

การศึกษาความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของสารเมโทมิลด้วยวิธี *Allium* Test^{*}

The Study of Methomyl Genotoxicity Using *Allium* Test

ปวีณา อูยিং (Paweena Ouying)^{**}

นนุช เอื้อวงศ์ (Nongnuch Euawong)^{**}

อารีย์ ทองภักดี (Aree Thongpakdee)^{**}

กรกช ชันจิรกุล (Korakot Chanjirakul)^{**}

สุพรรณฎิภา เสี่ยงสาย (Supanyika Sengsai)^{**}

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงเมโทมิล (methomyl) ต่อโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอม (*Allium cepa* L.) ด้วยวิธี *Allium* test พบว่าดัชนีการแบ่งเซลล์ (mitotic index: %MI) ของเซลล์ปลายรากที่ได้รับสารละลายเมโทมิลความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 600 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อศึกษาผลของสารดังกล่าวในการชักนำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (chromosome aberrations, %CA) ในเซลล์ปลายรากที่ได้รับสารพบว่ามีค่าความผิดปกติเพิ่มขึ้น (0.83 ± 0.02 , 0.99 ± 0.06 , 1.13 ± 0.03 และ 1.07 ± 0.07) ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบรูปแบบความผิดปกติชนิด disturbed metaphase, disturbed anaphase, micronucleus, C-mitosis, chromosome bridges และ lagging chromosome นอกจากนี้ยังพบว่าการได้รับสารละลายเมโทมิลความเข้มข้น 600 ppm เป็นเวลา 48 ชั่วโมงมีผลยับยั้งการแบ่งเซลล์สูงกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองที่ได้รับสารนาน 24 ชั่วโมง และยังมีผลให้พบเซลล์ที่มีสภาพเป็น polyploid และความผิดปกติชนิด chromosome fragment เพิ่มขึ้น

*

ศึกษาผลของสารเคมีกำจัดแมลงเมโทมิลในการชักนำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอม

The effects of Methomyl on chromosome aberrations induction and cell division inhibition were studied in *Allium cepa* L. root tip cell.

**

ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม 73000

Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Pathom 73000

supan12hotmail@gmail.com (สุพรรณฎิภา เสี่ยงสาย)

Abstract

The genotoxic effects of methomyl on *Allium cepa* L. root tip cells was studied. With *Allium* test, mitotic index (%MI) significantly decreased ($p \leq 0.05$) in root tip cells treated with 100, 200, 400 and 600 ppm of methomyl for 24 hrs when compared with the control. On the other hand, chromosome aberration induction increased significantly in root tips treated with 100-600 ppm of methomyl as 0.83 ± 0.02 , 0.99 ± 0.06 , 1.13 ± 0.03 and 1.07 ± 0.07 , respectively. Disturbed metaphase, disturbed anaphase, micronucleus, C-mitosis, chromosome bridges and lagging chromosome were found in the experiments. The effects of different treated duration times was compared between 24 hrs and 48 hrs. The result showed %MI in the longer treated time was more decreased than the shorter while the higher frequencies of polyploid and chromosome fragment were found in 48 hrs-treated group.

บทนำ

วิธีการหนึ่งที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรเพื่อให้สามารถส่งผลผลิตออกสู่ตลาดได้มากขึ้น ได้แก่การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีข้อควรพิจารณาและต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เช่น คาร์โบฟูราน (carbofuran), เมทโธมิล (methomyl) และ ไดโครโตฟอส (dicrotophos) เนื่องจากเป็นสารที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคได้ (เครือข่ายวิชาการเตือนภัยสารเคมีเกษตรกรไทย, 2554) สารเมทโธมิล ($C_5 H_{10} N_2 S$) เป็นสารในกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) ที่ถูกจัดเป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีความเป็นพิษร้ายแรง สารเมทโธมิลที่วางขายตามท้องตลาดในประเทศไทยมีชื่อการค้าต่างๆ มากกว่า 300 ชนิด มีรายงานว่า การได้รับสารเมทโธมิลเข้าสู่ร่างกายส่งผลให้มีอาการ วิงเวียน คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ชัก เป็นพิษต่อหัวใจ ฮอร์โมนเพศชายลดลง ทำลายท่อในลูกอัณฑะ ทำลายดีเอ็นเอ และทำให้โครโมโซมผิดปกติ (Baron *et al.*, 1990) ซึ่งลักษณะอาการดังกล่าวไม่เพียงแต่จะเกิดแก่เกษตรกรที่ใช้สารเคมีโดยตรงเท่านั้น แต่ยังอาจส่งผลถึงผู้บริโภคหากมีการตกค้างของสารดังกล่าวในพืชผักต่างๆ นอกจากนี้การปนเปื้อนของสารดังกล่าวในสิ่งแวดล้อมผ่านทางน้ำทิ้งจากสวนเกษตรที่มีการฉีดพ่นสารก็อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ได้ต่อไป เนื่องจากมีผลการศึกษาพบว่าสารในกลุ่มคาร์บาเมตสามารถชักนำให้เกิดความผิดปกติของสารพันธุกรรมและการแบ่งเซลล์ในคนและสัตว์ทดลองได้ (จินตพัฒน์ นทีวัฒนา, 2547; Alfredo *et al.*, 1998) ในการศึกษาวิจัยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารกำจัดแมลงเมทโธมิลต่อโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์และอัตราการแบ่งเซลล์ในพืช ซึ่งอาจใช้เป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตที่มีเป้าหมาย (non-targeted organisms) ของสารดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังในการใช้สารกำจัดแมลงชนิดนี้ต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมพืชทดลองและสารทดสอบ

เลือกหัวหอมที่มีสภาพดีนำมาตัดรากเดิมทิ้งโดยไม่ทำลายจุดกำเนิดราก แขนงโคนในน้ำกลั่นจนมีรากยาวประมาณ 1.6 - 0.6 เซนติเมตรจึงนำไปใช้ในการทดลอง สำหรับการเตรียมสารละลายเมทิลโมลที่ความเข้มข้นต่างๆ ใช้วิธีละลายสารกำจัดแมลงเมทิลโมลในรูปแบบสารผสมสูตรการค้า (40%SP) ในน้ำกลั่น

2. การศึกษาความเป็นพิษของสารเมทิลโมลต่อโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่ได้รับสารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำหัวหอมที่เพาะให้งอรากไว้มาแช่ในสารละลายเมทิลโมลความเข้มข้น 0 (กลุ่มควบคุม), 100, 200, 400 และ 600 ppm โดยให้ส่วนของรากสัมผัสกับสารทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างส่วนรากด้วยน้ำกลั่นแล้วจึงตัดปลายรากแช่ในน้ำยาตรึงเซลล์ชนิด Carnoy's solution นาน 24 ชั่วโมงเพื่อยุติกิจกรรมภายในเซลล์ ภายหลังการตรึงเซลล์จึงนำรากแช่ใน 70% ethanol เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C จนกว่าจะนำไปศึกษาในการศึกษาการแบ่งเซลล์และความผิดปกติของโครโมโซมในเซลล์ปลายราก ใช้วิธีเตรียมสไลด์และเตรียมเซลล์ปลายรากด้วย Squash techniques และย้อมเซลล์ด้วยสี aceto-orcein แล้วจึงนำสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายกล้อง 600 เท่า เพื่อหาค่าสิ่งชี้วัดความเป็นพิษของสารทดสอบต่อโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์และอัตราการแบ่งเซลล์ ดังนี้ (สุพรรณภูมิฯ เสี่ยงสายและวิมล ขวัญเกื้อ, 2550; Migid *et al.*, 2007)

ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะ (phase index: %)

$$= (\text{จำนวนเซลล์ที่แบ่งตัวอยู่ในระยะหนึ่งๆ} / \text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่ตรวจนับ}) \times 100$$

ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ (mitotic index: %MI)

$$= (\text{จำนวนเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวทั้งหมด} / \text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่ตรวจนับ}) \times 100$$

ค่าความผิดปกติของโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ (chromosome aberrations: %CA)

$$= (\text{จำนวนเซลล์ที่พบความผิดปกติของการแบ่งเซลล์และโครโมโซมผิดปกติ} / \text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่ตรวจนับ}) \times 100$$

(หมายเหตุ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยแต่ละกลุ่มการทดลองสุ่มนับ 1000 เซลล์ต่อสไลด์ต่อรากใช้จำนวนรากต่อกลุ่มการทดลองจำนวน 5 ราก)

3. การศึกษาความเป็นพิษของสารเมทิลโมลความเข้มข้น 600 ppm ต่อโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์และอัตราการแบ่งเซลล์ในเซลล์ปลายรากหอมที่ได้รับสารเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

นำหัวหอมที่เพาะให้งอรากไว้แช่ในสารละลายเมทิลโมลความเข้มข้น 0 และ 600 ppm โดยให้ส่วนของรากสัมผัสกับสารทดสอบเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงนำมาหยุดกิจกรรมภายในเซลล์ แล้วนำไปหาค่าสิ่งชี้วัดความเป็นพิษของสารทดสอบต่อโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์และอัตราการแบ่งเซลล์ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับวิธีการข้อ 2.

4. การทดสอบสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษา

1. การศึกษาความเป็นพิษของสารเมทิลเมทิลต่อโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่ได้รับสารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากการศึกษาความเป็นพิษต่อการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่ได้รับสารละลายเมทิลเมทิลนาน 24 ชั่วโมง พบว่ามีการแบ่งเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ (%MI) เท่ากับ 8.95 ± 0.69 , 7.93 ± 0.20 , 7.09 ± 0.35 , 5.99 ± 0.34 และ 5.27 ± 0.17 ในปลายรากที่ได้รับสารละลายเมทิลเมทิลความเข้มข้นสูงขึ้น (0, 100, 200, 400 และ 600 ppm) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าโดยส่วนใหญ่มีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะ (phase index) ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ (%MI) และค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะ (phase index) ในเซลล์ปลายรากหอม (*Allium cepa* L.) ที่ได้รับสารละลายเมทิลเมทิลความเข้มข้น 0, 100, 200, 400 และ 600 ppm นาน 24 ชั่วโมง

Treatments (ppm)	Phases index (%)*				MI (%)*
	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	
0	44.55 ± 2.04^A	20.71 ± 0.58^{AB}	8.69 ± 0.81^A	26.06 ± 2.50^A	8.95 ± 0.69^A
100	45.74 ± 1.80^A	17.27 ± 1.46^B	9.35 ± 0.76^A	27.64 ± 2.10^A	7.93 ± 0.20^{AB}
200	46.14 ± 2.03^A	21.98 ± 1.05^A	7.91 ± 0.92^A	23.97 ± 2.43^A	7.09 ± 0.35^{BC}
400	45.47 ± 2.26^A	22.65 ± 0.76^A	8.49 ± 0.76^A	23.39 ± 2.38^A	5.99 ± 0.34^{CD}
600	49.00 ± 1.90^A	19.81 ± 0.66^{AB}	8.14 ± 1.18^A	23.18 ± 0.45^A	5.27 ± 0.17^D

* หมายถึง ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE, ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

วิเคราะห์โดย Duncan's Multiple comparison

เมื่อศึกษาความผิดปกติของโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (%CA) พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยมีค่าความผิดปกติเท่ากับ 0.71 ± 0.00 , 0.83 ± 0.02 , 0.99 ± 0.06 , 1.13 ± 0.03 และ 1.07 ± 0.07 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายเมทิลเมทิลมีแนวโน้มชักนำให้เกิดความผิดปกติแบบ lagging chromosome, fragment, micronucleus และ C-mitosis (รูปที่ 1 ก.-ข.) ภายในเซลล์สูงขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 2)

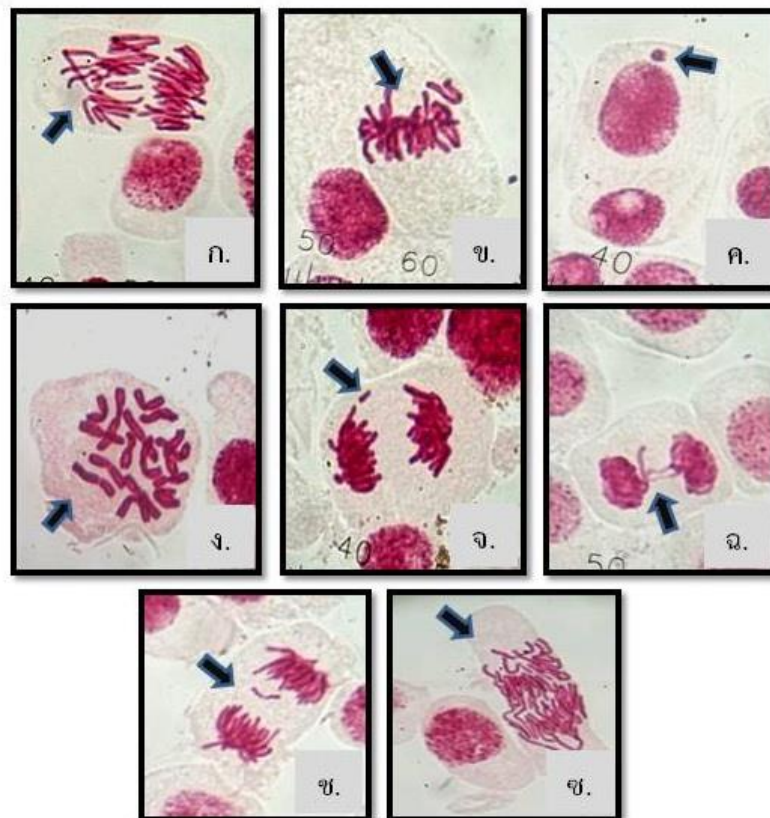
ตารางที่ 2 ค่าความผิดปกติของโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (chromosome aberrations: %CA) ในเซลล์ปลายรากหอม (*Allium cepa* L.) ที่ได้รับสารละลายเมทิลเมทิลความเข้มข้น 0, 100, 200, 400 และ 600 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Treat- ments (ppm)	Chromosome aberrations (%)							CA (%)*
	DM	DA	C	B	L	F	MN	
0	0.27±0.0 1	0.41±0.0 1	0.02±0.0 1	0.01±0.0 0	0.00±0.0 0	0.01±0.0 1	0.00±0.0 0	0.71±0.00 B
100	0.29±0.0 2	0.44±0.0 1	0.02±0.0 1	0.03±0.0 1	0.01±0.0 1	0.02±0.0 0	0.01±0.0 1	0.83±0.02 B
200	0.39±0.0 1	0.46±0.0 3	0.06±0.0 2	0.04±0.0 1	0.01±0.0 1	0.04±0.0 1	0.01±0.0 1	0.99±0.06 A
400	0.31±0.0 9	0.54±0.0 4	0.11±0.0 2	0.03±0.0 2	0.01±0.0 0	0.02±0.0 1	0.05±0.0 3	1.13±0.03 A
600	0.39±0.0 3	0.46±0.0 2	0.05±0.0 1	0.02±0.0 2	0.02±0.0 0	0.07±0.0 1	0.07±0.0 1	1.07±0.07 A

* หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE, ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) วิเคราะห์โดย Duncan's Multiple comparison (DM= disturbed metaphase, DA= disturbed anaphase, C = C-mitosis, B = bridges, L = lagging chromosome, F = fragment, MN = micronucleus)

2. การศึกษาความเป็นพิษของสารเมโทมิลความเข้มข้น 600 ppm ต่อโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์และอัตราการแบ่งเซลล์ในเซลล์ปลายรากหอมที่ได้รับสารเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เมื่อศึกษาผลของการได้รับสารละลายเมโทมิลความเข้มข้น 600 ppm นาน 24 และ 48 ชั่วโมง ปรากฏว่าการได้รับสารเป็นเวลานานขึ้นมีผลให้ความเป็นพิษต่อโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ของเซลล์ปลายรากหอมมีค่าสูงขึ้น โดยพบว่าการได้รับสารเมโทมิลนาน 48 ชั่วโมงมีผลให้การแบ่งเซลล์ถูกยับยั้งไป 59.28% ในขณะที่การได้รับสารนาน 24 ชั่วโมงมีค่าการยับยั้งการแบ่งเซลล์เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเท่ากับ 45.95% (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความผิดปกติของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (%CA) ในเซลล์ปลายรากหอมที่ได้รับสารนาน 48 ชั่วโมงต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับสารนาน 24 ชั่วโมง (รูปที่ 2) อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองพบว่ามีเซลล์ในสภาพ polyploid (รูปที่ 1 ซ.) และความผิดปกติชนิด fragment เกิดเพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองที่ได้รับสารนาน 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 4)



รูปที่ 1 ความผิดปกติของโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในปลายรากที่ได้รับสารเมทโทมิล

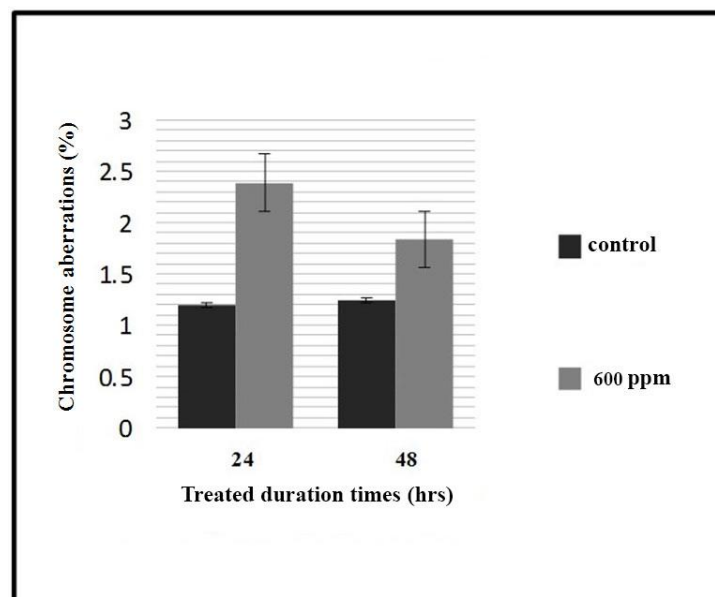
ความเข้มข้นต่างๆ (กำลังขยายกล้อง 600 เท่า)

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| ก. disturbed anaphase | ข. disturbed metaphase |
| ค. micronucleus | ง. C – mtosis |
| จ. fragment | ฉ. chromosome bridges |

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ (%MI), ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะ (phases index) และค่าการยับยั้งอัตราการแบ่งเซลล์ในเซลล์ปลายรากหอม (*Allium cepa* L.) ที่ได้รับสารละลายเมทิลเมอร์คิวรีความเข้มข้น 0 และ 600 ppm เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

Treatments		Phases index (%)*				MI (%)	Relative %MI Inhibition*
Time (hrs)	Concentrations	Prophase index	Metaphase index	Anaphase index	Telophase index		
24	control	46.30	20.04	11.60	22.07	20.5	0%
	600 ppm	50.31	19.02	12.07	18.61	11.08	45.95%
48	control	43.91	21.87	9.44	19.77	18.59	0%
	600 ppm	43.18	21.85	15.87	19.11	7.57	59.28%

* ค่าการยับยั้งอัตราการแบ่งเซลล์เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม



รูปที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความผิดปกติของโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (%CA) หลังจากได้รับสารละลายเมทิลเมอร์คิวรีที่ความเข้มข้น 0 และ 600 ppm เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 ความผิดปกติของโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (%) แต่ละชนิดในเซลล์ปลายรากที่ได้รับสารละลายเมทโรมิลที่ความเข้มข้น 600 ppm เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

Treatment s (hrs)	Chromosome aberrations (%)							
	Disturbed metaphase	Disturbed anaphase	C - mitosis	Chromosome bridges	Lagging chromosome	Fragment	Micronucleus	Polyploidy
24	27.78	32.54	12.7	3.97	1.59	4.76	13.49	3.17
48	24.56	22.81	14.04	3.75	0	8.77	14.04	12.28

การอภิปรายผล

การชักนำให้เกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์ตลอดจนการเกิดความผิดปกติของโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในเนื้อเยื่อเจริญของปลายรากหอม สามารถนำมาใช้บ่งชี้ถึงความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของสารชนิดต่างๆ ได้ (สุพรรณัญญา เสงี่ยมและวิมล ขวัญเกื้อ, 2550; Soliman, 2007; Srivastava and Mishra, 2009; Yildiz *et al.*, 2009; Liman *et al.*, 2010) ทั้งนี้การทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่ผ่านการแช่ในสารละลายเมทโรมิลเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าสารละลายเมทโรมิลมีความเป็นพิษต่อเซลล์ปลายรากหอมซึ่งส่งผลให้เซลล์มีการแบ่งตัวได้น้อยลง รวมทั้งยังส่งผลชักนำให้ความผิดปกติของโครโมโซมและกระบวนการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Valencia-Quintana *et al.* (1993) ซึ่งพบว่าการแบ่งเซลล์ในปลายรากของถั่วปากอ้า (*Vicia faba*) ที่ได้รับสารเมทโรมิล (Lannate-90) มีค่าลดลง และยังสามารถตรวจพบความผิดปกติของสารพันธุกรรมหลากหลายรูปแบบ เช่นเดียวกับการทดลองของ Liman *et al.* (2010) ซึ่งพบว่าการกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) สามารถชักนำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมชนิด disturbed anaphase-telophase, stickiness, lagging chromosomes และ anaphase bridge นอกจากนี้ในการทดลองครั้งนี้ยังพบว่าการได้รับสารเมทโรมิลเป็นเวลานานขึ้น (48 ชั่วโมง) มีผลยับยั้งการแบ่งเซลล์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับสาร 24 ชั่วโมง แต่กลับมีความผิดปกติของโครโมโซมและกระบวนการแบ่งเซลล์น้อยกว่าซึ่งอาจเป็นผลมาจากเซลล์มีการแบ่งตัวลดลงทำให้โอกาสการตรวจพบเซลล์ที่มีความผิดปกติลดลงด้วย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบความผิดปกติที่เกิดขึ้น ได้แก่ การเกิด disturbed anaphase, disturbed metaphase, lagging chromosomes และ micronucleus ชี้ให้เห็นว่าสารเมทโรมิลอาจมีฤทธิ์รบกวนการสร้างหรือการทำงานของ spindle fiber ซึ่งมีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายโครโมโซมระหว่างกระบวนการแบ่งเซลล์ (Valencia-Quintana *et al.*, 1993) ความเป็นไปได้ว่าสารเมทโรมิลจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของ spindle fiber เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อพิจารณาถึงความถี่ในการเกิดเซลล์ในสภาพ polyploid ในกลุ่มทดลองที่ได้รับสารนาน 48 ชั่วโมงซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับสารนาน 24 ชั่วโมงประมาณ 4 เท่า โดย

สันนิษฐานได้ว่าความผิดปกติแบบ polyploidy ที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นผลต่อเนื่องเกิดมาจากการเกิดความผิดปกติแบบ C-mitosis หรือจากการสูญเสียความสามารถในการสร้าง cell plate จึงส่งผลสุดท้ายให้เกิดเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมแบบทวีคูณ (Caperta *et al.*, 2006) นอกจากนี้การพบค่าความผิดปกติชนิด fragments ในกลุ่มทดลองที่ได้รับสารเมทโรมิลเป็นเวลา 48 ชั่วโมงสูงขึ้นประมาณ 2 เท่า ชี้ให้เห็นว่านอกจากจะมีผลให้การแบ่งเซลล์ถูกยับยั้งเพิ่มขึ้นแล้ว สารดังกล่าวยังมีฤทธิ์ก่อให้เกิดการแตกหักของโครโมโซม (clastogenicity) สูงขึ้นอีกด้วย (Asita and Hatane, 2012)

สรุปผลการทดลอง

สารละลายเมทโรมิลมีความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของหอมขาว เนื่องจากพบว่า การได้รับสารละลายเมทโรมิลเข้มข้น 100, 200, 400 และ 600 ppm เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ดัชนีการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และยังมีผลชักนำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมและการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมชนิด disturbed metaphase, disturbed anaphase, micronucleus, C-mitosis, fragment, chromosome bridges, lagging chromosome และ polyploidy มากขึ้น ทั้งนี้ความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมในเซลล์ปลายรากหอมมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการได้รับสารละลายเมทโรมิลยาวนานขึ้น ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงเมทโรมิลต่อการแบ่งเซลล์และโครโมโซมในเซลล์ปลายรากหอมสามารถชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มความเป็นพิษและอันตรายของสารดังกล่าวต่อสิ่งมีชีวิตที่มีชีพ่าหมาย (non-targeted organisms)

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

เครือข่ายวิชาการเตือนภัยสารเคมีเกษตรประเทศไทย. (2554). เอกสารการประชุมวิชาการเพื่อเฝ้าระวัง

สารเคมีทางการเกษตร. เข้าถึงเมื่อ 9 พฤษภาคม 2559

เข้าถึงได้จาก <http://www.biothai.net/node/9290>

จินตพัฒน์ นทีวัฒนา. (2547). ผลทางพันธุพิษของแลนเนทออลิมโฟไซด์ของเกษตรกรอำเภอสารภีและ

จอมทองจังหวัดเชียงใหม่โดยการทดสอบไมโครนิวเคลียส เข้าถึงเมื่อ 7 พฤษภาคม 2559

เข้าถึงได้จาก <http://library.cmu.ac.th/digital>

สุพรรณฤฎิกา เสี่ยงสาย และ วิมล ขวัญเกื้อ. (2550). อีกหนึ่งทางเลือกของการประเมินความเป็นพิษ: สาร

พันธุกรรมพิษเป็นตัวบ่งชี้. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 27, 1: 104-124.

ภาษาต่างประเทศ

Alfredo DR, Libertad JS, Juana SA, Rafae VQ. (1998). "Cytological effects of some carbamate

insecticides.II. Induction of sister chromatid exchanges in *Vicia faba* by

lannate-90." *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 14: 49-53.

- Asita, AO, Hatane, BH. (2012). "Cytotoxicity and genotoxicity of some agropesticides used in Southern Africa." **Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences**, 4(10): 175-184.
- Baron RL, Hayes WJ, Laws ER. (1990). **Carbamate insecticides**. In **Handbook of Pesticide Toxicology**. Academic Press.
- Caperta AD, Dalgado M, Ressurreicao F, Meister A, Jones RN, Viegas W, Houben A. (2006). "Colchicine-induced polyploidization depends on tubulin polymerization in c-metaphase cells." **Protoplasma**, 227: 147-153.
- Liman R, Kyil D, Eren Y, Konuk M. (2010). "Testing of the mutagenicity and genotoxicity of metolcarb by using both Ames/*Salmonella* and *Allium* test." **Chemosphere**, 80: 1056–1061.
- Migid H MA, Azad YA, Ibrahim WM. (2007). "Use of plant genotoxicity bioassay for the evaluation of efficiency of algal biofilters in bioremediation of toxic industrial effluent." **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, 13: 4037-4042.
- Soliman MI. (2007). "Genotoxicity Testing of of Neem Plant (*Azadirachta indica* A. Juss.) Using the *Allium cepa* chromosome aberration assay." **Online journal of Biological Science**, 1(11): 1021-1027.
- Srivastava K, Mishra KK. (2009). "Cytogenetic effects of commercially formulated atrazine on the somatic cells of *Allium cepa* and *Vicia faba*." **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 93: 8-12.
- Valencia-Quintana R, Gomez-Arroyo S, Villlobos-Pietrini R. (1993). "Cytological effects of some carbamate insecticides. 1. Methomyl and oxamyl in *Vicia faba*." **Revista Internacional de Contaminacion Ambiental**, 9 (2): 65-69.
- Yildiz M, Cigerci IH, Konuk M, Fidan A.F, Terzi H. (2009). "Determiantion of genotoxic effects of copper sulphate and cobalt chloride in *Allium cepa* root cells by chromosome aberration and comet assays." **Chemosphere**, 75(7): 934-938.