ไปคือใช้ฆ่าเชื้อโรค (germicide) และฆ่าเชื้อรา (fungicide) ในพวกพืชและผัก ในความเข้มข้นประมาณร้อยละ 0.004 ช่วยป้องกันการขึ้นรา ในการเก็บรักษาพวกข้าวสาลี และป้องกันการเน่าเสียในข้าวโอตหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ถ้าทำให้เจือจางประมาณ 5000-90000 เท่า (ประมาณร้อยละ 0.0004-0.007) สามารถเป็น preservative ในพวกธัญพืชภายหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อป้องกันแมลง แต่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 93 (พ.ศ.2538) ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร แต่มีข่าวทางสื่อมวลชนว่ามีผู้นำอาหารสดหลายอย่างเช่น ผักและอาหารทะเลแช่น้ำยาฟอร์มาลินเพื่อรักษาความสด และไม่ให้อาหารเสียเร็วซึ่งเกรงว่าจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ จึงได้มีการทำการทดลองเพื่อหาปริมาณที่สารฟอร์มาลินที่ตกค้างในผัก มากน้อยแค่ไหนในแต่ละวันของการเก็บรักษาผักไว้เป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นแก๊สที่ไม่มีสีที่อุณหภูมิและความดันปกติ และส่วนใหญ่ที่ใช้ประโยชน์จะอยู่ในทางการค้าจะอยู่ในรูปของสารละลายน้ำ สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ไม่เสถียรจะมีปริมาณของกรดฟอร์มิกเพิ่มขึ้นตลอดเวลาขึ้นกับอุณหภูมิ แม้ว่าจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะลดความเป็นกรดแต่จะทำให้เกิดพาราฟอร์มัลดีไฮด์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะตกตะกอนออกมา ดังนั้นจึงมีการเติมสารคงตัว (sterbilizer) ได้แก่ เมธานอล ในปริมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่มี sterbilizer จึงสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิต่ำ

สูตรโมเลกุลของฟอร์มาลดีไฮด์ : CH_2O



ชื่อสามัญ : formaldehyde, methanal, methyleneoxide, oxomethaneoxymethylene, methylaldehyde

ชื่อสามัญสำหรับสารละลาย : formalin, formol

พาราฟอร์มัลดีไฮด์เป็น โพลิเมอร์ตัวหนึ่งของฟอร์มาลดีไฮด์ มีสูตร โครงสร้างเป็น $[(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}_2\text{O}]$ โดย n มีค่าตั้งแต่ 8-100 สามารถเรียกชื่อ ได้อีกอย่างว่า paraform ; หรือ polyoxymethylene มีลักษณะเป็นของแข็ง เมื่อผสมกับพาราฟินร้อนจะปล่อยแก๊สฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของฟอร์มัลดีไฮด์

มวลโมเลกุล	30
ความถ่วงจำเพาะ	1.0
จุดหลอมเหลว	-92 °C
จุดเดือด	-21 °C
จุดติดไฟ (flash point)	50 °C (มี 15 เปอร์เซ็นต์ ของ เมทานอล)
ปริมาณในบรรยากาศที่ทำให้เกิดการติดไฟ	อยู่ในช่วง 7.0-37 เปอร์เซ็นต์
ติดไฟได้เอง	430 °C

ที่มา: (วีรดา,2525)

2.2 แหล่งกำเนิดของฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อม

ฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อมเกิดจากขบวนการทางธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์

2.2.1 การเกิดตามธรรมชาติ

ฟอร์มัลดีไฮด์เกิดขึ้นที่บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (troposphere) ระหว่างการออกซิเดชันของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปฏิกิริยาเกิดขึ้นโดย OH เรดิคัลและไอโซพรีนมีการฟอร์มเป็นฟอร์มัลดีไฮด์และ/หรืออัลดีไฮด์อื่น ๆ จากนั้นในที่สุดกลายเป็น CO CO₂ H₂ และ H₂O

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่พบในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (troposphere) จะพบมีเทนเกิดขึ้น โดยความเข้มข้นสูงสุด เท่ากับ 1.18 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m³) ในซีกโลกเหนือดังนั้นทำให้เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของฟอร์มัลดีไฮด์ อัตราเฉลี่ยที่โลกผลิตฟอร์มัลดีไฮด์จากมีเทนในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์เท่ากับ 4x10¹¹ กิโลกรัมต่อปี ในไม้จะผลิตเทอร์ปีน (terpenes) และ ไอโซพรีน (isoprene) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ OH เรดิคัล กลายเป็นฟอร์มัลดีไฮด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์มัธยันต์ เนื่องจาก เทอร์ปีนและ ไอโซพรีนมีการคงตัวสั้นความสำคัญในการเกิดฟอร์มัลดีไฮด์ในข้อนี้จึงน้อยคือจะสำคัญเฉพาะบริเวณของการเพาะปลูกเท่านั้น ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารประกอบที่ระเหยได้โดยแปรรูปมาจากการเน่าเปื่อยของพืชที่หลงเหลือในดิน

2.2.2 การเกิดจากการกระทำของมนุษย์

ปริมาณการผลิตของโลก

ในปี ค.ศ. 1984 ประเทศอุตสาหกรรมสามารถผลิตฟอร์มัลดีไฮด์รวมทั้งหมด 5,780 ล้านกิโลกรัมต่อปี รายละเอียดดังนี้

กลุ่มเศรษฐกิจยุโรป

จำนวน 1,700 ล้านกิโลกรัม/ปี

ประเทศยุโรปตะวันตกอื่น ๆ

จำนวน 530 ล้านกิโลกรัม/ปี

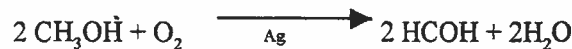
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหรัฐอเมริกา	จำนวน 1,440 ล้านกิโลกรัม/ปี
ญี่ปุ่น	จำนวน 640 ล้านกิโลกรัม/ปี
ประเทศกลุ่มเอเชียอื่น ๆ และออสเตรเลีย	1,240 ล้านกิโลกรัม/ปี
ลาตินอเมริกา	จำนวน 230 ล้านกิโลกรัม/ปี

2.3 กระบวนการผลิต

ฟอร์มาลดีไฮด์ถูกผลิต โดยการออกซิไดซ์เมทานอล ซึ่งมีวิธีการ 2 วิธีได้แก่

2.3.1 การออกซิไดซ์โดยใช้เงิน (silver) หรือผลึกทองแดง (copper crystals) หรือซิลเวอร์เน็ต (silver nets) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 600-720 องศาเซลเซียส ดังสมการ



2.3.2 การออกซิไดซ์โดยใช้ไอร์ออน โมลิบดีนัมออกไซด์ (iron molybdenum oxide) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 270 ถึง 380 องศาเซลเซียส

การสร้าง การกระจาย และการเสื่อมสลายในสิ่งแวดล้อม

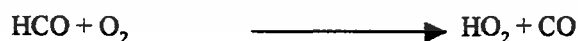
ฟอร์มาลดีไฮด์จะมีจะมีระยะเวลาอยู่ในบรรยากาศประมาณ 1-3 ชั่วโมง ในขณะที่มีแสงอาทิตย์ มีเทนและสารประกอบอินทรีย์ซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศ จะแปรรูปเป็นฟอร์มาลดีไฮด์ดังสมการ



ในการทำปฏิกิริยากับรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงอาทิตย์ฟอร์มาลดีไฮด์จะเปลี่ยนรูปได้ 2 ทาง คือ



ฟอร์มาลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยากับ OH เรดิคัล ดังสมการ



จะเห็นว่าฟอร์มาลดีไฮด์จะเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้นในบรรยากาศ การทำลายมีเทน 1 โมเลกุล และท้ายที่สุดจะได้คาร์บอนมอนอกไซด์ ฟอร์มาลดีไฮด์จะถูกกำจัดออกจากบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (troposphere) โดยการละลายในเมฆน้ำฝน และถูกดูดซับที่ละอองบรรยากาศ

การเกิดปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มาลดีไฮด์กับไฮโดรเจนคลอไรด์ จะทำให้เกิดบิสคลอโรเมทิลอีเธอร์ ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระดับฟอร์มลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อมและมนุษย์

2.4.1 ในอากาศ

ความเข้มข้นของฟอร์มลดีไฮด์ที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณฟอร์มลดีไฮด์ในแหล่งกำเนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิด	ความเข้มของฟอร์มลดีไฮด์
การเผาไหม้แก๊สธรรมชาติ	
อุปกรณ์การใช้ประโยชน์ในบ้านและอุตสาหกรรม	1.95-74.56 พีพีเอ็ม
โรงงานผลิตพลังงาน	12.20 พีพีเอ็ม
โรงงานอุตสาหกรรม	24.39 พีพีเอ็ม
การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง	0-1.2 kg/barrel oil
แอนทราไซต์	0.5 g/kg coal
การเผาไหม้ที่เกิดจากพลังงานอุตสาหกรรมและการค้า	
เตาเผาขยะ - เทศบาล	0.3-0.4 g/kg refuse
- บ้านเรือน	0.03-64 g/kg refuse
โรงฟอกน้ำมัน(oil refineries)	
Catalytic cracking units	4.27 kg/barrel oil
Thermoform unit	2.7 kg/barrel oil
แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่	
ยานยนต์	0.2-1.6 g/ litre fuel
เครื่องชนิดดีเซล	0.6-1.3 g/litre fuel
เครื่องบิน	0.3-0.5 litre fuel

ที่มา : (พิชัย,2530)

สำหรับประเทศไทยมีแนวโน้มมลภาวะอากาศเนื่องจากฟอร์มลดีไฮด์จะเพิ่มมากขึ้นทั้งในสิ่งแวดล้อมในโรงงาน ที่อยู่อาศัยและทั่วไป เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายจะใช้แอลกอฮอล์กับเบนซินเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องจักร เครื่องยนต์ เพื่อลดปัญหาอนุภาคตะกั่วคั่งค้างในอากาศและเป็นการประหยัดพลังงาน ซึ่งการเผาไหม้จะเกิดออกไซด์ในรูปแก๊สฟอร์มลดีไฮด์และอัลดีไฮด์ ซึ่งการแพร่กระจายได้ในบรรยากาศและในโรงงานจะพบปัญหา เพราะการตกค้างจะมีมาก จึงควรระมัดระวังเพื่อทำการประเมินเฝ้าระวังการควบคุมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ในน้ำ

ในบรรยากาศ ฟอรั่มลดีไฮด์จะถูกดูดกลืนระหว่างการฟอร์มละอองน้ำในก้อนเมฆหรือถูกชะล้างไปกับน้ำฝนที่ตกลงมา เมื่อฝนตกเป็นระยะเวลาานความเข้มข้นฟอรั่มลดีไฮด์ยังคงวัดได้ในอากาศจะเท่ากับ 0.00004 พีพีเอ็ม(ppm) แหล่งเพาะพันธุ์ปลาจะเป็นแหล่งให้ฟอรั่มลดีไฮด์ คือ จะมีการใช้ฟอร์มาลินกันทั่วไปและบ่อยครั้งในการรักษาปลาที่เป็นโรคเกี่ยวกับเชื้อราและพยาธิ หลังจากใช้ฟอร์มาลินแล้วจะปล่อยน้ำเสียของแหล่งเพาะพันธุ์ปลาลงแหล่งน้ำ(นวรรค์,2532)

2.4.3 ในดิน

การปล่อยสลายของพืชที่หลงเหลือในดินอาจจะผลิตฟอรั่มลดีไฮด์ออกมาได้

2.4.4 ในอาหาร

การปรุงอาหาร พบว่าฟอรั่มลดีไฮด์จะเกิดมากขึ้นในอาหารประเภทรมควัน

ความเข้มข้นของฟอรั่มลดีไฮด์ในอาหารชนิดต่างๆ ในน้ำดื่มจะมีฟอรั่มลดีไฮด์อยู่โดยปกติประมาณ 0.1 พีพีเอ็ม(ppm) ซึ่งความจำเป็นพื้นฐานของมนุษย์ควรดื่มน้ำอย่างน้อย 2 ลิตร/คน/วัน ดังนั้นมนุษย์จะได้รับฟอรั่มลดีไฮด์เข้าไปประมาณ 0.2 มิลลิกรัมต่อวัน ปริมาณฟอรั่มลดีไฮด์ที่รับประทานเข้าไปพร้อมกับอาหารจะขึ้นกับองค์ประกอบของอาหารแต่ละมื้อซึ่งโดยเฉลี่ยผู้ใหญ่จะรับประทานเข้าไป 1.5-14 มิลลิกรัมต่อวัน (อมราและคณะ,2522)

ตารางที่ 2.3 แสดง ความเข้มข้นของฟอรั่มลดีไฮด์ในผักชนิดต่าง ๆ

ชนิดของผัก	ปริมาณสารฟอรั่มลดีไฮด์ส่วนต่อล้านส่วน (พีพีเอ็ม)
ผักกาดขาว	0.021-0.887
ผักกาดหอม	0.072
ถั่วแขก	0.094
ถั่วฝักยาว	0.094-0.630
คื่นฉ่าย	0.120
ผักคะน้า	0.138-1.330
ถั่วพู	0.140
ผักกวางตุ้ง	0.180-0.270
กะหล่ำปลี	0.204-0.335
มะเขือยาว	0.260
มะเขือเทศ	0.287
คื่นหอม	0.296-0.687
พริกแดง	0.330

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของผัก	ปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ส่วนต่อล้านส่วน (พีพีเอ็ม)
พริกเขียว	0.334-0.390
แตงกวา	0.360-1.130
ถั่วแขก	0.378
กะหล่ำดอก	0.383
บวบ	0.419
มะระ	0.426
ผักตั้งโอ้	0.570
ผักชี	0.960
ผักกะเจต	1.640
ระอม	6.880

ที่มา : (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ,2525)

ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่ตรวจพบในเนื้อสัตว์

ชนิดของเนื้อสัตว์	ปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ส่วนต่อล้านส่วน (พีพีเอ็ม)
หมูเนื้อแดง	0.040-0.060
ไส้กรอก	0.100-0.120
ปลาตาโต	0.119-0.343
กุ้ง	0.121-0.619
ปลาทูตด	0.360-0.850
เนื้ออบ	1.320
ปลาจวด	1.638
ปลากระเบน	3.850

ที่มา : (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ,2525)

2.5 ผลของฟอร์มาลดีไฮด์

ฟอร์มาลดีไฮด์จะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นกรดฟอร์มิก โดยสุดท้ายจะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ฟอร์มาลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับโปรตีนและกรดนิวคลีอิกโดยปฏิกิริยาการจับกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเกิด สเตรนคิตีเอ็นเอ (Single Strand DNA)การออกซิโคซ์ฟอร์มัลดีไฮด์ไปเป็นกรดฟอร์มิกจะมี เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์ที่สำคัญคือเอ็นดีเอ-ดีเพนเด็นท์ ฟอร์มัลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส (NDA-dependent formaldehyde dehydrogenase) โดยมี กลูตาธิโอน (glutathione)เป็นโคแฟกเตอร์

ฟอร์มัลดีไฮด์เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่

2.5.1 ทางปาก

2.5.2 ทางการหายใจ

2.5.3 ทางผิวหนัง

ความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ที่เพิ่มขึ้นในเลือดไม่สามารถตรวจวัดได้ในหลอดลมหรือในมนุษย์ที่ได้รับฟอร์มัลดีไฮด์โดยการหายใจ เนื่องจากมีการเผาผลาญอย่างรวดเร็ว การเผาผลาญฟอร์มัลดีไฮด์จะถูกรวมตัวเป็น โมเลกุลใหญ่โดยขบวนการวัน-คาร์บอน-แพธเวส์ (one -carbon-pathways) หรือถูกกำจัดไปกับลมหายใจออก(CO_2) และปัสสาวะ การทดลองให้สุนัขรับฟอร์มัลดีไฮด์โดยการกินเข้าไปทำให้ระดับกรดฟอร์มิกในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.6 ผลต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ความเข้มข้นที่มีผลปลาตายหมด(LC_{100})เท่ากับ 200 พีพีเอ็ม ตายร้อยละ 50 (LC_{50})เท่ากับ 100 พีพีเอ็ม(ppm)ความเข้มข้นสูงสุดที่ปลาทนได้(maximumtolerance contraction)เท่ากับ 60พีพีเอ็ม(ppm)

ฟอร์มัลดีไฮด์มีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมให้มีในอากาศเท่ากับ 0.016 พีพีเอ็ม ซึ่งความเข้มข้นนี้ทำให้เกิดการยับยั้งขบวนการสังเคราะห์แสงสูงสุดไม่เกินร้อยละ 10

ฟอร์มัลดีไฮด์มีผลต่อแบคทีเรียอย่างรุนแรงพบว่าดินที่บริเวณแหล่งอุตสาหกรรมซึ่งปนเปื้อนฟอร์มัลดีไฮด์มีปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่าบริเวณอื่นกล่าวคือ ดินบริเวณแหล่งอุตสาหกรรมพบแบคทีเรีย 28,000 ถึง 40,000 ตัวต่อกรัม ในขณะที่ดินที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนพบแบคทีเรีย 900,000 ตัวต่อกรัม

ฟอร์มัลดีไฮด์ในน้ำโสโครกความเข้มข้นเกินกว่า 0.001 พีพีเอ็ม จะยับยั้งการเจริญเติบโตและระบบการหายใจของไมโครฟลอรา(microflora)

ถ้าฟอร์มัลดีไฮด์ในน้ำมีความเข้มข้นเกินกว่า 500 พีพีเอ็ม ขบวนการใช้ออกซิเจนทางชีวภาพ(biological process of oxigen consumption)จะถูกยับยั้งอย่างสมบูรณ์(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์,2535)

2.6.1 ผลต่อมนุษย์

ฟอร์มัลดีไฮด์มีกลิ่นฉุน ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศที่มนุษย์สามารถได้รับกลิ่นเท่ากับ 0.05 พีพีเอ็ม(ppm) ส่วนปริมาณในน้ำที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้เท่ากับ 20 พีพีเอ็ม โอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์จะทำให้ผิวหนังและขนน้ตาเกิดการระคายเคือง ฟอร์มาลดีไฮด์จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่เยื่อตาและระบบทางเดินหายใจส่วนบน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของแต่ละบุคคล ความไวต่อปฏิกิริยา และความไวต่อการรับของแต่ละคน

ในปี 1987 ได้ประเมินความเสี่ยงของคนที่จะเป็น โรคมะเร็งตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1981 จนถึง ค.ศ. 1987 สรุปว่าหลักฐานส่วนหนึ่งที่จะบอกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ทำให้เกิดมะเร็งกับมนุษย์และมีหลักฐานที่เพียงพอบอกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ทำให้เกิดมะเร็งในสัตว์ และได้จัดฟอร์มาลดีไฮด์ให้อยู่ในกลุ่ม 2A คือเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง ในมนุษย์ได้(WHO,1987)

2.6.1.1 โดยการรับประทาน

เมื่อรับประทานเข้าไปในร่างกาย 22-200 มิลลิกรัมต่อวัน ติดต่อกัน 13 สัปดาห์ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษได้อย่างชัดเจน ได้รับความปรมาณมากอาจจะระคายเคืองต่อระบบการย่อยอาหาร อาจทำให้อาเจียนหน้ามืด ถ้ารับประทานเข้าไปมาก ๆ อาจทำให้ช็อคและตายได้

มีรายงานหลายแหล่งจากสหรัฐอเมริกา พบว่า ผู้ที่ฆ่าตัวตายโดยรับประทานฟอร์มาลดีไฮด์เพียง 2 ช้อนโต๊ะก็จะตายภายในไม่เกิน 3 ชั่วโมง การได้รับฟอร์มาลีนเข้าไปทางระบบทางเดินอาหาร จากการผ่าศพผู้ตายพบว่า เกิดแผลไหม้ในหลอดอาหาร กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก ผู้ที่รอดตายหลอดอาหารเหนือกระเพาะมักจะติรับประทานอาหารได้ลำบากมาก อาการของผู้ดื่มฟอร์มาลีนผสมน้ำจะ โดยการฆ่าตัวตายหรือการทดลองโดยอาสาสมัครอเมริกันก็ดี พบว่า มีอาการปวดศีรษะอย่างรุนแรง ปวดท้อง ในปากและคอแห้งผาก หัวใจเต้นเร็ว แน่นหน้าอก บางรายถ่ายท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ปัสสาวะไม่ออก หรือปัสสาวะเป็นเลือดเพ็ลและเป็นลม เหงื่อออก คอแข็ง ตัวเย็น

ขนาดของฟอร์มาลีนที่ร่างกายรับครั้งเดียวและทำให้ตายประมาณ 60-90 มิลลิกรัม พิษของฟอร์มาลีนทำให้เกิดอาการปวดท้องอย่างรุนแรงคลื่นไส้ อาเจียน ปัสสาวะไม่ออก กดประสาทส่วนกลางทำให้หมดสติและตายภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจพบลักษณะของกระเพาะอาหารอักเสบอย่างรุนแรง มีแผลเล็ก ๆ กระจายทั่ว อวัยวะมีเลือดคั่ง ถ้าไม่ตายภายใน 12-24 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะฟื้นตัวเร็วและมีอาการของท้องเดิน อุจจาระบ่อย ปวดเบ่ง ปาก ลิ้นเจ็บเป็นแผลเพราะถูกฟอร์มาลีน นอกจากนี้ฟอร์มาลีนยังมีผลต่อตาทำให้ตาบอดได้

2.6.1.2 โดยการหายใจ

การได้รับฟอร์มาลดีไฮด์เข้าไป ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองของเยื่อหลอดทางเดินหายใจ มีผลให้เกิดหลอดลมอักเสบ เนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์สามารถละลายน้ำได้ดี ฟอร์มาลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 1 พีพีเอ็ม ทำให้ได้กลิ่น

2-3 พีพีเอ็ม ทำให้เกิดความความรู้สึกไม่สบายขึ้นได้โดยเฉพาะที่หลอดคอ

4-6 พีพีเอ็ม ทำให้มีอาการน้ำลาย(จำนวนเล็กน้อย)ไหลไม่หยุด บางคนอาจทนอยู่ในความเข้มข้นนี้ได้นานถึง 10-30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 พีพีเอ็ม ทำให้เกิดอาการน้ำลาย(จำนวนมาก)ไหลไม่หยุด

10-20 พีพีเอ็ม ทำให้หายใจลำบาก จมูกและคอแสบร้อนและอาการแสบร้อนนี้จะขยายไปถึงหลอดลมพร้อมมีอาการไอได้

50-100พีพีเอ็ม ในระหว่าง 5-10 นาทีจะทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างรุนแรงได้

จากการศึกษารวบรวมรายงานวิจัยทางพิษวิทยาของฟอร์มาลดีไฮด์จากหลายๆ ประเทศทางด้านระบาดวิทยา โดยการสำรวจในคนงาน 8 กลุ่มอาชีพ พบว่าความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในจมูกของคนงานในกลุ่มอาชีพที่มีการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์เป็น 5-10 เท่าของกลุ่มอาชีพทั่วไปและได้สรุปถึงผลเทียบพลาตันเนื่องจากการได้รับฟอร์มาลดีไฮด์ในระดับต่างๆ ไว้ดังตาราง

ตารางที่ 2.5 แสดงผลเทียบพลาตันเนื่องจากการหายใจเอาแก๊สฟอร์มาลดีไฮด์เข้าไปในความเข้มข้นต่างๆจากสิ่งแวดล้อม

ระดับความเข้มข้นที่สัมผัส(พีพีเอ็ม)	รายงานแสดงผลเสียต่อสุขภาพ
น้อยกว่า 0.05-1.5	50-70เปอร์เซ็นต์ ของผู้สัมผัส ไม่มีอาการ เป็นระดับที่สัมผัสรับรู้กลิ่นได้
0.05-1	ระคายเคืองตา
0.05-2	ระคายเคืองจมูกและคอ
0.01-25	ระคายระบบหายใจส่วนล่างและหลอดลม
5.0-30	หลอดลมบวม อักเสบ ติดเชื้อ
50-100	ทำให้ตาย
มากกว่า 100	

ที่มา:(เทพพนมและปาริชาติ,2525)

2.6.1.3. โดยทางผิวหนัง

ฟอร์มาลดีไฮด์จะทำให้ผู้สัมผัสเกิดอาการต่างๆ กันได้แก่

ก.อาการเฉียบพลัน จะเกิดอาการผิวหนังอักเสบเป็นผื่นแดง อาจเป็นตุ่มพุพองตกสะเก็ดและแสบคันที่ที่สัมผัสและจะเกิดขึ้นที่ใบหน้า คอ อัมพะ ข้อมือของแขน เปลือกตา เป็นต้น

ข. อาการเรื้อรัง เกิดขึ้นหลังที่สัมผัสในระยะเวลาอันยาวนานเป็นปี โดยจะเริ่มเป็นจากปลายนิ้วมือ หลังมือ ข้อมือ ท้องแขน และส่วนของร่างกายซึ่งเสียดสีกับเสื้อผ้า

2.7ความเป็นพิษเฉพาะด้าน

2.7.1 การก่อกลายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่ทราบกันว่าฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์หรือการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมตัวหนึ่งในปัจจุบัน การทดลองในแมลงวันทอง แบคทีเรียและพืช แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์และการกลายพันธุ์

2.7.2 ความไวในการรับสาร (sensitization)

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่ทำให้เกิดการแพ้ ผลการทดลองพบว่า เมื่อหนูตะเภาหายใจเอาฟอร์มาลดีไฮด์เข้าไปจะเกิดการแพ้ ความรุนแรงขึ้นกับความเข้มข้นของสารที่ได้รับและพบว่าหนูแสดงอาการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดที่ความเข้มข้น 0.028 พีพีเอ็ม (ppm) การศึกษาความเป็นพิษของหนูตะเภาที่ได้รับฟอร์มาลดีไฮด์ความเข้มข้น 0.41 พีพีเอ็ม (ppm) วันละ 5 ชั่วโมงเป็นเวลา 1,824 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าเมื่อได้รับฟอร์มาลดีไฮด์ความเข้มข้นต่ำ หนูจะแสดงอาการแพ้ก่อนแสดงอาการได้รับพิษ

2.7.3 การผิดปกติในตัวอ่อน (teratogenicity)

จากการตรวจสอบการตั้งท้องของหนูขาว abino rats ที่ได้รับฟอร์มาลดีไฮด์ความเข้มข้น 0.81 และ 0.0097 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 10 วันก่อนการผสมพันธุ์และตลอดระยะเวลาที่ตั้งท้อง พบว่าฟอร์มาลดีไฮด์มีผลต่อการเจริญของตัวอ่อนและพบว่าลูกหนูที่เกิดจากการแม่ที่ได้รับฟอร์มาลดีไฮด์ 0.81 พีพีเอ็ม มีการลดขนาดของเนื้อเยื่อลิมโฟอิด (lymphoid tissue) เกิดการลดปริมาณไกลโคเจนในไมโอคาร์เดียม (myocardium) เกิดการสะสมของซิค-โพสิทีฟซับสแตนซ์ (schick-positive substances) ในไตเกิดการคงอยู่ของเซลล์ในเซลคูปเฟอร์ (kupffer cells) ของตับผลการตรวจสอบคนงานหญิงอายุ 18-30 ปี ที่ตั้งครุภัณฑ์ในโรงงานทอผ้า ซึ่งทำงานเกี่ยวกับฟอร์มาลดีไฮด์เป็นเวลามากกว่า 3 ปี พบว่าการแท้งลูกและคลอดลูกก่อนกำหนดมากกว่าปกติ เด็กที่เกิดมีน้ำหนักและความสูงน้อยกว่าปกติ น้ำหนักตัวเด็กลดลงเป็นสัดส่วน โดยตรงกับระยะเวลาที่ทำงานของแม่ (นวรรค์, 2532)

2.8 มาตรฐานของฟอร์มาลดีไฮด์ในอาหารและสิ่งมีชีวิต

ในพ.ศ. 2535 กรมแรงงานกระทรวงมหาดไทยได้ออกประกาศเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) โดยกำหนดในหมวดที่ 1 ข้อที่ 4 ห้ามนายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณของสารเคมีเกินกว่าที่กำหนดสำหรับฟอร์มาลดีไฮด์ได้กำหนดไว้ คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติเท่ากับ 3 พีพีเอ็ม ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาจำกัด 30 นาที เท่ากับ 10 พีพีเอ็ม และปริมาณความเข้มข้นที่อาจยอม ให้ได้เท่ากับ 5 พีพีเอ็ม ซึ่งกำหนดตาม โอเอสเอชเอ (OSHA)

ใน ค.ศ. 1985 ACGIH ผลการประชุมของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมของรัฐบาลสหรัฐจัดให้ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่คาดว่าเป็นสาเหตุของเนื้องอกในมนุษย์และกำหนดการสัมผัสสารนี้ในระยะเวลาสั้น 15-30 นาที ไม่ควรเกิน 2 พีพีเอ็ม (ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มีค่าไม่เกิน 1 พีพีเอ็ม

จากรายงานของขจรเวช(2533)กล่าวว่า ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารควบคุมตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่36(พ.ศ.2532) และฉบับที่38 (พ.ศ. 2532) ออกตามความในพระราชบัญญัติเครื่องสำอางพหุศักราช 2517 กำหนดให้ใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำยาทาเล็บไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นวัตถุกันเสียไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ (โดยห้ามมาใช้เป็นวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์สำหรับฟัน) และใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำยาบ้วนปากไม่เกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ไม่ควรใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน หากเกิดอาการระคายเคืองหรือผิดปกติควรหยุดใช้ปรึกษาแพทย์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 93 (พ.ศ. 2538) อาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 เรื่อง กำหนดวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร (ฉบับที่2) ได้แก่ ฟอร์มาลดีไฮด์ สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์และพาราฟอร์มาลดีไฮด์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุประสงค์

ผักที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ผักกาดขาว ถั้วฝักยาว และถั้วงอก

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุคก้าน
2. เครื่อง Spectrophotometer
3. กะละมังอลูมิเนียม
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า
6. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิชนิดปรอท หน่วยเป็นองศาเซลเซียส
7. Kjeldahl flask ชนิด pyrex
8. flask ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
9. ปิเปตวัดปริมาตร ขนาด 2,5 และ 10 มิลลิลิตร และหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร
10. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100,500 และ 1000 มิลลิลิตร
11. water bath

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. Phosphoric acid (H_3PO_4) 85 เปอร์เซ็นต์ Analytical Reagent grade ของ Merck
2. Antifoam : silicone Lab Art. 7743 ของ Merck
3. Nash's reagent เตรียมโดยละลาย Ammonium acetate 150 กรัม ในน้ำกลั่น ประมาณ 200 มิลลิลิตร เติม acetic acid 3 มิลลิลิตร และ acetylacetone 2 มิลลิลิตร ถ่ายใส่ Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร
4. Formaldehyde standard solutions โดยเตรียม
Stock solution เข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม ชั่ง 37.4 เปอร์เซ็นต์ สารละลาย Formaldehyde 5.35 กรัม และใส่ใน Volumetric flask ขนาด 2 ลิตร และเติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร (ให้ทำการ Standardization ตามวิธีของ สุราทิพย์ (2535) 8ข้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1 Solution C เข้มข้น 1 พีพีเอ็ม ปิเปต 1 มิลลิลิตร Solution B ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นจนครบตามปริมาตร
- 4.2 Solution D เข้มข้น 2 พีพีเอ็ม ปิเปต 2 มิลลิลิตร Solution B ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นจนครบตามปริมาตร
- 4.3 Solution E เข้มข้น 4 พีพีเอ็ม ปิเปต 1 มิลลิลิตร Solution B ลงใน volumetric flask ขนาด 100 พีพีเอ็ม และเติมน้ำกลั่นจนครบตามปริมาตร
- 4.4 Solution F เข้มข้น 10 พีพีเอ็ม ปิเปต 10 มิลลิลิตร Solution B ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นจนครบตามปริมาตร

3.3 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการหาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักกาดขาว ถั่วงอก และถั้วฝักยาว จากแหล่งปลอดสารพิษและตลาดสดทั่วไป

ซื้อผักทั้ง 3 ชนิดมาจาก 2 แหล่งได้แก่

- (1) แหล่งปลอดสารพิษ ได้แก่จากแผนกผักปลอดสารพิษจาก ซูเปอร์มาเก็ต ในห้างสรรพสินค้า
- (2) ซื้อจากตลาดสดทั่วไป

นำมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์(สูตรที่ 2535) โดยวิธีการดังนี้

1. ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ลงใน kjeldahl flask ขนาด 300 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาณ 50 มิลลิลิตร
2. ทำให้เป็นกรดด้วย 85 เปอร์เซ็นต์ H_3PO_4 และเติมให้เกินพออีก 1 มิลลิลิตร ใส่ Silicone antifoam 1-2 หยด
3. ต้อ kjeldahl flask เข้ากับชุดกลั่น กลั่นช้าๆเก็บ distillate 25 มิลลิลิตร
4. ปิเปต distillate 2 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มี Nash's reagent 2 มิลลิลิตร
5. นำไปจุ่มใน waterbath ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็น
6. นำไปวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Spectrophometer ที่ความยาวคลื่น 415 nm เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยการปิเปตน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดลองทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง
8. คำนวณหาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ดังนี้

$$\text{ฟอร์มาลดีไฮด์ (mg/kg)} = \frac{CXY}{W}$$

C = ความเข้มข้นที่อ่านได้จาก calibration curve

V = ปริมาณของ distillate ที่กลั่นได้ (ml)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักที่ผ่านการแช่ในสารละลายฟอร์มาลีนในระดับความเข้มข้นต่างๆภายหลังการเก็บโดย

ซื้อผักกาดขาว ถั่วฝักยาว ถั่วงอกอย่างละ 1 กิโลกรัมจากแผงผักปลอดสารพิษจากซูเปอร์มาเก็ต นำมาแช่ในสารละลายฟอร์มาลีนที่มีความเข้มข้น 5,10 และ 15 พีพีเอ็ม เป็นเวลานาน 5 นาที นำผักดังกล่าวบรรจุถุงพลาสติกปิดปากถุงและเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส กลุ่มตัวอย่างของผักดังกล่าวในวันที่ 1,3,5 และ 7 ของการเก็บรักษา มาตรวจวัดหาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

นำผักที่เก็บรักษาจากข้อ 1. ภายหลังการเก็บเป็นระยะเวลา 1,3,5 และ 7 วันมาล้างในน้ำสะอาด 2 ครั้ง แล้วผ่านความร้อนโดยการลวกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 นาที นำมาตรวจวิเคราะห์หาสารฟอร์มาลดีไฮด์ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักภายหลังการเก็บรักษาและผ่านความร้อนความร้อนโดยขั้นตอนในการทดลองดังแสดงในภาพที่

3.1

แหล่งปลอดสารพิษ



หาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้าง



ตลาดสดทั่วไป



หาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้าง

เชิงในสารพอร์มาลิน

5 พีพีเอ็ม

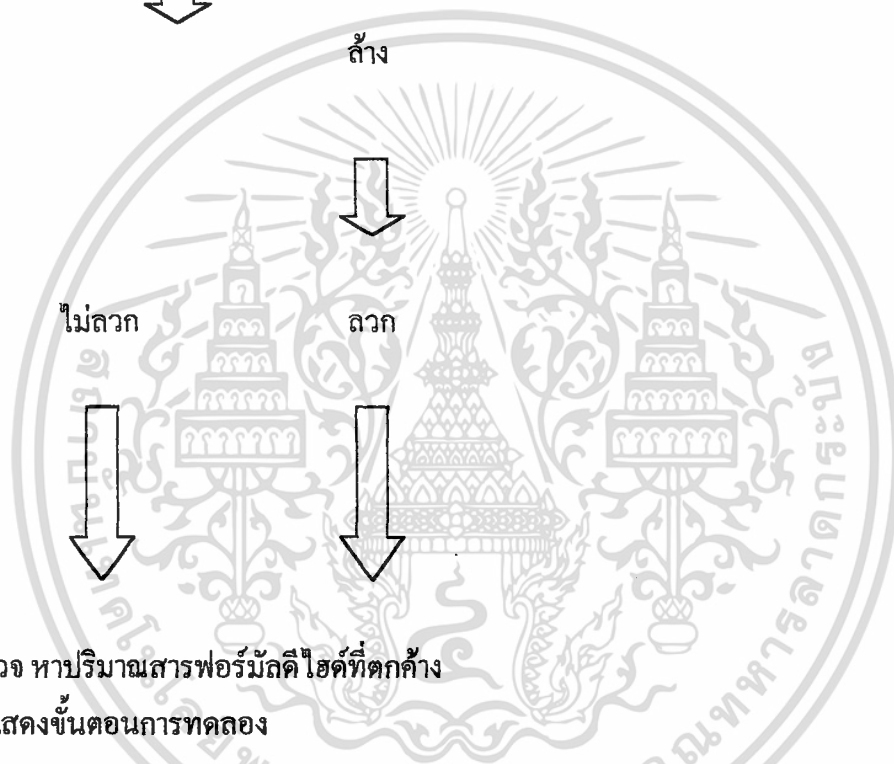
10 พีพีเอ็ม

15 พีพีเอ็ม

โดยแช่เป็นเวลา 5 นาที



เก็บรักษาตรวจทุกวันที่ 1,3,5 และ 7



ตรวจหาปริมาณสารพอร์มาลินไฮโดรที่ตกค้าง

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง: วิเคราะห์ความแตกต่างเบื้องต้นของผลการทดลองโดยวิธี *simplefactorial* และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผ้าจากแหล่งปลดสารพิษและตลาดสดทั่วไป

จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์จากผ้าปลดสารพิษและตลาดสดทั่วไป ปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผ้าทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วงอก ผักกาดขาวและถั้วฝักยาวมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากันดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผ้าจากแหล่งปลดสารพิษและตลาดสดทั่วไป

ชนิดผัก	ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์(ppm)	
	แหล่งปลดสารพิษ	แหล่งตลาดสดทั่วไป
ถั่วงอก	1.59	1.60
ผักกาดขาว	0.72	0.72
ถั้วฝักยาว	1.21	1.22

4.2 ศึกษาการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผ้าที่นำมาใช้ในสารละลายฟอร์มาลีนในระดับความเข้มข้นต่างๆภายหลังการเก็บรักษาและการผ่านความร้อน

จากการทดลองพบว่าภายหลังการแช่ผ้าทั้ง 3 ชนิดในสารละลายฟอร์มาลีนที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 ppm ลักษณะปรากฏของผัสดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะปรากฏของผักที่ไม่แช่ฟอร์มาลินและแช่ฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ชนิดผัก	แช่สารฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น(ppm)			
	0	5	10	15
ถั้วฝักยาว	สีเขียวเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานตั้งแต่วันที่ 3 จะมีลักษณะเหี่ยวซีด	สีเขียวกว่าถั้วฝักยาวที่ไม่ได้แช่ฟอร์มาลิน	สีเขียวเข้มเล็กน้อย	สีเข้มมาที่สดและยังคงความสดได้นาน
ถั้วงอก	สีขาวเมื่อเก็บรักษาไว้นานจะมีน้ำแฉะและเหี่ยว	สีขาวอมเหลืองเก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน	สีขาวอมเขียวเล็กน้อยเก็บไว้ได้นานขึ้น	สีของถั้วงอกดูสดกว่าและเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าทุกความเข้มข้นอื่น
ผักกาดขาว	ขาวอมเขียวกبابใบภายนอกจะเริ่มเหี่ยวตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา	สีขาวอมเขียวใกล้เคียงกับผักที่ไม่ได้แช่	สีเขียวขึ้นเล็กน้อยและเก็บไว้ได้นานขึ้น	สีเขียวเข้มมากกว่าความเข้มข้นอื่นและเก็บไว้ได้นานกว่า

ภายหลังการเก็บผักดังกล่าวที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียสพบว่าการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักที่ทำการแช่สารละลายฟอร์มาลินความเข้มข้น 5,10 และ 15 ppm และนำมาผ่านความร้อนดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ก่อนและหลังการผ่านความร้อนภายหลังการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน

ชนิดผัก	ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ (ppm)	สารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ตกค้าง(ppm)ภายหลังการเก็บและการลวก							
		วันที่1		วันที่3		วันที่5		วันที่7	
		ก่อนลวก	หลังลวก	ก่อนลวก	หลังลวก	ก่อนลวก	หลังลวก	ก่อนลวก	หลังลวก
ถั่ว งอก	0 ppm	1.56	1.07	1.05	0.91	0.69	0.70	0.59	0.55
	5 ppm	1.77	1.20	1.80	0.87	1.22	0.78	0.94	0.56
	10 ppm	1.98	1.11	1.73	0.97	1.63	1.06	1.05	0.80
	15 ppm	2.21	1.42	1.83	1.12	1.70	1.10	1.37	0.84
ผัก กาด ขาว	0 ppm	1.22	1.21	1.17	1.17	1.10	1.09	1.02	1.04
	5 ppm	1.81	1.42	1.30	1.28	1.26	1.21	1.13	1.10
	10 ppm	1.74	1.70	1.59	1.50	1.45	1.40	1.25	1.20
	15 ppm	1.95	1.71	1.84	1.80	1.67	1.65	1.37	1.35
ถั่ว ฝัก ขาว	0 ppm	0.73	0.06	0.71	0.63	0.62	0.51	0.56	0.55
	5 ppm	1.01	0.93	0.96	0.85	0.85	0.73	0.75	0.56
	10 ppm	1.48	1.42	1.43	1.36	1.23	1.20	1.11	0.80
	15 ppm	2.52	2.25	2.14	1.82	1.77	1.71	1.77	0.73

จากตาราง 4.3 ถั่วงอกที่ผ่านการแช่สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 ppm เมื่อเก็บเป็นเวลา 1 วันจะมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้าง 1.77, 1.98 และ 2.21 ppm และเมื่อเก็บเป็นเวลา 7 วันจะเหลือ 0.94, 1.05 และ 1.37 ppm ตามลำดับ และผลของความร้อนโดยการลวกในแต่ละวันที่ทำการวิเคราะห์จะทำให้ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 ppm ลดลงคือ ในวันที่ 1 จะเหลือ 1.2, 1.11 และ 1.42 ppm ส่วนในวันที่ 7 จะมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ 0.56, 0.80 และ 0.84 ppm ซึ่งปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่หลงเหลืออยู่สามารถนำมาแสดงเป็นกราฟเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วงอกดังภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4

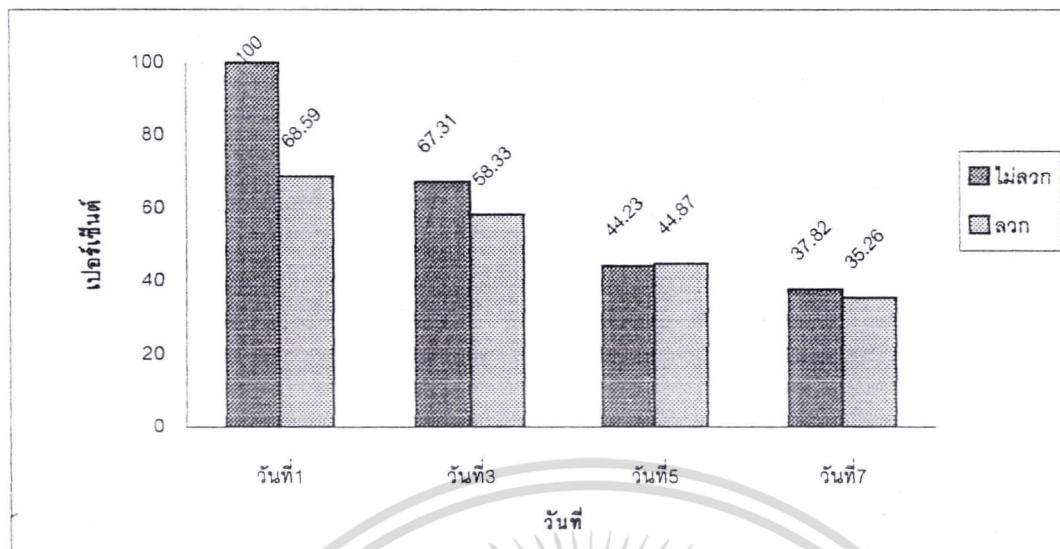


ถั่วฝักยาวที่ผ่านการแช่สารละลายฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 ppm เมื่อเก็บเป็นเวลา 1 วันจะมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้าง 1.01 ,1.48 และ 2.52 ppm และเมื่อเก็บเป็นเวลา 7 วันจะเหลือ 0.75 ,1.11 และ 1.77 ppm ตามลำดับ และผลของความร้อนโดยการลวกในแต่ละวันที่ทำการวิเคราะห์จะทำให้ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับความเข้มข้น 5 ,10 และ 15 ppm ลดลงคือ ในวันที่ 1 จะเหลือ 0.93 ,1.42 และ 2.25 ppm ส่วนในวันที่ 7 จะมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ 0.56 , 0.80 และ 0.73 ppm ซึ่งปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่หลงเหลืออยู่สามารถนำมาแสดงเป็นกราฟเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาวดังภาพที่ 4.5,4.6,4.7 และ 4.8

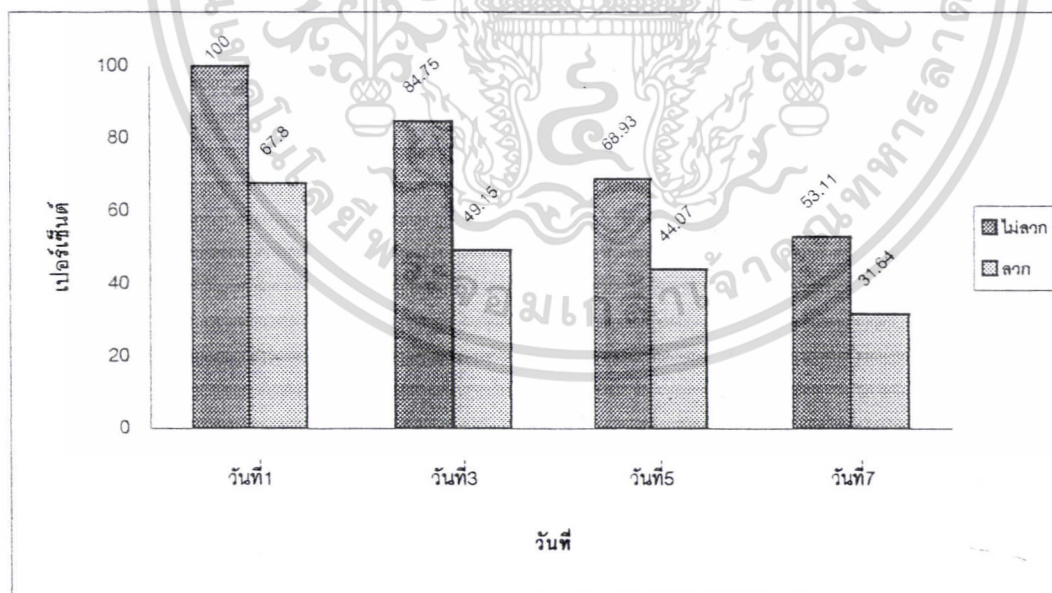
ผักกาดขาวที่ผ่านการแช่สารละลายฟอร์มาลินที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 ppm เมื่อเก็บเป็นเวลา 1 วันจะมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ตกค้าง 1.81 ,1.74 และ 1.95 ppm และเมื่อเก็บเป็นเวลา 7 วันจะเหลือ 1.13 ,1.25 และ 1.37 ppm ตามลำดับ และผลของความร้อนโดยการลวกในแต่ละวันที่ทำการวิเคราะห์จะทำให้ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับความเข้มข้น 5 ,10 และ 15 ppm ลดลงคือ ในวันที่ 1 จะเหลือ 1.42 ,1.70 และ 1.71 ppm ส่วนในวันที่ 7 จะมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ 1.10 , 1.20 และ 1.35 ppm ซึ่งปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่หลงเหลืออยู่สามารถนำมาแสดงเป็นกราฟเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของผักกาดขาวดังภาพที่ 4.9,4.10,4.11 และ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งหากมีให้ดัดแปลงแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง**

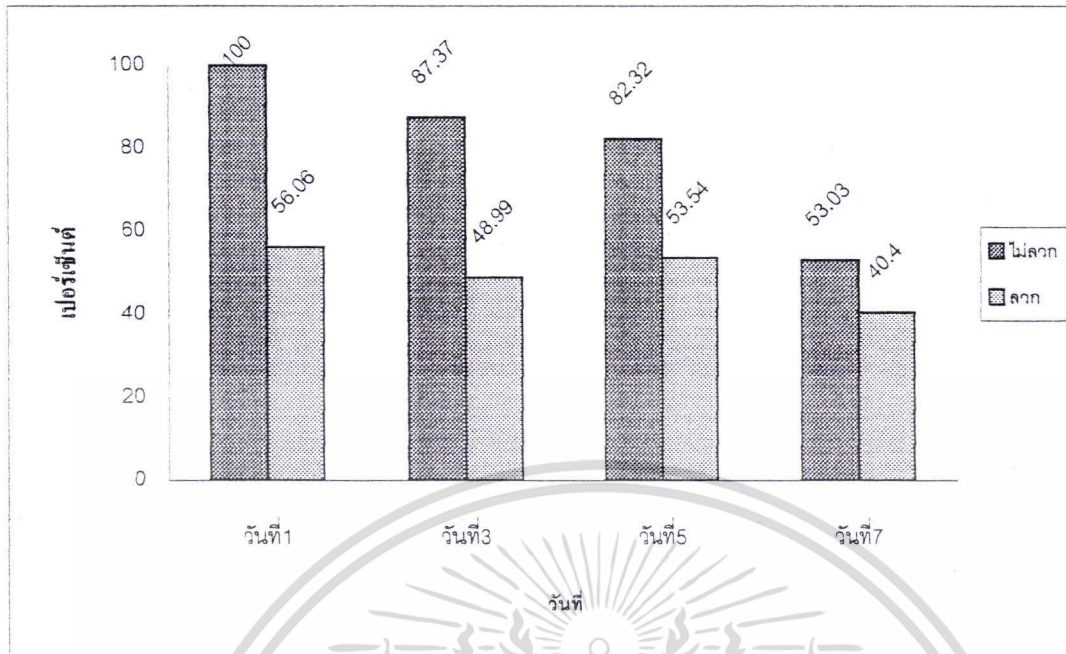


ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ภายหลังการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วอก control

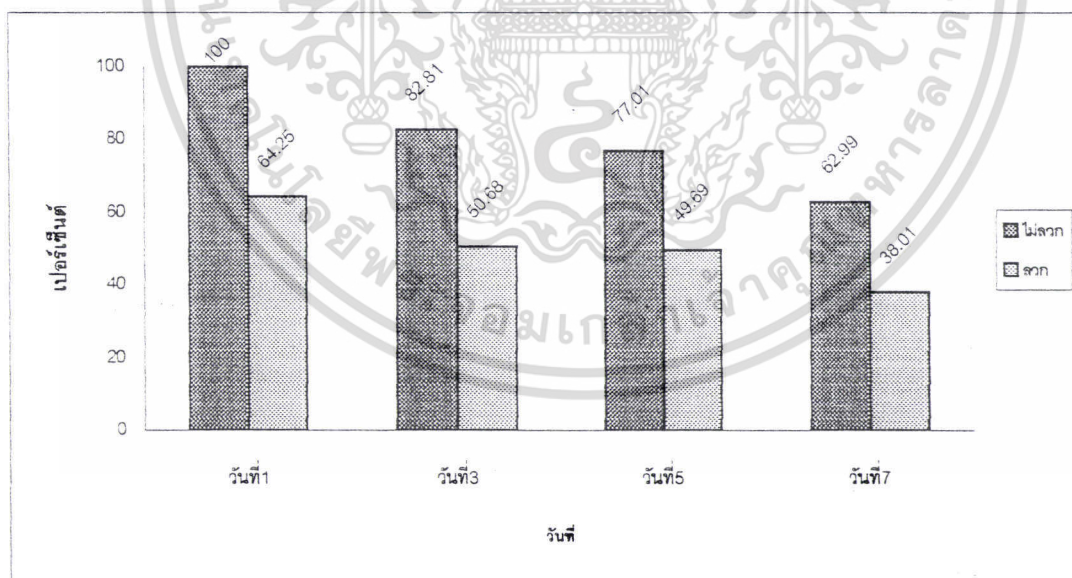


ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์หลังจากการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วอก 5 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

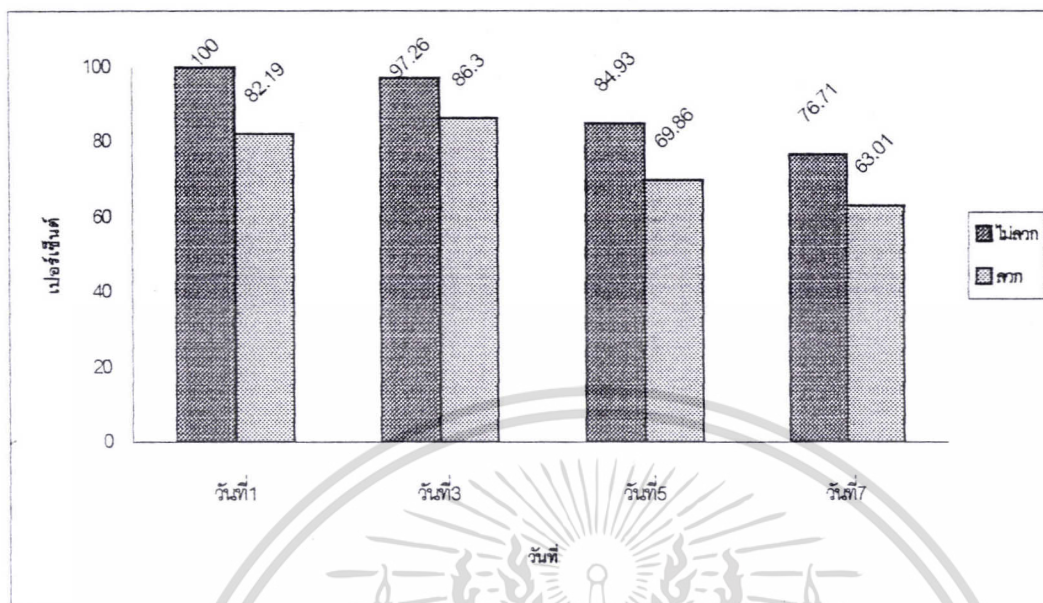


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณคลอโรฟิลล์ไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของถั่วงอก 10 ppm

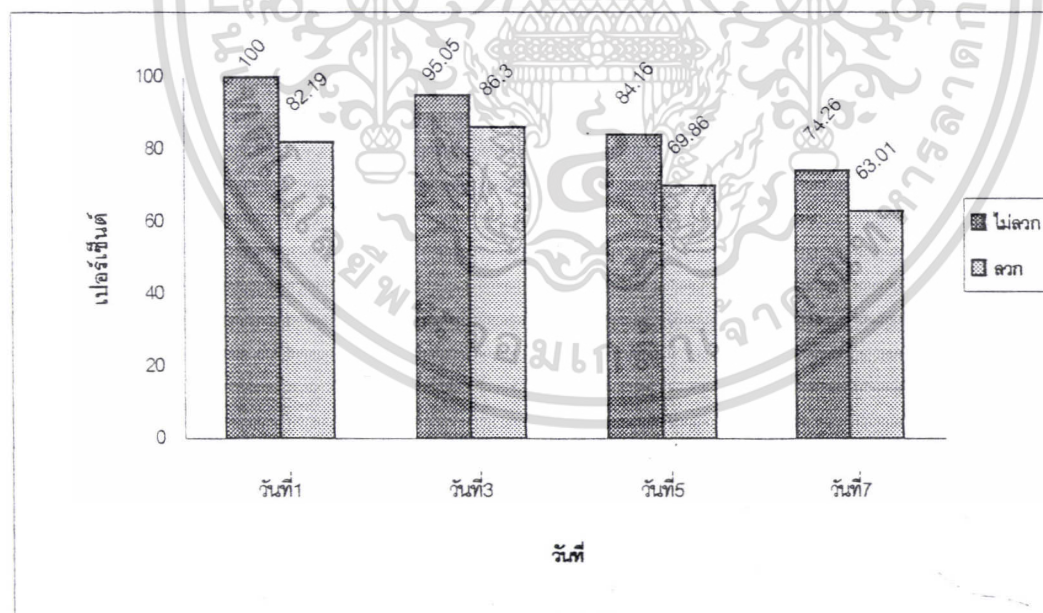


ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณคลอโรฟิลล์ไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของถั่วงอก 15 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

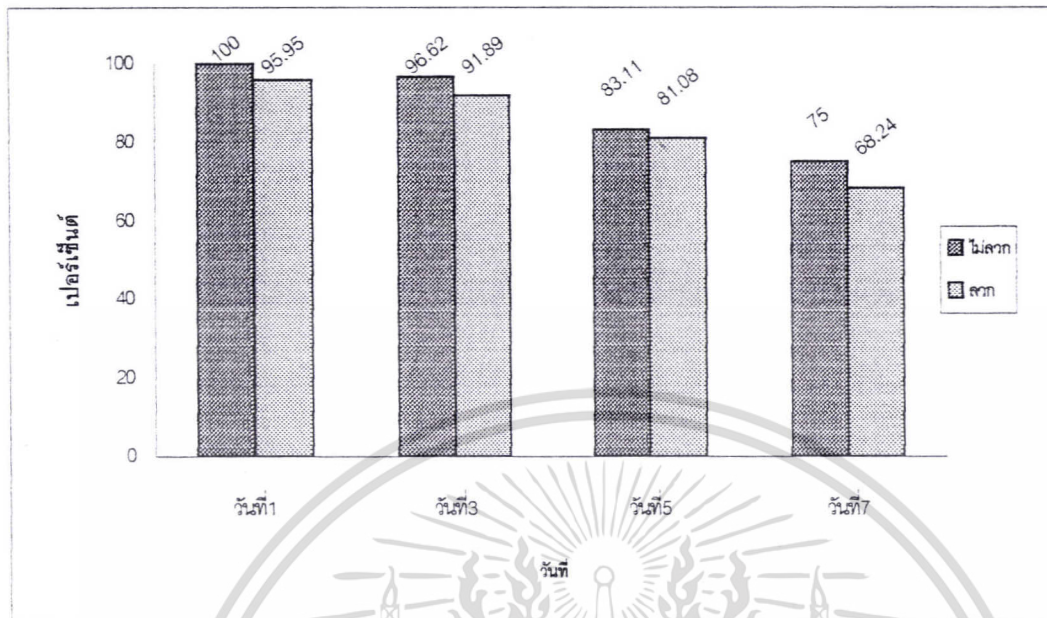


ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกของปริมาณฟอร์มันต์ไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว control

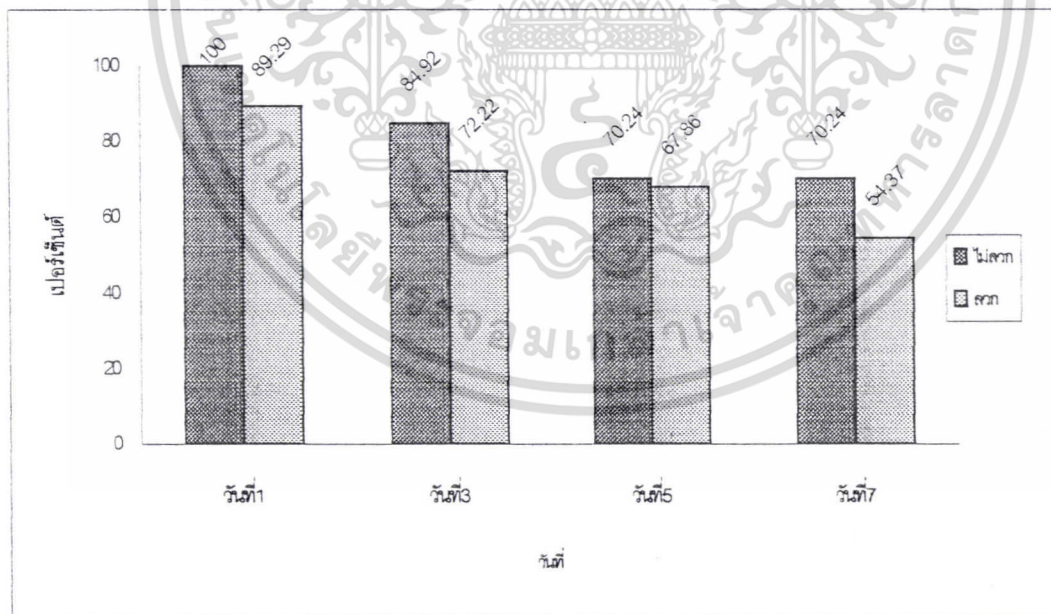


ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกของปริมาณฟอร์มันต์ไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว 5 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

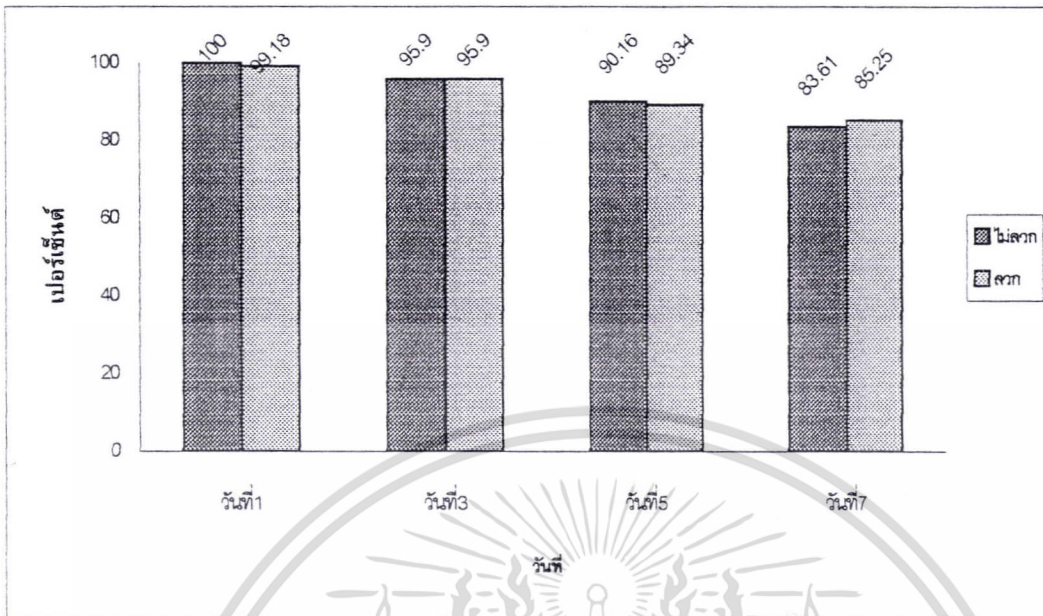


ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว 10 ppm

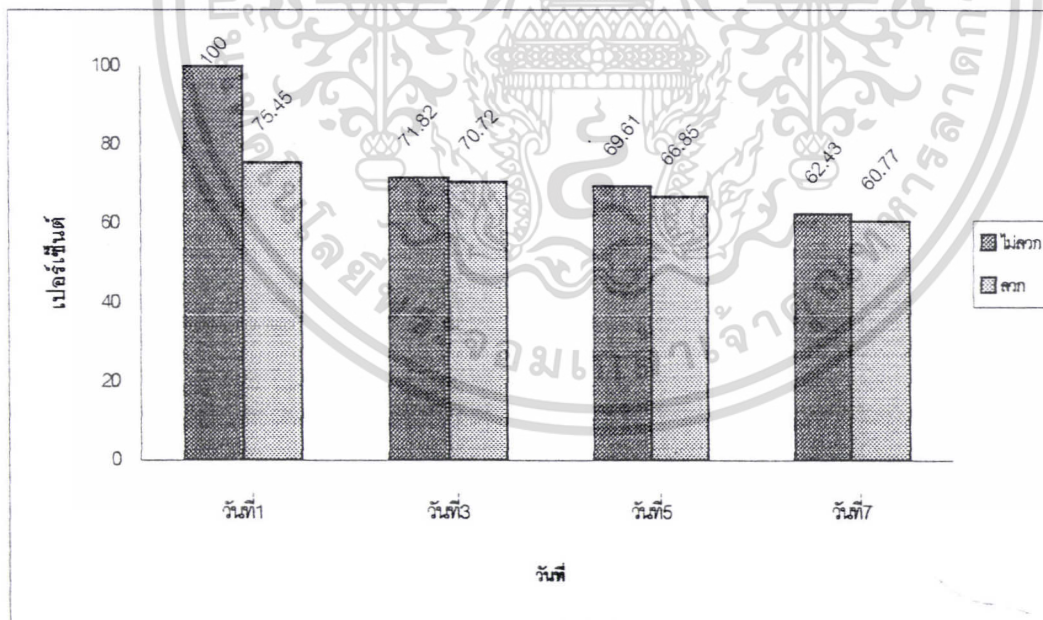


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของถั่วฝักยาว 15 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

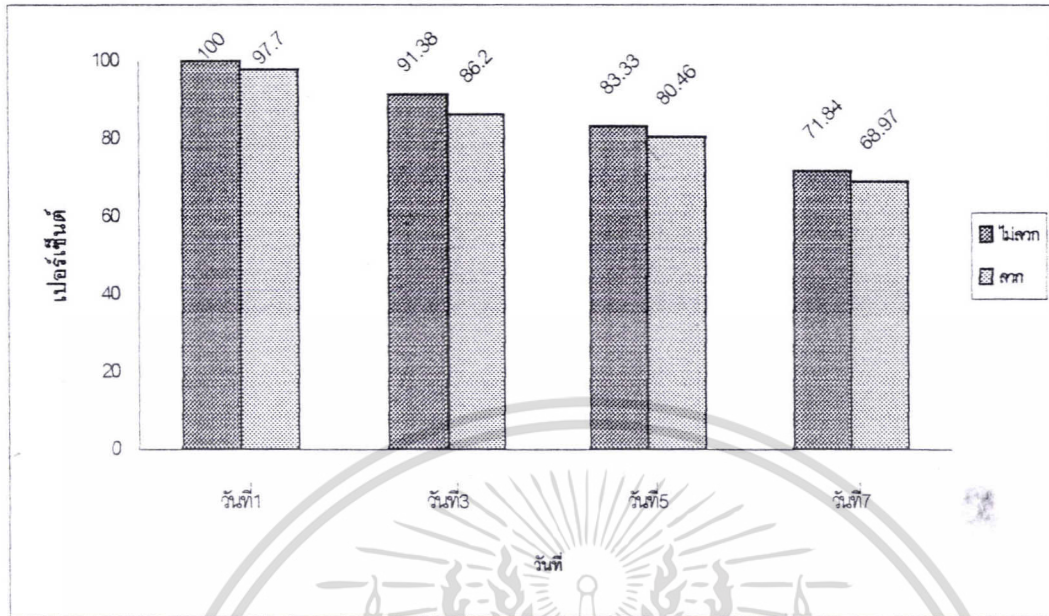


ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของผักกาดขาวcontrol

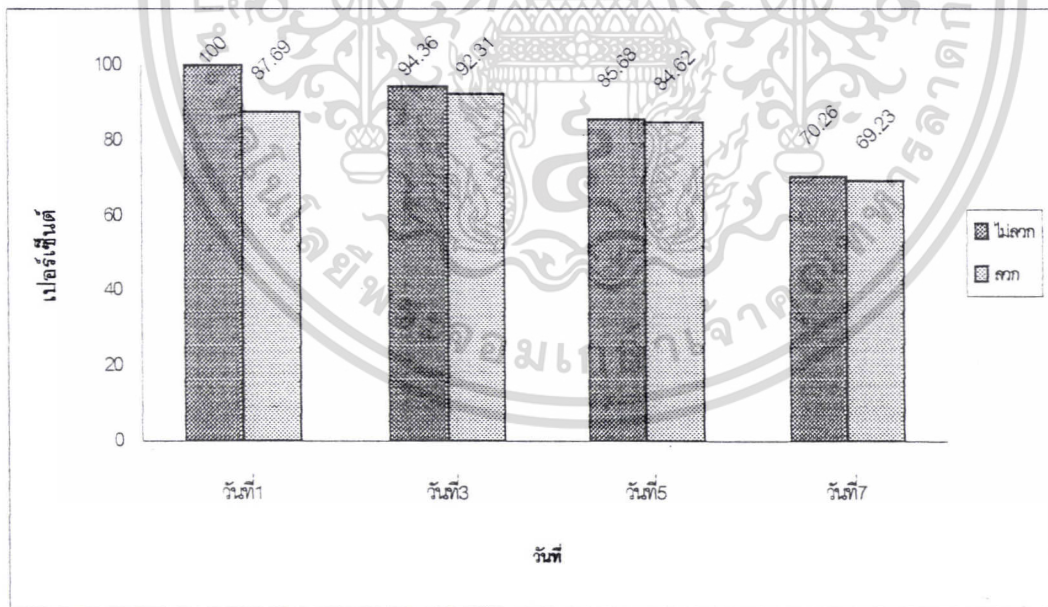


ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษา และผ่านการให้ความร้อนของผักกาดขาว 5 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของผักกาดขาว 10 ppm



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ภายหลังจากการเก็บรักษาและผ่านการให้ความร้อนของผักกาดขาว 15 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณการตกค้างของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วงอก ถั้วฝักยาว ผักกาดขาว ภายหลังจากแช่ผักในสารฟอร์มาลีนระดับความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 ppm และเก็บไว้ในอุณหภูมิไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน พบว่าระยะเวลาการเก็บและผลของความร้อนโดยการลวก จะทำให้ปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ลดลง และผักแต่ละชนิดเมื่อแช่ฟอร์มาลีนจะทำให้ผักมีความสดมากกว่าผักที่ไม่ได้แช่ฟอร์มาลีน

เนื่องจากว่าในการลวกของผักกาดขาวนั้นเปอร์เซ็นต์การลดลงของฟอร์มาลดีไฮด์จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงน้อยกว่าเนื่องจาก

1 ผักกาดขาวนั้นเป็นผักชนิดที่มีน้ำในเซลล์เนื้อเยื่อจำนวนมากกว่าถั้วฝักยาวและมีพื้นที่ผิวจะมีขนาดใหญ่กว่าถั้วฝักยาวและถั่วงอกมากจึงจะสามารถที่จะดูดซึมปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ได้มากกว่าผักชนิดอื่นเมื่อนำไปลวกปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์จึงยังคงมีปริมาณหลงเหลืออยู่สูงกว่าผักชนิดอื่น กราฟจึงมีความแตกต่างกันระหว่างการลวกน้อยมากแต่อย่างไรก็ตามก็จะมี การลดลงของปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

2 ในผักที่นำมาศึกษาอาจมีอัลดีไฮด์ชนิดอื่นอยู่ การออกซิเดชันของอัลดีไฮด์จะทำให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ น้ำและอัลดีไฮด์ที่มีโมเลกุลเล็ก เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์จะเกิดการออกซิเดชันของอะซีตัลดีไฮด์(acetaldehyde) ดังสมการ



3 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ตามวิธี AOAC โดยวิธีกลั่นโดยใช้ Nash's reagent ไม่สามารถตรวจแยกเฉพาะฟอร์มาลดีไฮด์อย่างเดียวได้เนื่องจากอัลดีไฮด์ที่มีโมเลกุลเล็กๆจะถูกกลั่นกลายเป็นไอและทำปฏิกิริยากับ reagent ได้สารละลายสีเหลืองเหมือนฟอร์มาลดีไฮด์ เช่น อะซีตัลดีไฮด์(acetaldehyde) ซึ่งมีมวลโมเลกุล 44 จุดเดือด 21 องศาเซลเซียสจึงทำให้ผลการวิเคราะห์มีค่าสูง แต่ถ้าใช้วิธี liquid chromatography จะเป็นวิธีที่แน่นอนกว่าแต่เนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง ทางภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรขนาด column สำหรับวิเคราะห์ฟอร์มาลดีไฮด์ นอกจากยังเป็นการไม่สะดวกต่อการไปยื่นหน่วยงานอื่นการทดลองนี้ จึงใช้วิธี Spectrophotometric method ซึ่งวิธีการวิเคราะห์นี้ทางกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขก็ยังใช้อยู่ ดังนั้นค่าที่วัดในการศึกษานี้จึงมีค่ามากกว่าความเป็นจริงเล็กน้อย

ในการศึกษาหาปริมาณของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในผักครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคในแง่การลดปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ตกค้างในผักโดยการล้างและการลวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

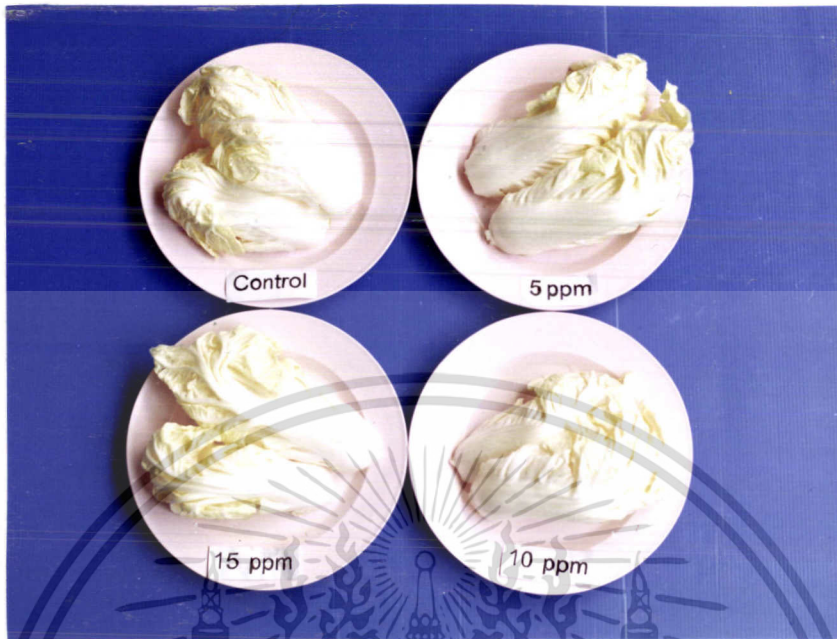
- ขจรเดช จันทะยานีย์ .2533. เลือกใช้เครื่องสำอางอย่างไรจึงจะปลอดภัย.วารสารกองสุขาภิบาล, ปีที่ 16 ,เล่มที่4.หน้า34-39
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ,สำนักงาน.2525. ฟอร์มัลดีไฮด์(Formuldehyde).กรุงเทพฯ:สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- เทพพนม เมืองแมน,ปาริชาติ วัฒนา.2525.รายงานผลการตรวจหาฟอร์มัลดีไฮด์ในผักที่ทำให้ผู้รับประทานป่วยและเสียชีวิตในประเทศไทย.วารสารรามาริบัติ เวชสาร ,ปีที่ 13,เล่มที่ 3. หน้า 45-51
- นวรรตน์ ณ สงขลา.2532. พยาธิวิทยาของสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.กรมการแพทย์.37 น.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 93 (พ.ศ.2538)เรื่องกำหนดวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร(ฉบับที่2).พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 โรงพิมพ์นิติเวช. 331 น.
- พิชัย ไตวิชัย 2530.ฟอร์มาลินกลิ่นอันตราย. วารสารวิทยาศาสตร์, ปีที่ 42 ,เล่มที่ 9. หน้า 561-562 .
- วิทยาศาสตร์การแพทย์,กรม .2535 .กระทรวงสาธารณสุข .ความรู้เกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษ.กรุงเทพฯ
- วิรดา ดิษยมนทล.2525. ประโยชน์ของฟอร์มัลดีไฮด์และผลิตภัณฑ์ฟอร์มัลดีไฮด์. ฉลาดบริโภค , ปีที่5, เล่มที่1.87 น.
- แรงงาน,กรม. กระทรวงมหาดไทย. 2535.ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี)(โรเนียว). กรุงเทพฯ.
- สุรชาติพิทย์ วิทย์ชัยวุฒิมังส์ .2535. เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่อง การวิเคราะห์ฟอร์มัลดีไฮด์ .กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 15 น.
- อมรา กิ่งเกตุ ,วันทนีย์ ธนิสสร และฉวีวรรณ หัสลิละเมียร. 2525. ฟอร์มัลดีไฮด์ในอาหารต่างๆ.วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ,ปีที่ 24 ,เล่มที่3 .หน้า 131-137.
- ACGIH.1985-1986 Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices
- Owen,B.A.,Dudney,C.S.,TAN,E.L.,and Easterly,CE. 1990 Formaldehyde in drinking water : Comparative Hazard Evaluation and an Approach to Regulation toxicology and phamacology. page 220-236 .
- WHO.1987. Enviromental Health Criteria 89: Formaldehyde. Finland. 219 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของผักกาดขาวที่ไม่แช่ฟอร์มาลีนและแช่ฟอร์มาลีนในความเข้มข้นต่างๆกัน



ภาพที่ 4 แสดงชุดกลั่นไอน้ำในการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงเครื่อง Spectrophotometerที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของถั่วงอกที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

	Experimental Method				
	sumsquares	df	Mean square	F	sig
VOLUME Main (Combined)	4.914	7	0.702	19.782	0.000
Effects day	2.264	3	0.721	20.329	0.000
ppm	1.110	3	0.370	10.430	0.000
treat	1.639	1	1.639	46.199	0.000
Model	4.914	7	0.702	19.782	0.000
Residual	0.852	24	3.549E-02		
Total	5.766	31	0.186		

ตารางที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของถั่วฝักยาวที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

	Experimental Method				
	sumsquares	df	Mean square	F	sig
VOLUME Main (Combined)	9.013	7	1.288	83.867	0.000
Effects day	0.795	3	0.265	17.217	0.000
ppm	8.065	3	2.688	175.105	0.000
treat	0.153	1	0.153	9.941	0.004
Model	9.013	7	1.288	83.867	0.000
Residual	0.368	24	1.535E-02		
Total	9.382	31	0.186		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแตกต่างของผักกาดขาวที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

		Experimental Method				
		sumsquares	df	Mean square	F	sig
V A L U M E	Main (Combined)	2.034	7	0.291	31.782	0.000
	Effects					
	day	0.725	3	0.242	26.426	0.000
	ppm	1.275	3	0.425	46.499	0.000
	treat	3.380E-02	1	3.380E-02	3.697	0.006
	Model	2.034	7	0.291	31.782	0.000
	Residual	0.219	24	9.142E-03		
Total	2.253	31	7.269E-02			



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายพรชัย กิจสิริสินชัยเกิดเมื่อวันที่ 7 เมษายน 2517 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ในปีพ.ศ.2536 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกเคมี สิ่งทอจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต เทคนิคกรุงเทพ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร)จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปีพ.ศ 2542

นายเรืองเดช จุติพรรณกุล เกิดเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2519 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคามในปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจากสถาบันราชภัฏธนบุรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ปี พ.ศ.2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปี พ.ศ. 2542

นายสงัด ดีไชสงเกิดเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2519 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิมายวิทยา จังหวัดนครราชสีมาในปีพ.ศ.2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต พระนครศรีอยุธยาหันตรา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร)จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้