

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจการจราจรเพื่อกำหนดเขตศึกษาและเขตควบคุม

เขตควบคุม : คือบริเวณตลาดหางดง เป็นบริเวณที่มีการจราจรเบาบาง แต่มีสภาพและลักษณะการค้าขายหรือการอยู่อาศัยของประชากรคล้ายคลึงกับบริเวณตลาดวโรรส จำนวนรถที่วิ่งผ่านตลาดหางดงในช่วงเวลา 11.00-12.00 น. ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ $2,484 \pm 252$ คันต่อชั่วโมง

เขตศึกษา : คือบริเวณตลาดวโรรส เป็นบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นกว่าบริเวณเขตควบคุม จำนวนรถที่วิ่งแล่นผ่านบริเวณรอบตลาดในช่วงเวลา 11.00-12.00 น. ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์มีจำนวนโดยเฉลี่ย $5,280 \pm 333$ คันต่อชั่วโมง และเป็นบริเวณที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่น มีความเสี่ยงสูงต่อการสัมพัสมลสารในอากาศ

ปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมในตัวอย่างอากาศ

อากาศที่เก็บจากบริเวณตลาดหางดงและบริเวณตลาดวโรรส จังหวัดเชียงใหม่ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือนธันวาคม 2545 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนเมษายน 2546 พบว่าปริมาณอนุภาคฝุ่นรวม ที่เก็บได้จากอากาศบริเวณตลาดหางดงซึ่งเป็นเขตควบคุมมีปริมาณสูงกว่าอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดวโรรสซึ่งเป็นเขตศึกษา โดยมีปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากเครื่องเก็บอากาศทั้ง 2 เครื่อง ณ บริเวณตลาดหางดงเท่ากับ 328.81 ± 55.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ณ บริเวณตลาดวโรรสเท่ากับ 196.55 ± 74.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศในแต่ละสัปดาห์ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทยซึ่งระบุว่าอนุภาคฝุ่นรวมในบรรยากาศในเวลา 24 ชั่วโมงมีได้ไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมหรือ 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมอนามัย, 2540) ในสัปดาห์ต้นเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และ มีนาคม พบปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงเกินมาตรฐานในเครื่องเก็บอากาศเครื่องที่ 1 และในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมพบอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงเกินค่ามาตรฐานเมื่อใช้เครื่องเก็บอากาศเครื่องที่ 2 นอกนั้นปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งหมด รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บอากาศจากบริเวณตลาดหางดง (เขตควบคุม) และบริเวณตลาดวโรรส (เขตศึกษา) โดยใช้เครื่องเก็บอากาศ high volume air sampler เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัวอย่างต่อวันต่อสัปดาห์ ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือนธันวาคม 2545 ถึง สัปดาห์ที่ 2 ของเดือนเมษายน 2546

สัปดาห์ที่เก็บอากาศ	วัน-เดือน-ปี	ปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมในอากาศบริเวณตลาดหางดง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		ปริมาณอนุภาคฝุ่นรวมในอากาศบริเวณตลาดวโรรส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2
1	16-12-45	308.48	224.75	-	-
2	25-12-45	-	-	63.83	177.18
3	7-1-46	396.64	249.66	-	-
4	13-1-46	-	-	187.88	267.05
5	20-1-46	321.84	ER	-	-
6	27-1-46	-	-	163.47	314.86
7	3-2-46	356.66	349.20	-	-
8	13-2-46	-	-	127.54	210.01
9	17-2-46	345.79	ER	-	-
10	24-2-46	-	-	143.04	238.98
11	10-3-46	-	-	164.21	233.63
12	17-3-46	425.23	374.49	-	-
13	24-3-46	-	-	94.33	249.18
14	31-3-46	343.58	263.82	-	-
15	7-4-46	-	-	210.72	325.95
16	19-4-46	322.58	320.74	-	-
Mean \pm SD		352.36 \pm 39.91	297.11 \pm 59.75	144.38 \pm 48.29	252.10 \pm 50.02*
Mean \pm SD		328.81 \pm 55.16		196.55 \pm 74.31*	

*P < 0.05

ER (Error) : การเก็บตัวอย่างอากาศไม่ครบ 24 ชั่วโมง

ตัวเลขสีแดง : เป็นค่าอนุภาคฝุ่นรวมที่เกินค่ามาตรฐานตามคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทยซึ่งระบุมาตรฐานอนุภาคฝุ่นรวมในบรรยากาศ 24 ชั่วโมงมีได้ไม่เกิน 0.33 mg/m³ หรือ 330 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

% recovery ของการวิเคราะห์ตะกั่วและแคดเมียม

% recovery ของการทดสอบการสกัดตะกั่วและแคดเมียม เมื่อมีการสกัดกระดาษกรองเปล่า ที่เติมสารละลายมาตรฐานตะกั่วและแคดเมียมที่ทราบค่าความเข้มข้นแน่นอน เป็นจำนวน 3 ครั้งในวันเดียวกันและต่างวันกัน พบว่า % recovery ที่ได้อยู่ในช่วง 60-80% แสดงผลในตารางที่ 4

ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างอากาศ

ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดง ต่ำกว่าปริมาณตะกั่วในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดวโรรส คือ 154.99 ± 34.50 และ 178.72 ± 83.99 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายเดือนพบว่าในเดือนธันวาคมอากาศที่เก็บจากบริเวณตลาดหางดงมีตะกั่วปริมาณสูงกว่าบริเวณตลาดวโรรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งเป็นตัวอย่างเดียวที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงที่มีปริมาณตะกั่วสูงกว่าบริเวณตลาดวโรรส ส่วนในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พบว่าอากาศที่เก็บจากบริเวณตลาดวโรรสมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าบริเวณตลาดหางดง

เมื่อนำผลที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณเป็นค่าตะกั่วที่มีอยู่ในบรรยากาศในหน่วยของไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าปริมาณตะกั่วในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงและบริเวณตลาดวโรรสโดยมีค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.012 ± 0.003 และ 0.015 ± 0.008 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี 2538 ที่ระบุว่าค่าเฉลี่ยของตะกั่วในบรรยากาศ 1 เดือน ไม่ควรเกิน 1.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5 และ รูปที่ 7 ซึ่งแสดงกราฟแท่งค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณตะกั่วในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดวโรรสในแต่ละเดือน

ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างอากาศ

ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงต่ำกว่าปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดวโรรส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยที่บริเวณตลาดวโรรสพบค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมที่วัดได้ 6.15 ± 1.85 ไมโครกรัมต่อลิตร และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายเดือน พบว่าในเดือนธันวาคมปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงจะมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดวโรรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

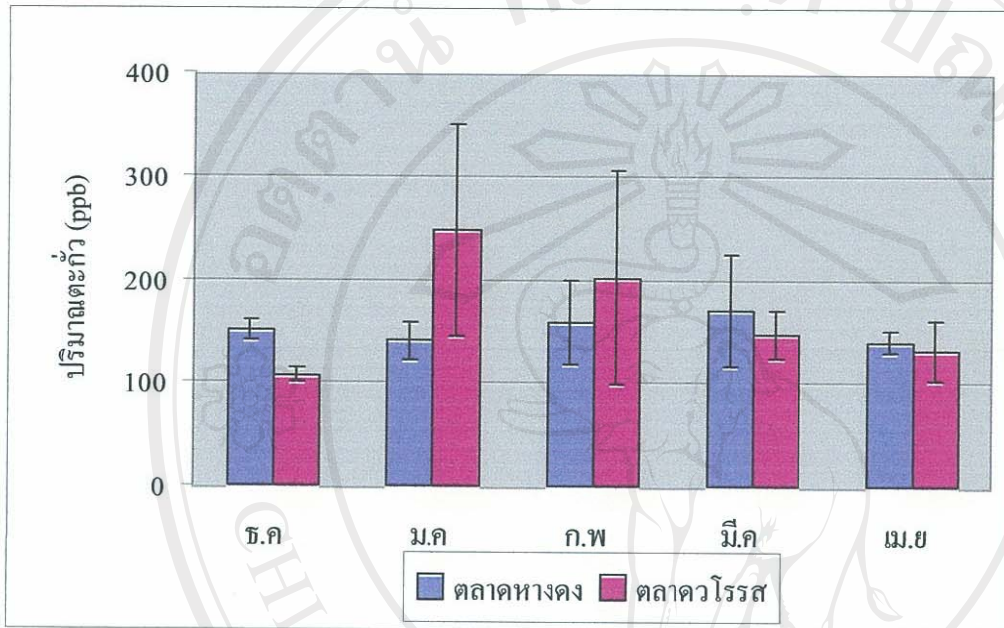
ตารางที่ 4 Percent recovery ของสารละลายมาตรฐานตะกั่วและแคดเมียมเมื่อผ่านการสกัดตัวอย่างกระดาษกรองด้วยวิธี hot acid extraction

สารที่ต้องการทดสอบ	ความเข้มข้น (ppb)	ความเข้มข้นที่วัดได้ (ppb)	% recovery	n
ตะกั่ว	20 (ต่ำ)	12.93 ± 4.58	64.63 ± 22.90	6
	60 (สูง)	45.59 ± 6.63	75.99 ± 11.05	6
แคดเมียม	2 (ต่ำ)	1.21 ± 0.36	60.66 ± 18.36	6
	4 (สูง)	3.15 ± 0.29	78.69 ± 7.35	6

ตารางที่ 5 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดง (เขตควบคุม) และบริเวณตลาดวโรรส (เขตศึกษา) จังหวัดเชียงใหม่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือนธันวาคม 2545 ถึง สัปดาห์ที่ 2 ของเดือนเมษายน 2546

สัปดาห์ ที่เก็บ อากาศ	วัน-เดือน-ปี	ปริมาณตะกั่ว ในอากาศตลาด หางดง (ppb)	ปริมาณตะกั่ว ในอากาศ ตลาด หางดง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ปริมาณตะกั่ว ในอากาศ ตลาด หางดง ($\mu\text{g}/\text{g}$ (TSP))	ปริมาณตะกั่ว ในอากาศ บริเวณตลาด วโรรส (ppb)	ปริมาณตะกั่ว ในอากาศ บริเวณตลาด วโรรส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ปริมาณตะกั่ว ในอากาศ บริเวณตลาด วโรรส ($\mu\text{g}/\text{g}$ (TSP))
1	16-12-45	150.84 \pm 10.40	0.010	44.49	-	-	-
2	25-12-45	-	-	-	106.89 \pm 6.94	0.009	50.79
3	7-1-46	140.15 \pm 19.11	0.009	36.05	-	-	-
4	13-1-46	-	-	-	336.6 \pm 4.24	0.030	112.33
5	20-1-46	ER	ER	ER	-	-	-
6	27-1-46	-	-	-	158.04 \pm 1.18	0.012	38.11
7	3-2-46	158.45 \pm 40.96	0.012	34.36	-	-	-
8	13-2-46	-	-	-	117.27 \pm 2.02	0.008	38.09
9	17-2-46	ER	ER	ER	-	-	-
10	24-2-46	-	-	-	285.40 \pm 59.96	0.024	100.42
11	10-3-46	-	-	-	163.44 \pm 17.50	0.012	51.36
12	17-3-46	124.01 \pm 9.60	0.010	26.70	-	-	-
13	24-3-46	-	-	-	130.39 \pm 12.62	0.010	40.130
14	31-3-46	216.6 \pm 16.68	0.017	64.43	-	-	-
15	7-4-46	-	-	-	131.79 \pm 28.52	0.012	36.82
16	19-4-46	139.92 \pm 10.29	0.012	37.41	-	-	-
Mean \pm SD		154.99 \pm 34.50	0.012 \pm 0.003	40.57 \pm 13.00	178.72 \pm 83.99	0.015 \pm 0.008	58.51 \pm 30.24

ER(Error) : การเก็บตัวอย่างอากาศไม่ครบ 24 ชั่วโมง



รูปที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในตัวอย่างอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดง (เขตควนคูม)และบริเวณตลาดวโรรส (เขตศิโยนา) จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือนธันวาคม 2545 ถึง สัปดาห์ที่ 2 ของเดือนเมษายน 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

($P < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.1 ± 0.14 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นตัวอย่างเดียว ที่พบปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดทางดงสูงกว่าปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดควโรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลวิเคราะห์ของปริมาณตะกั่วที่พบ ส่วนในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พบว่าปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดทางดงต่ำกว่าปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดควโรส

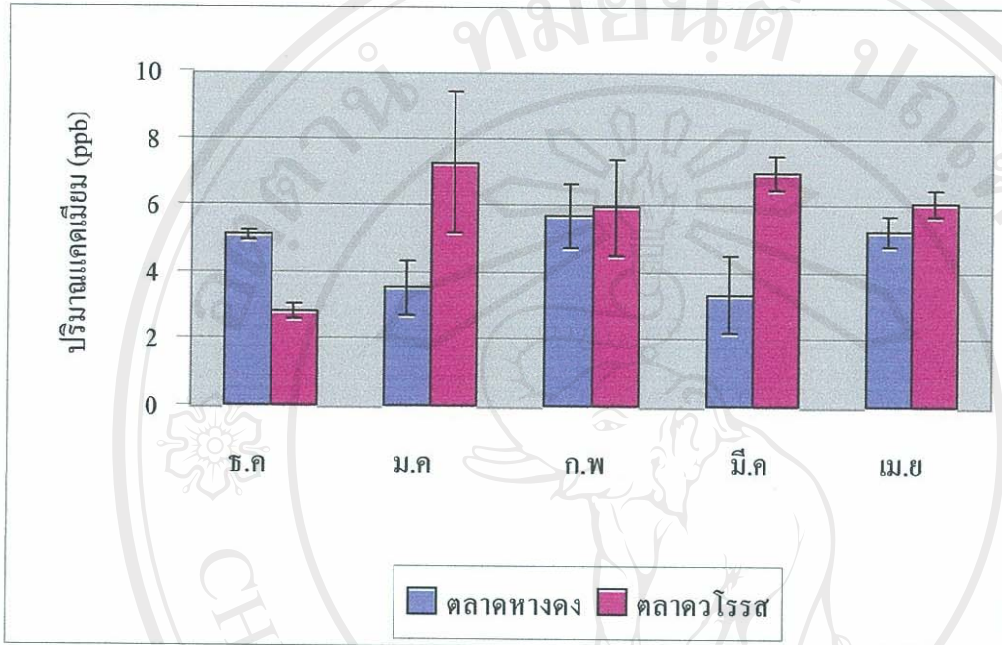
เมื่อนำผลที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณเป็นค่าแคดเมียมที่มีอยู่ในบรรยากาศในหน่วยของไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังไม่มีรายงานระบุค่าเฉลี่ยของแคดเมียมในบรรยากาศ 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดทางดงและบริเวณตลาดควโรส โดยมีค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ $34 \times 10^{-5} \pm 11 \times 10^{-5}$ และ $49 \times 10^{-5} \pm 15 \times 10^{-5}$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6 และ รูปที่ 8 ซึ่งแสดงกราฟแท่งค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดทางดงเปรียบเทียบกับปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างกระดาษกรองที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดควโรสในแต่ละเดือน

ตารางที่ 6 ปริมาณแคะเมียมในตัวอย่งอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางคอง (เขตควบคุม) และบริเวณตลาดวโรรส (เขตศีกษา) จังหวัคเชียงใหม่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือนธันวาคม 2545 ถึง สัปดาห์ที่ 2 ของเดือนเมษายน 2546

สัปดาห์ที่เก็บอากาศ	วัน-เดือน-ปี	ปริมาณแคะเมียมในอากาศตลาดหางคอง (ppb)	ปริมาณแคะเมียมในอากาศตลาดหางคอง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ปริมาณแคะเมียมในอากาศตลาดหางคอง ($\mu\text{g}/\text{g}$ (TSP))	ปริมาณแคะเมียมในอากาศบริเวณตลาดวโรรส (ppb)	ปริมาณแคะเมียมในอากาศบริเวณตลาดวโรรส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ปริมาณแคะเมียมในอากาศบริเวณตลาดวโรรส ($\mu\text{g}/\text{g}$ (TSP))
1	16-12-45	5.1 ± 0.14	37 x 10 ⁻⁵	1.65	-	-	-
2	25-12-45	-	-	-	2.80 ± 0.23	20 x 10 ⁻⁵	1.13
3	7-1-46	3.52 ± 0.8	22 x 10 ⁻⁵	0.88	-	-	-
4	13-1-46	-	-	-	8.99 ± 0.12	69 x 10 ⁻⁵	2.58
5	20-1-46	ER	ER	ER	-	-	-
6	27-1-46	-	-	-	5.55 ± 1.22	45 x 10 ⁻⁵	1.43
7	3-2-46	5.67 ± 0.96	35 x 10 ⁻⁵	1.00	-	-	-
8	13-2-46	-	-	-	5.24 ± 0.97	35 x 10 ⁻⁵	1.66
9	17-2-46	ER	ER	ER	-	-	-
10	24-2-46	-	-	-	6.63 ± 1.86	57 x 10 ⁻⁵	2.39
11	10-3-46	-	-	-	7.36 ± 0.46	56 x 10 ⁻⁵	2.40
12	17-3-46	4.34 ± 0.10	35 x 10 ⁻⁵	0.93	-	-	-
13	24-3-46	-	-	-	6.60 ± 0.32	51 x 10 ⁻⁵	2.05
14	31-3-46	2.33 ± 0.19	18 x 10 ⁻⁵	0.68	-	-	-
15	7-4-46	-	-	-	6.06 ± 0.41	56 x 10 ⁻⁵	1.72
16	19-4-46	5.21 ± 0.46	46 x 10 ⁻⁵	1.43	-	-	-
Mean ± SD		4.36 ± 1.26	34 x 10 ⁻⁵ ± 11 x 10 ⁻⁵	1.10 ± 0.37	6.15 ± 1.85*	49 x 10 ⁻⁵ ± 15 x 10 ⁻⁵	1.92 ± 0.52

* P < 0.05

ER (Error) : การเก็บตัวอย่างอากาศไม่ครบ 24 ชั่วโมง



รูปที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดง ซึ่ง(เขตควบคุม) และบริเวณตลาดวโรรส (เขตศึกษา) จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือน ธันวาคม 2545 ถึง สัปดาห์ที่ 2 ของเดือนเมษายน 2546

ผลการศึกษาไมโครนิวเคลียสในหลอดทดลอง

การตรวจวิเคราะห์ความผิดปกติของโครโมโซมโดยวิธีไมโครนิวเคลียส โดยใช้เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์หลังการได้รับสารที่เป็น clastogen หรือ aneugenic ได้ เพราะไมโครนิวเคลียสจะเกิดขึ้นเมื่อมีการแตกหักของดีเอ็นเอเป็น genotoxicity assay ซึ่งพบไมโครนิวเคลียสเป็นลักษณะกลม ขอบเขตชัดเจน และเรียบ ดิสก์เช่นเดียวกับนิวเคลียสใหญ่ แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่พบมีหลายลักษณะ (Fenech, 2000) ดังต่อไปนี้คือ

1. mononucleated cell คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 1 นิวเคลียส มีลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ปกติ ที่พบไมโครนิวเคลียสหรือไม่ก็ได้ (รูปที่ 9)

2. binucleated cell คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 2 นิวเคลียส มีลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ cytochalasin B ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์ขณะที่เซลล์กำลังแบ่งตัว 1 รอบ อาจพบไมโครนิวเคลียสหรือไม่ก็ได้ (รูปที่ 10, 11)

3. trinucleated cell คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 3 นิวเคลียส มีลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ cytochalasin B ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์ขณะที่นิวเคลียสใดนิวเคลียสหนึ่งของ binucleated cell กำลังแบ่งตัวรอบสอง อาจพบไมโครนิวเคลียสหรือไม่ก็ได้ (รูปที่ 12)

4. tetranucleated cell คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 4 นิวเคลียส มีลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ cytochalasin B ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์ขณะที่นิวเคลียสของ binucleated cell กำลังแบ่งตัวรอบสอง หรือนิวเคลียสใดนิวเคลียสหนึ่งของ trinucleated cell กำลังแบ่งตัวรอบสอง อาจพบไมโครนิวเคลียสหรือไม่ก็ได้ แต่ส่วนใหญ่แล้วจะไม่พบไมโครนิวเคลียสเกิดขึ้น (รูปที่ 13)

5. apoptotic cell คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ตาย โดยเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์จะมีลักษณะของเซลล์ที่เหี่ยว ฝ่อ ไซโตพลาสซึมติดสีไม่สม่ำเสมอ ไม่พบขอบเขตที่ชัดเจนของเซลล์ (รูปที่ 14)

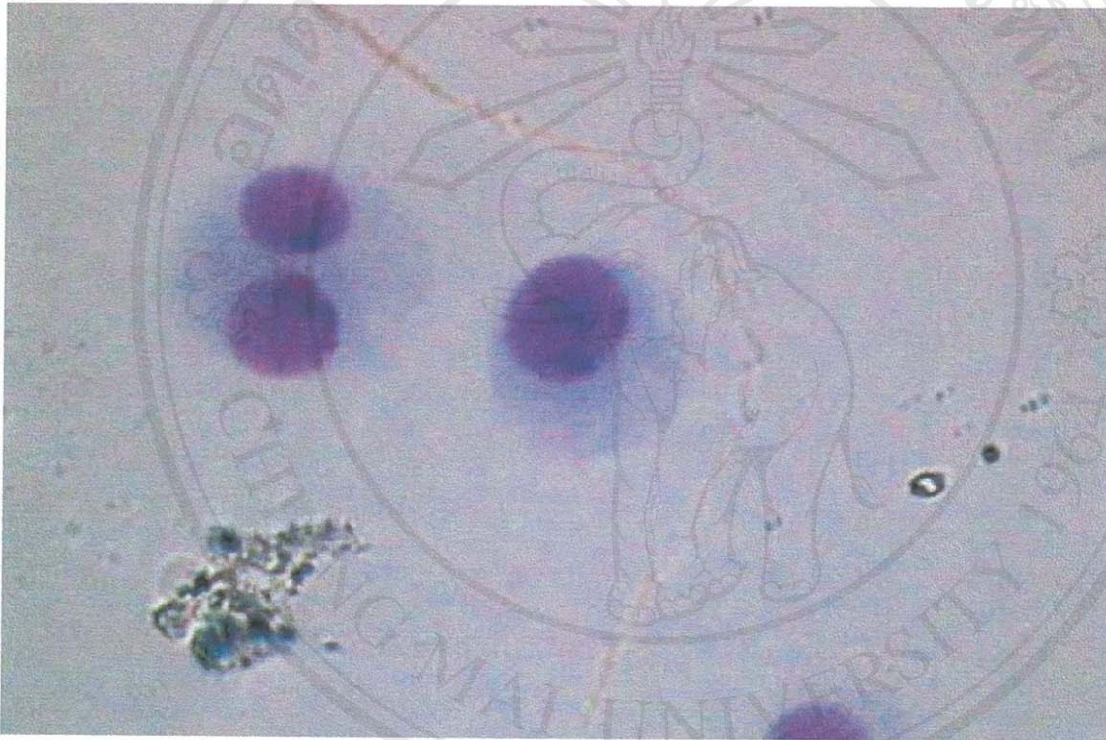
6. necrotic cell คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ตาย เฉพาะนิวเคลียสใหญ่แสดงลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีการบวมและแตกจนไม่สามารถพบไซโตพลาสซึมซึ่งเป็นขอบเขตของเซลล์ได้ (รูปที่ 15) โดยในการคำนวณหาค่าดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์ (NDCI) จะต้องนับเซลล์ทั้ง 6 ชนิด

ผลการทดลองพบว่า เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดไมโครนิวเคลียสเพิ่มมากขึ้นเมื่อทดสอบด้วยสารละลายมาตรฐาน lead acetate, cadmium acetate และอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บตัวอย่างกระดากกรองจากอากาศในเมืองเชียงใหม่



รูปที่ 9 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 1 นิวเคลียส (mononucleated cell) และพบ 1

และ 2 ไมโครนิวเคลียส (ลูกศร) กำลังขยาย 400 เท่า



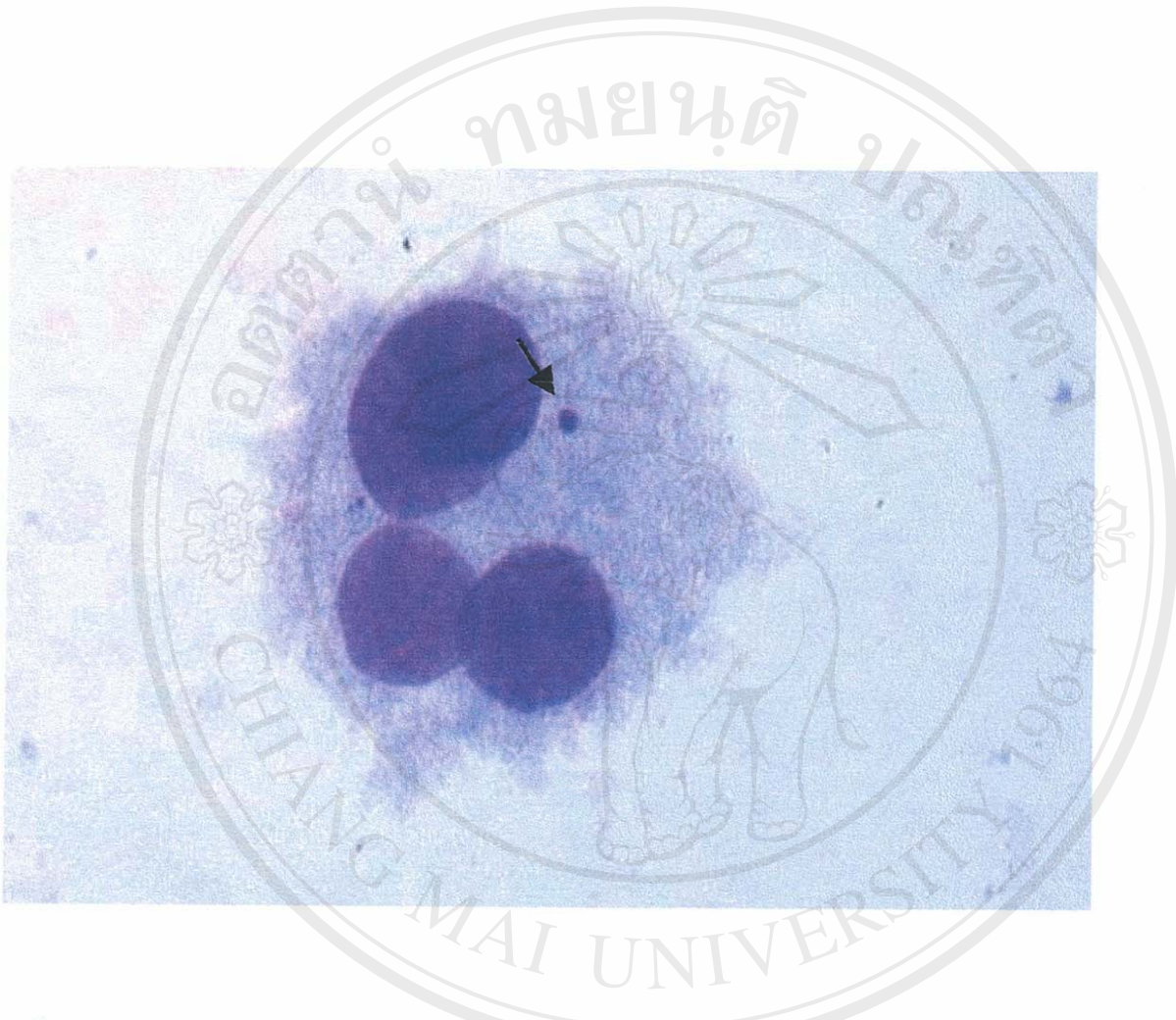
รูปที่ 10 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 2 นิวเคลียส (binucleated cell) และไม่พบไมโทโครนิวเคลียส กำลังขยาย 400 เท่า

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



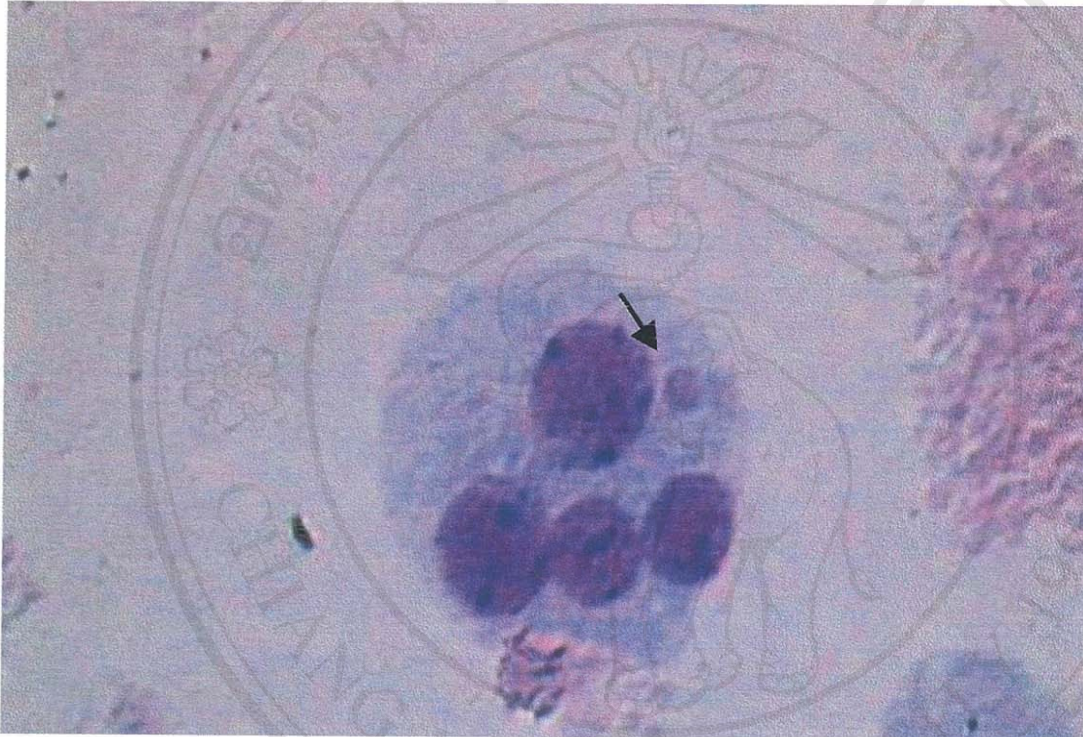
รูปที่ 11 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่มี 2 นิวเคลียส (binucleated cell) และพบ 1
ไมโครนิวเคลียส (ลูกศร) กำลังขยาย 400 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



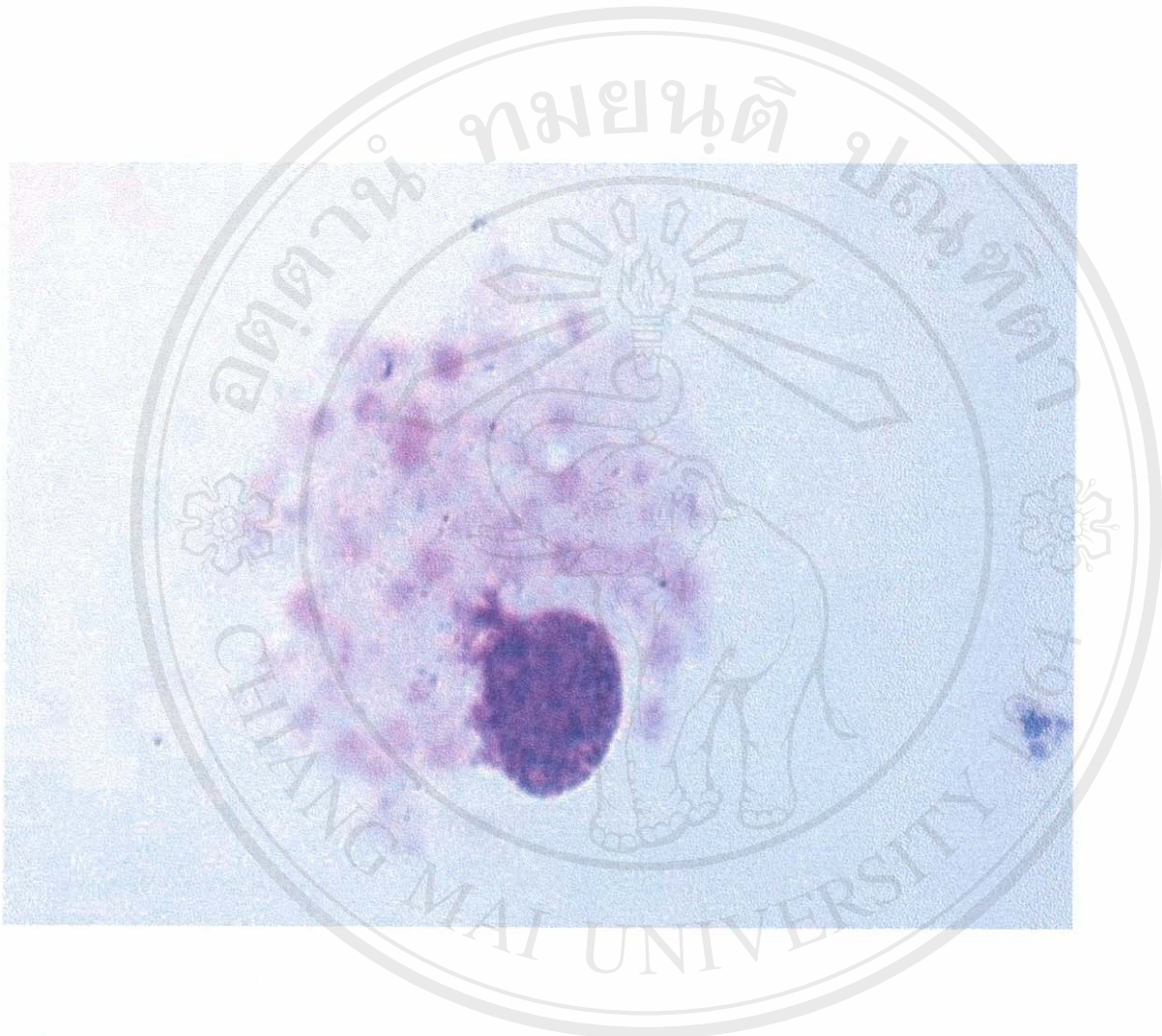
รูปที่ 12 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่พบ 3 นิวเคลียส (trinucleated cell) และพบ 1 ไมโครนิวเคลียส (ลูกศร) กำลังขยาย 1,000 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



รูปที่ 13 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่พบ 4 นิวเคลียส (multinucleated cell) และพบ 1 ไมโครนิวเคลียส (ลูกศร) กำลังขยาย 400 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 14 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์แบบ apoptotic cell กำลังขยาย 1,000 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



รูปที่ 15 ลักษณะเซลล์เนื้อตายชนิดมีไฟไซต์แบบ necrotic cell ทำถึงขยาย 1,000 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการเหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสด้วย lead acetate

สารละลายมาตรฐาน lead acetate ที่ความเข้มข้น 75, 150 และ 300 ppb ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์สารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บมาได้ สามารถเหนี่ยวนำทำให้เกิดไมโครนิวเคลียสเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างจาก negative control คือน้ำกลั่นบริสุทธิ์ปราศจากไอออน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทำให้เปอร์เซ็นต์ไมโครนิวเคลียสหรือจำนวนร้อยละของไมโครนิวเคลียสที่พบทั้งหมดต่อ binucleated cell 1,000 เซลล์เพิ่มขึ้น รวมทั้งจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีไมโครนิวเคลียสก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่ค่าดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (NDCI) ได้ผลตรงข้ามกับเปอร์เซ็นต์ไมโครนิวเคลียสคือเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ lead acetate ค่าเฉลี่ยดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 7

ผลการเหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสด้วย cadmium acetate

สารละลายมาตรฐาน cadmium acetate ที่ความเข้มข้น 2, 4 และ 6 ppb ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์สารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บมาได้ สามารถเหนี่ยวนำทำให้เกิดไมโครนิวเคลียสเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างจาก negative control คือน้ำกลั่นบริสุทธิ์ปราศจากไอออน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทำให้เปอร์เซ็นต์ไมโครนิวเคลียสหรือจำนวนร้อยละของไมโครนิวเคลียสที่พบทั้งหมดต่อ binucleated cell 1,000 เซลล์เพิ่มขึ้น รวมทั้งจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีไมโครนิวเคลียสก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่ค่าดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (NDCI) ได้ผลตรงข้ามกับเปอร์เซ็นต์ไมโครนิวเคลียสคือเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ cadmium acetate ค่าเฉลี่ยดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 8

ผลการเหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสด้วยสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวม

สารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บอากาศจากบริเวณตลาดวโรรส และบริเวณตลาดหางดง ความเข้มข้น 1, 2 และ 4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ สามารถเหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสในเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์เพิ่มสูงแตกต่างจาก negative control คือน้ำกลั่นบริสุทธิ์ปราศจากไอออน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่พบไมโครนิวเคลียสต่อ 1,000 binucleated cell (%BNMN/1,000 BN) เมื่อเหนี่ยวนำด้วยสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดหางดงซึ่งเป็นเขตควบคุมกับสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บอากาศจากบริเวณตลาดวโรรสซึ่งเป็นเขตศึกษาพบว่าสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่ความเข้มข้น 2 และ 4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ไม่เหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่ความเข้มข้น 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.005$) ระหว่างเขตศึกษาและ

ตารางที่ 7 ผลการเหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสในเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ โดยสารละลายมาตรฐาน lead acetate 3 ความเข้มข้นซึ่งเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณตะกั่วที่วัดได้จากตัวอย่างอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศในเมืองเชียงใหม่

สารที่ทดสอบ	% MN	%BNMN	NDCI
1. น้ำกลั่น (Negative control)	0.46 ± 0.11	0.46 ± 0.11	1.12 ± 0.11
2. Lead acetate 75 ppb	$0.98 \pm 0.19^*$	$0.98 \pm 0.19^*$	1.14 ± 0.04
3. Lead acetate 150 ppb	$1.90 \pm 0.53^{**}$	$1.84 \pm 0.49^{**}$	1.09 ± 0.04
4. Lead acetate 300 ppb	$2.68 \pm 0.82^{**}$	$2.44 \pm 0.62^{**}$	1.06 ± 0.03
5. Mytomicin C 0.5µg/ml (positive control)	$6.22 \pm 1.08^{**}$	$6.04 \pm 0.92^{**}$	1.04 ± 0.05

* $P < 0.05$

** $P < 0.005$

MN = ไมโครนิวเคลียสที่พบต่อ binucleated cell 1,000 เซลล์

BNMN = จำนวนเซลล์ที่พบไมโครนิวเคลียสต่อ binucleated cell 1,000 เซลล์

NDCI = ดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์

ค่าที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบจากเลือดของอาสาสมัคร 5 คน

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 ผลการเหนี่ยวนำการเกิดไมโครนิวเคลียสในเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ โดยสารละลายมาตรฐาน cadmium acetate 3 ความเข้มข้นซึ่งเป็นความเข้มข้นของปริมาณตะกั่วที่วัดได้จากตัวอย่างอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศในเมืองเชียงใหม่

สารที่ทดสอบ	% MN	%BNMN	NDCI
1.น้ำกลั่น (Negative control)	0.46 ± 0.11	0.46 ± 0.11	1.12 ± 0.11
2.Cadmium acetate 2 ppb	$1.64 \pm 0.67^*$	$1.62 \pm 0.64^*$	1.12 ± 0.04
3.Cadmium acetate 4 ppb	$2.06 \pm 0.63^{**}$	$1.86 \pm 0.45^{**}$	1.05 ± 0.02
4.Cadmium acetate 6 ppb	$3.04 \pm 1.24^*$	$2.86 \pm 1.07^*$	1.02 ± 0.01
5.Mytomicin C 0.5 μ g/ml (Positive control)	$6.22 \pm 1.08^{**}$	$6.04 \pm 0.92^{**}$	1.04 ± 0.05

* $P < 0.05$

** $P < 0.005$

MN = ไมโครนิวเคลียสที่พบต่อ binucleated cell 1,000 เซลล์

BNMN = จำนวนเซลล์ที่พบไมโครนิวเคลียสต่อ binucleated cell 1,000 เซลล์

NDCI = คำนวณการแบ่งตัวของเซลล์

ค่าที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบจากเลือดของอาสาสมัคร 5 คน

All rights reserved

เขตควบคุม ค่าดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น แสดงว่าสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมมีฤทธิ์ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์เมื่อเพิ่มความเข้มข้นสูงขึ้น รายละเอียดแสดงในตารางที่ 9 จากผลการทดลองพบว่าสารละลายมาตรฐาน lead acetate และ cadmium acetate รวมทั้งอนุภาคฝุ่นรวม ระดับความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างกระดากกรองที่เก็บจากอากาศในจังหวัดเชียงใหม่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดไมโครนิวเคลียสเพิ่มสูงขึ้นได้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 จำนวนไมโครนิวเคลียสในเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิด หลังการเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวกับสารสกัดอนุภาคฝุ่นรวมที่เก็บจากอากาศบริเวณตลาดทางดงซึ่งเป็นเขตควบคุมและบริเวณตลาดวโรรสซึ่งเป็นเขตศึกษา

สารที่ทดสอบ	%MN/1,000BN		%BNMN /1,000BN		NDCI	
	ตลาดทางดง	ตลาดวโรรส	ตลาดทางดง	ตลาดวโรรส	ตลาดทางดง	ตลาดวโรรส
TSPs 1 µg/ml	0.72 ± 0.08	1.48 ± 0.17*	0.72 ± 0.08	1.48 ± 0.17*	1.12 ± 0.08	1.15 ± 0.03
TSPs 2 µg/ml	1.56 ± 0.11	1.72 ± 0.13	1.50 ± 0.18	1.66 ± 0.19	1.06 ± 0.03	1.08 ± 0.01
TSPs 4 µg/ml	1.84 ± 0.20	2.30 ± 0.39	1.80 ± 0.21	2.20 ± 0.35	1.04 ± 0.03	1.05 ± 0.02

* P < 0.005

TSPs = Total suspended particles หรือ อนุภาคฝุ่นรวม

ค่าที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบจากเลือดของอาสาสมัคร 5 คน