



บทที่ 3

### ผลการศึกษา

การศึกษาผลของพิษงูแมวเซาโดยใช้พิษงูแมวเซาในขนาดต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อเม็ดเลือดแดงมนุษย์ โดยมีการศึกษาในแง่การเปลี่ยนแปลงของค่า hematocrit ค่า sodium และ potassium ภายในเม็ดเลือดแดงและรูปลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยอาศัยกล้อง scanning electron microscope ซึ่งผลการศึกษาทั้งหมดนำเสนอในรูปแบบของ ตาราง แผนภูมิ กราฟ และรูปภาพพร้อมคำบรรยาย เรียงตามลำดับต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 1 แสดงขนาดต่างๆของพินูแมวเซากับค่า hematocrit ที่วัดได้

ขนาดพินูแมวเซา	case ที่ 1	case ที่ 2	case ที่ 3	case ที่ 4	case ที่ 5	case ที่ 6	case ที่ 7
	Hct %	Hct %	Hct %	Hct %	Hct %	Hct %	Hct %
0	36	37.5	37	29	34	29	42
0.05	37	38.5	37	31	35	31	43
0.1	38	39	39	32.5	36	31	45
0.2	39	39.5	40	33	38	31.5	45.5
0.3	42	41	41	33	39	33	46
0.4	42	41.5	41.5	34	40	34	48
0.5	42	44.5	43	35	41	34.5	49
0.6	41.5	44.5	43	36	41.5	34.5	49.5
0.7	42	45	44	36.5	42	35	50
0.8	42	45	45	36	42	35	50
0.9	42	45	45	36.5	41	35	50
1.0	41	45	45	36	41	34.5	50
5.0	40	44	45	36	41	34.5	50
10.0	40	43.5	45	36	41	34	48
20.0	38.5	43	44	35	40	33.5	48
40.0	38	42.5	42.5	34.5	38.5	32	46
60.0	37	42	42	33	38	31.5	45
80.0	36.5	40	40.5	32	37	31	44
100.0	36	39	38.5	30	35.5	30	43
120.0	36	39	38	30	34	30	42

จากตารางจะพบว่า ค่า hematocrit จะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับพินูแมวเซาทุกขนาดที่เราให้ แต่การเพิ่มขึ้นจะไม่เท่ากันแปรเปลี่ยนไปตามขนาดของพินูแมวเซาที่ได้รับ (ในตาราง ที่ 2 ในหน้าถัดไปจะแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเทียบกับขนาดของพินูแมวเซาที่ได้รับ)



ตารางที่ 2 แสดงขนาดของพิษงูแมวเซากับค่าเฉลี่ย hematocrit ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

ขนาดของพิษงูแมวเซา ( $\mu\text{g}$ )	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ hematocrit ที่เพิ่มขึ้น (%)
0.05 *	$1.1428 \pm 0.69$
0.1 **	$2.2857 \pm 0.6985$
0.2 **	$3.1428 \pm 0.7480$
0.3 **	$4.3571 \pm 0.8521$
0.4 **	$5.2142 \pm 0.8091$
0.5 **	$6.3571 \pm 0.6267$
0.6 **	$6.5714 \pm 0.8864$
0.7 **	$7.1428 \pm 0.8520$
0.8 **	$7.2142 \pm 0.9063$
0.9 **	$7.1428 \pm 0.8520$
1.0 **	$6.8571 \pm 1.1801$
5.0 **	$6.5714 \pm 1.4267$
10.0 **	$6.1428 \pm 1.3451$
20.0 **	$5.3571 \pm 1.4638$
40.0 **	$4.0714 \pm 1.2724$
60.0 **	$3.2857 \pm 1.2863$
80.0 **	$2.3571 \pm 0.9880$
100.0 **	$1.0714 \pm 0.5345$
120.0 ***	$0.6428 \pm 0.6267$

การเพิ่มขึ้นของค่า hematocrit เป็นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย

\*  $P < 0.005$

\*\*  $P < 0.001$

\*\*\*  $P < 0.05$

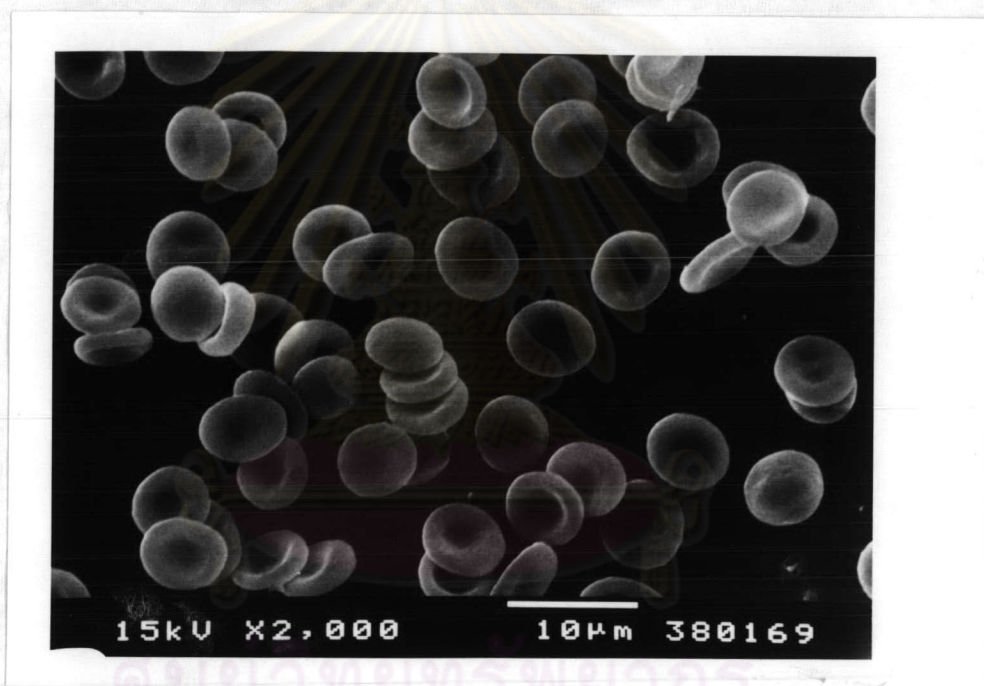
ค่า hematocrit จะมีการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเมื่อใช้พิษงูแมวเซาขนาด  $0.8 \mu\text{g}$  (800 ng)



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ล้างส่วน plasma ออก แล้วเติมด้วย Normal saline solution

ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า

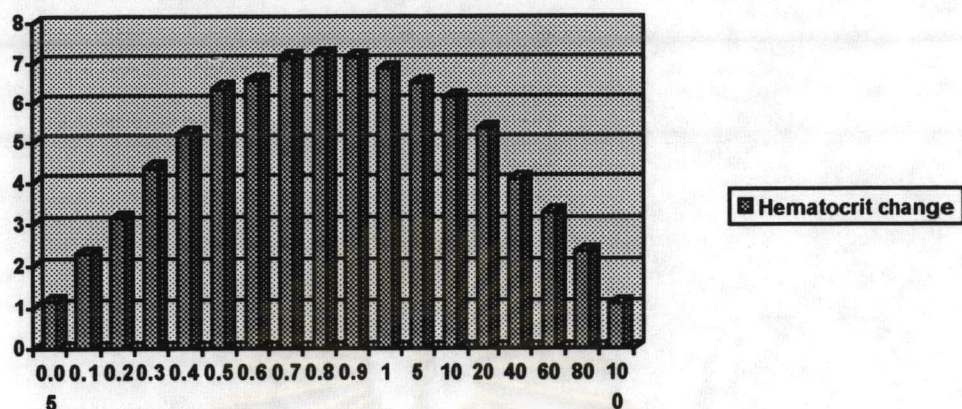
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงเหมือนปกติ



ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1



จากการศึกษาพบว่าค่า hematocrit จะมีการเพิ่มขึ้นตามขนาดของพิษงูแมวเซาแต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อใช้พิษงูในขนาด 800 ng หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจะเพิ่มลดลง

นอกจากนี้ยังพบว่าใน plasma ของเลือดที่ได้รับพิษงูในขนาดตั้งแต่ 500 ng ขึ้นไปจะมีสีของ hemoglobin ปนใน plasma และสีจะเข้มขึ้นตามปริมาณของพิษงูที่ใส่ให้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 3 แสดงค่า sodium ภายในเม็ดเลือดแดงมนุษย์เปรียบเทียบระหว่างได้รับกับไม่ได้รับพิษงู  
แมวเขา(mEq/l)

sample	control	study(ได้รับพิษงู)
1	11.4	10.4
2	10.9	10.3
3	8.4	8.9
4	8.7	11.1
5	10	10.8
6	8.8	10.4
7	6.7	6
8	11.1	9
9	11.3	10
10	10.7	9.5
ค่าเฉลี่ย	$9.8 \pm 1.502$	$9.64 \pm 1.469$

จากการศึกษาพบว่าค่า sodium ภายในเม็ดเลือดแดงมนุษย์เมื่อได้รับพิษงูแมวเขากับไม่  
ได้รับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4 แสดงค่า potassium ภายในเม็ดเลือดแดงเปรียบเทียบระหว่างได้รับพิษงูแมวเซากับไม่ได้รับ(mEq/l)

Sample	control	study (ได้รับพิษงู)
1	121.3	111.2
2	109.8	106.3
3	102.3	113
4	100.9	103.2
5	101	105.8
6	94.2	109.5
7	103	101.4
8	111.8	108.3
9	113.8	121.1
10	101.6	98.8
ค่าเฉลี่ย	105.97±7.99	107.66±6.48

จากการศึกษาค่า potassium ภายในเม็ดเลือดแดงมนุษย์ที่ได้รับพิษงูแมวเซาเปรียบเทียบกับไม่ได้รับพิษงูแมวเซา พบว่าไม่มีความแตกต่างในค่า potassium ภายในเม็ดเลือดแดงของทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



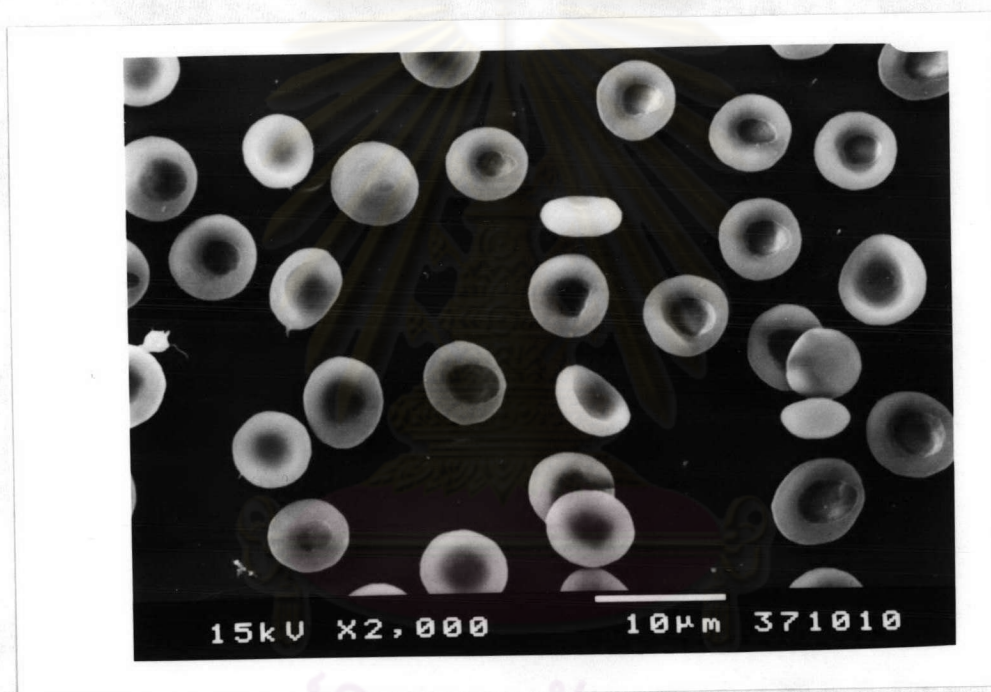
ภาพที่ 2 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
รูปร่างเม็ดเลือดแดงเป็นปกติ Biconcave หรือ Bidiscoidal



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ใช้ EDTA เป็นสารกันเลือดแข็งตัว  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
รูปร่างเม็ดเลือดแดงเป็นปกติ Biconcave หรือ Bidiscoidal



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



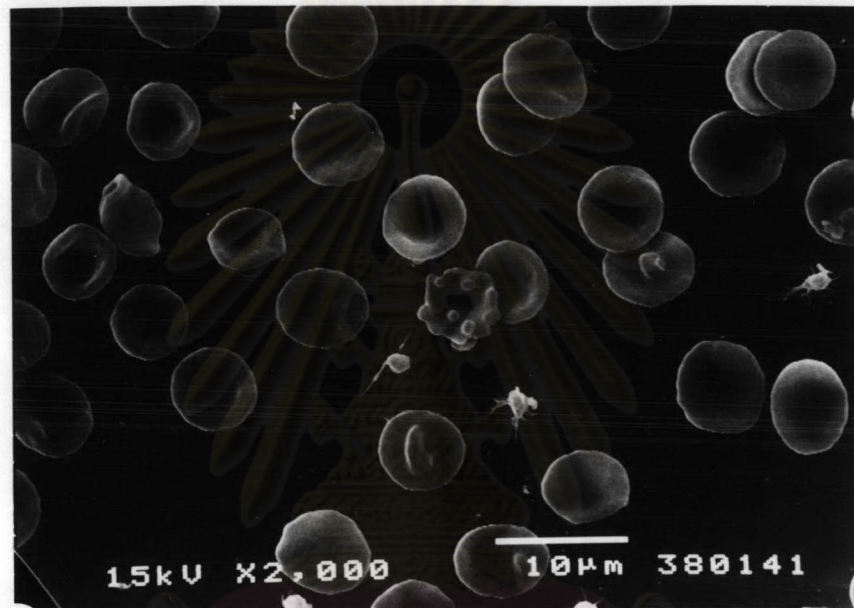
ภาพที่ 4 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงหลังจากได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng ที่เวลา 1 นาที

โดยใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว

ถ่ายด้วย scanning electron microscope กำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า

จะพบว่าส่วนใหญ่เม็ดเลือดแดงจะยังคงมีรูปร่างเป็นปกติ แต่มีเพียงเม็ดเลือดแดงบางตัว

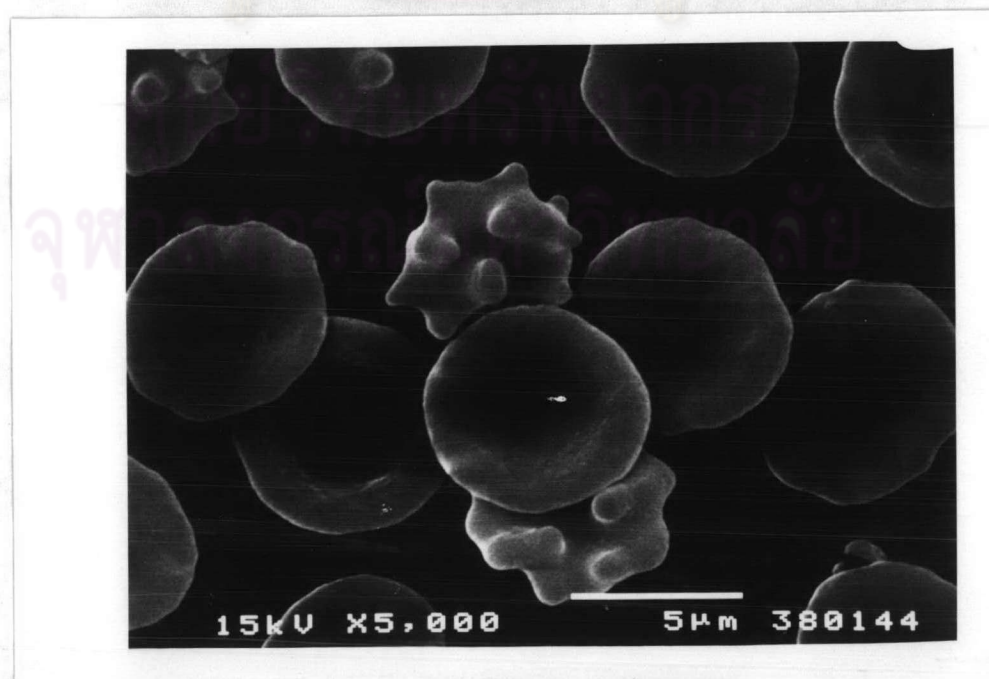
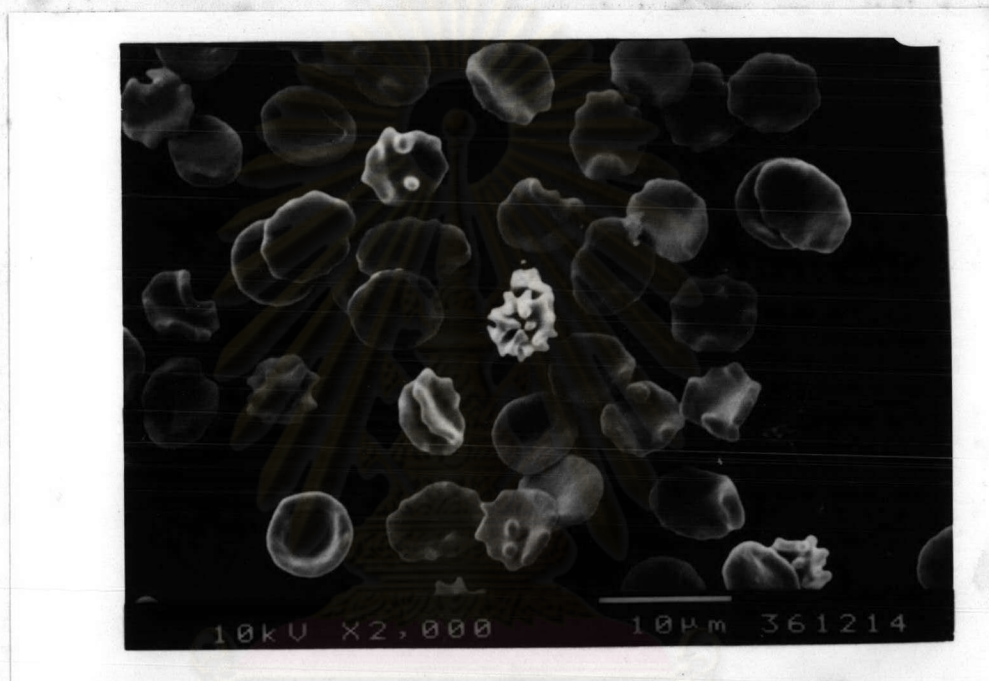
เท่านั้นที่พบว่ามีผนังบวมปูดออกมา (เป็นจำนวนน้อย)





ภาพที่ 5 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงหลังจากได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng เป็นเวลานาน 5 นาที โดยใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว

ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า ลักษณะเม็ดเลือดแดงส่วนใหญ่ยังเป็น Biconcave ส่วนที่ผิดปกติเริ่มมีจำนวนมากกว่าที่ระยะเวลา 1 นาที โดยลักษณะเริ่มเป็น echinocyte



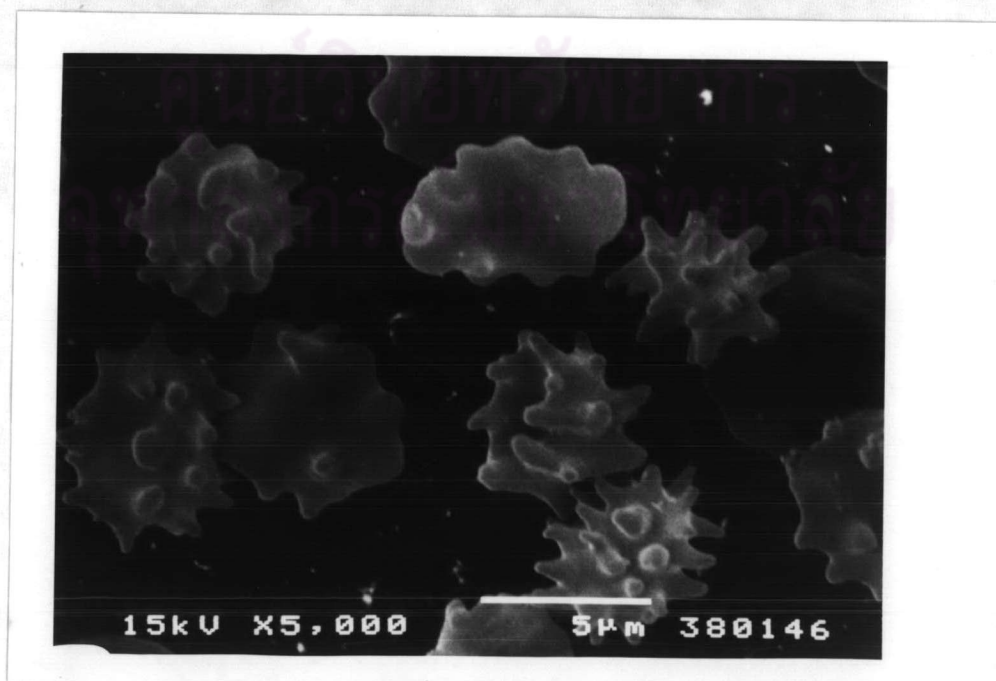


ภาพที่ 6 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงหลังจากได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 10 นาที

ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว

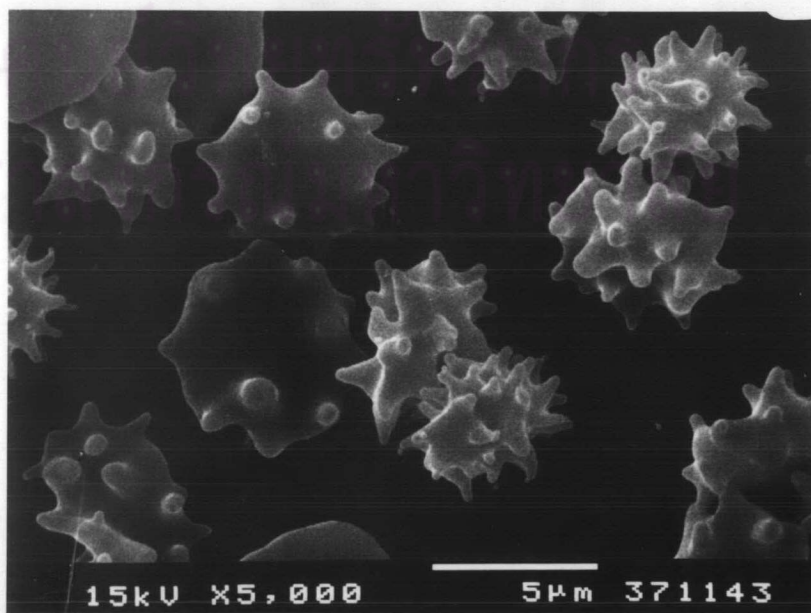
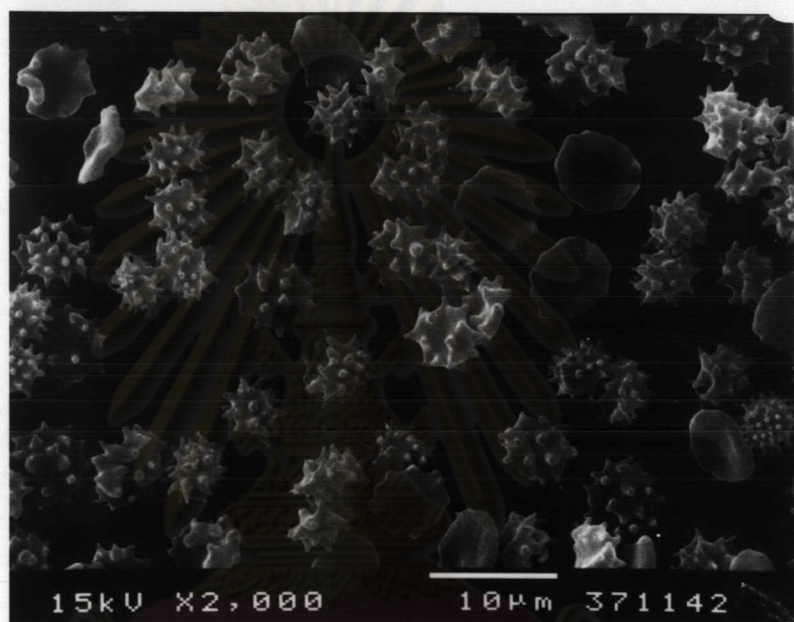
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า

จะเห็นได้ว่าลักษณะปกติของเม็ดเลือดแดงจะไม่มีปรากฏให้พบอีกเลย ส่วนใหญ่จะมีตุ่มหรือ หนามยื่นออกมา



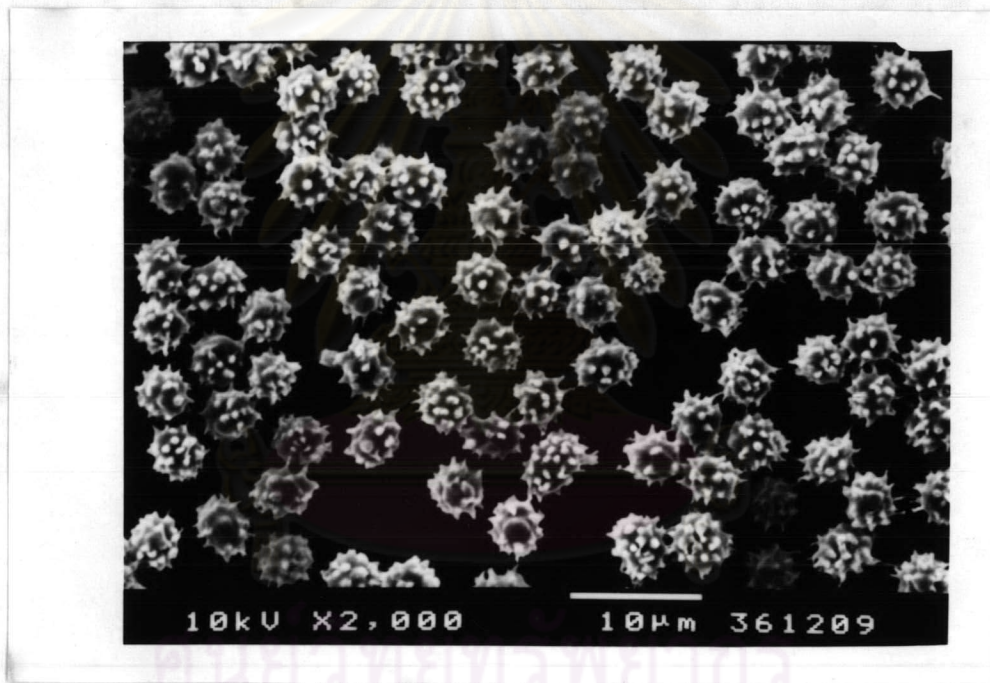


ภาพที่ 7 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงหลังจากได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 15 นาที ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า พบลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติทั้งหมด และเกือบทุกตัวมีลักษณะเป็น echinocyte (มีหนามโดยรอบยื่นออกมา)





ภาพที่ 8 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 20 นาที  
ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงมีลักษณะ echinocyte (มีหนามโดยรอบ) ทุกตัว

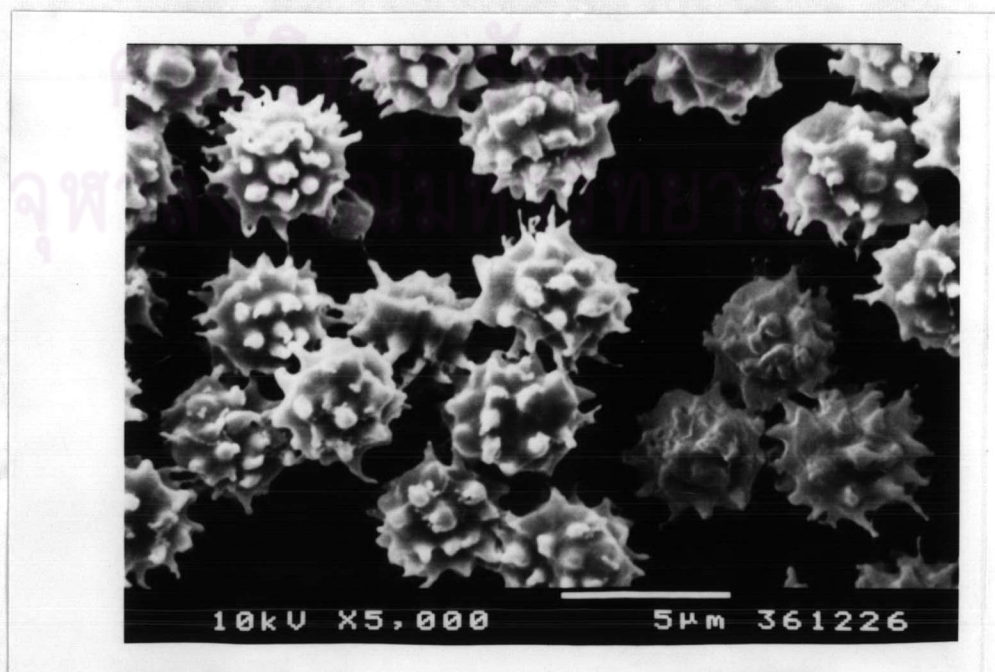


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



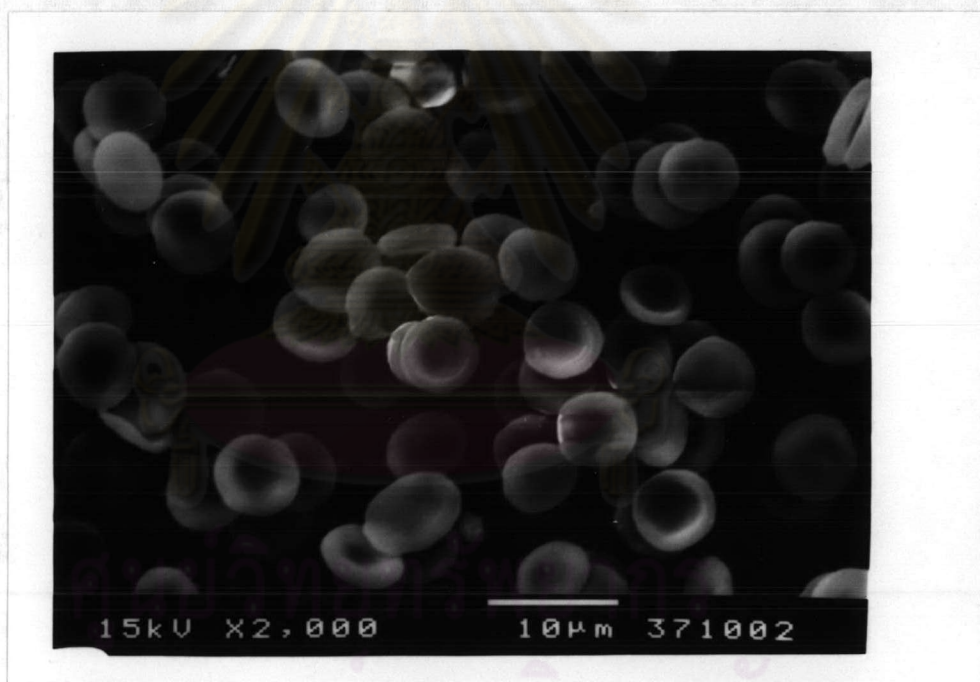
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงหลังได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 30 นาที ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว

ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2000 และ 5000 เท่า พบว่าเม็ดเลือดทุกตัวมีความผิดปกติทั้งหมด ทุกตัวมีหนามโดยรอบ และลักษณะหนามจะมีจำนวนและความยาวมากกว่าที่ผ่านมา รวมทั้งเม็ดเลือดแดงมีลักษณะหดเล็กตัวลง ( sphero-echinocyte)





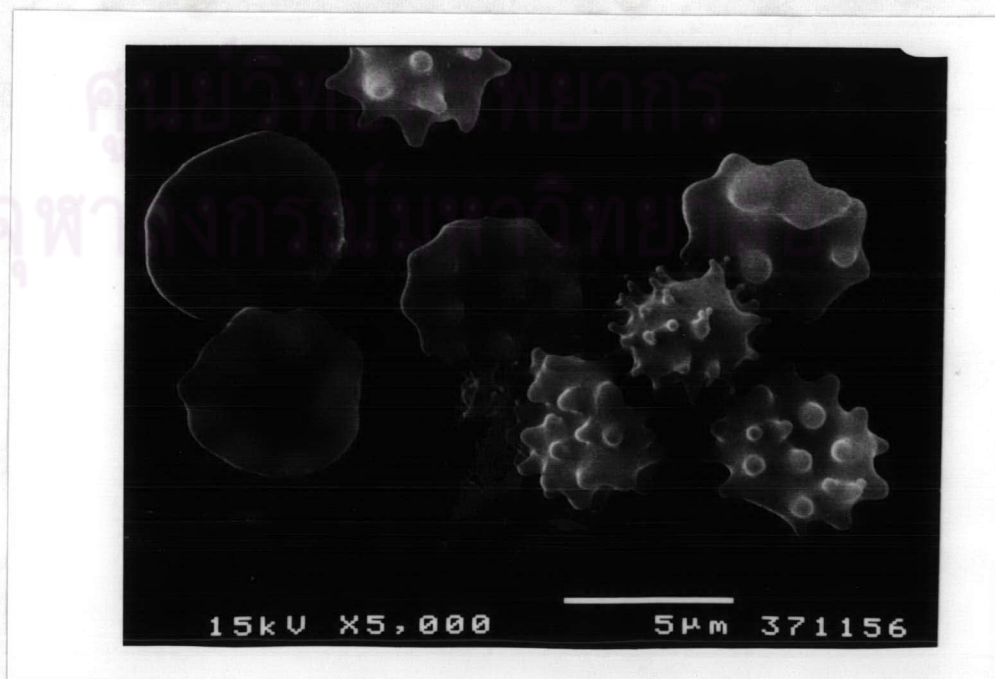
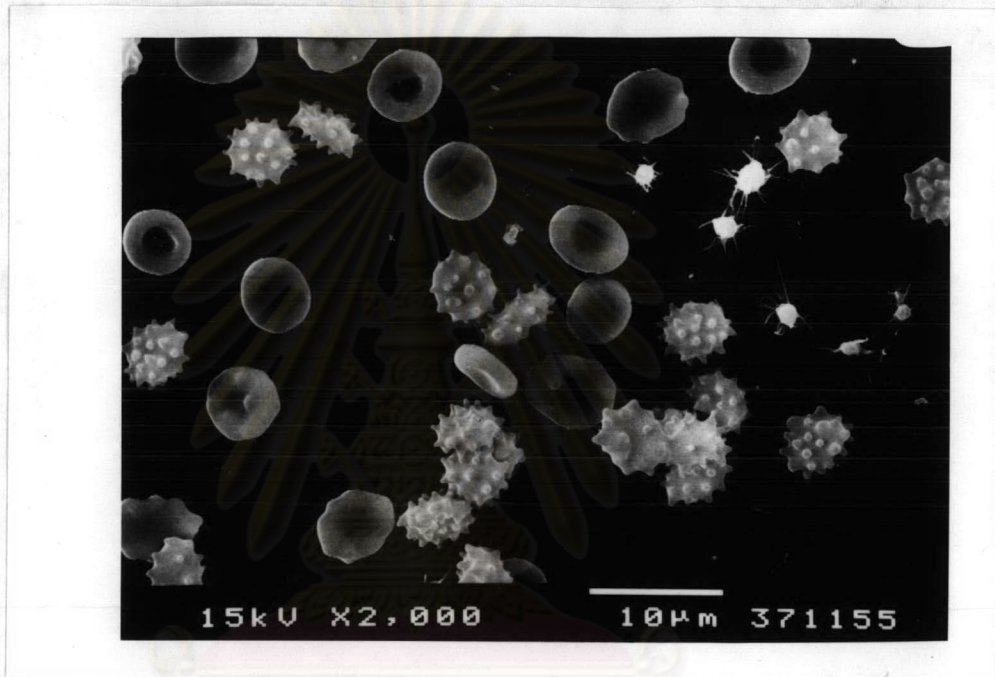
ภาพที่ 10 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงหลังจากได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 30 นาที ใช้ EDTA เป็นสารกันเลือดแข็งตัว  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบว่าเม็ดเลือดแดงมีลักษณะเหมือนเม็ดเลือดแดงปกติทุกตัวซึ่งแตกต่างกับที่พบในเม็ดเลือดแดงที่ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

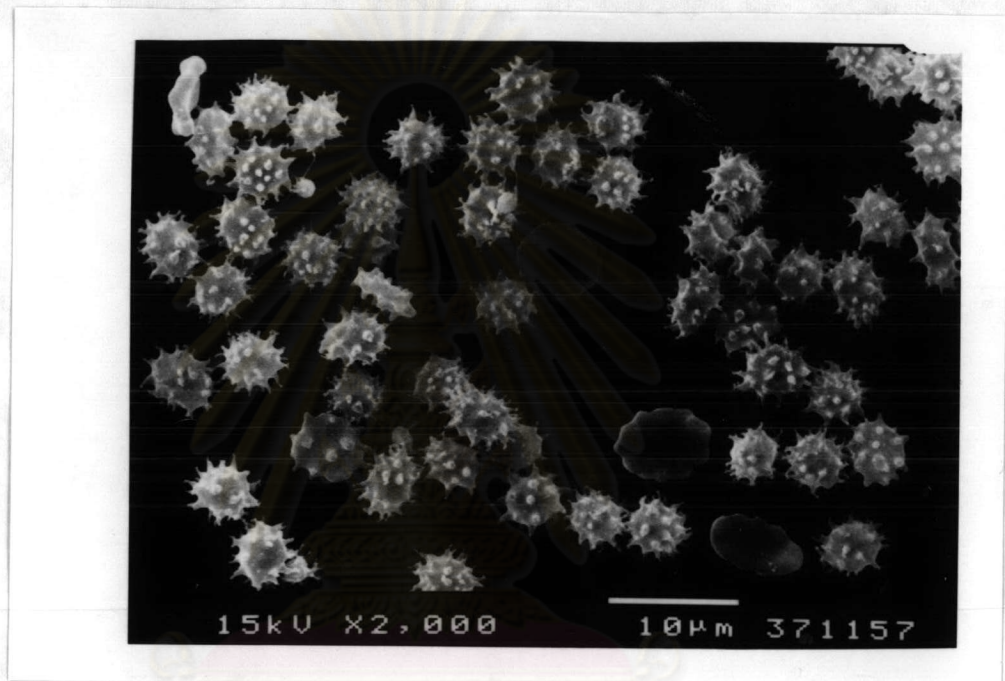


ภาพที่ 11 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ได้รับ Phospholipase A2 ขนาด 350 ng (เป็นขนาดที่มีอยู่ในพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng) นาน 15 นาที ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า พบลักษณะเม็ดเลือดแดงบางส่วนจะยังคงมีลักษณะปกติ บางส่วนเริ่มมีหนามยื่นนูนออกมา บางส่วนมีลักษณะเป็น echinocyte



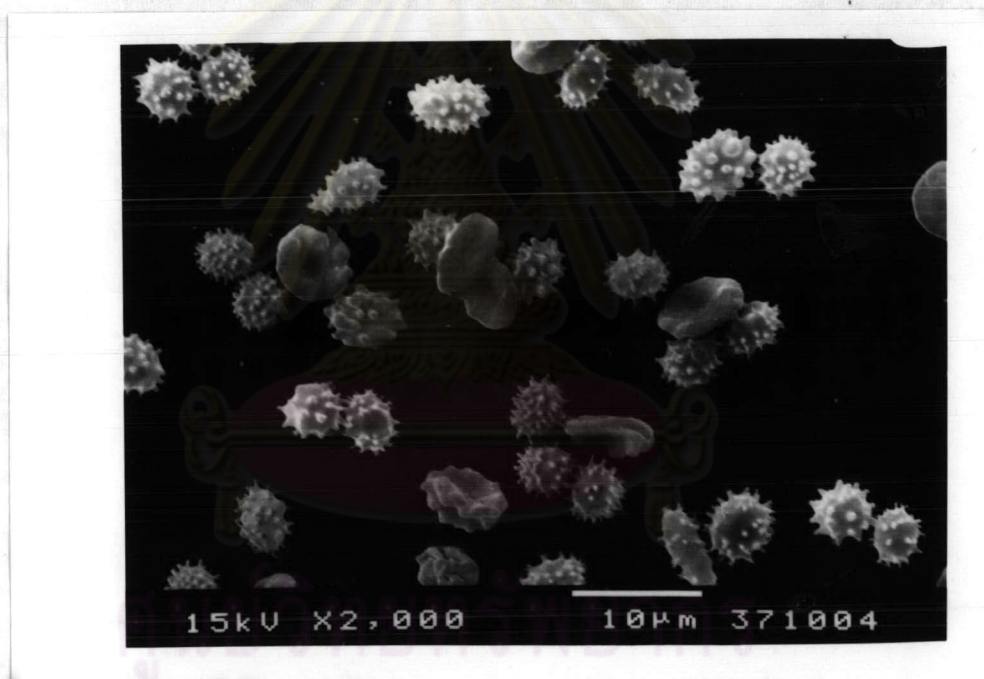


ภาพที่ 12 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ได้รับ Phospholipase A<sub>2</sub> ขนาด 350 ng นาน 30 นาที ใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า พบเม็ดเลือดแดงมีการเปลี่ยนแปลงทุกตัว โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็น sphero-echinocyte





ภาพที่ 13 แสดงเม็ดเลือดแดงที่เติม Verapamil Hcl ขนาด 500 ng (ทำการผสมกันก่อนนาน 15 นาที) แล้วใส่พิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 10 นาที  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีลักษณะเป็น echinocyte (เหมือนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการใช้พิษงูเพียงอย่างเดียว)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ใส่ Verapamil Hcl ขนาด 500 ng ก่อน แล้วค่อยใส่พิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 30 นาที  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบการเปลี่ยนแปลงของเม็ดเลือดแดงเป็น Sphero-echinocyte ทั้งหมดเหมือนการใส่พิษงูเพียงอย่างเดียว



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

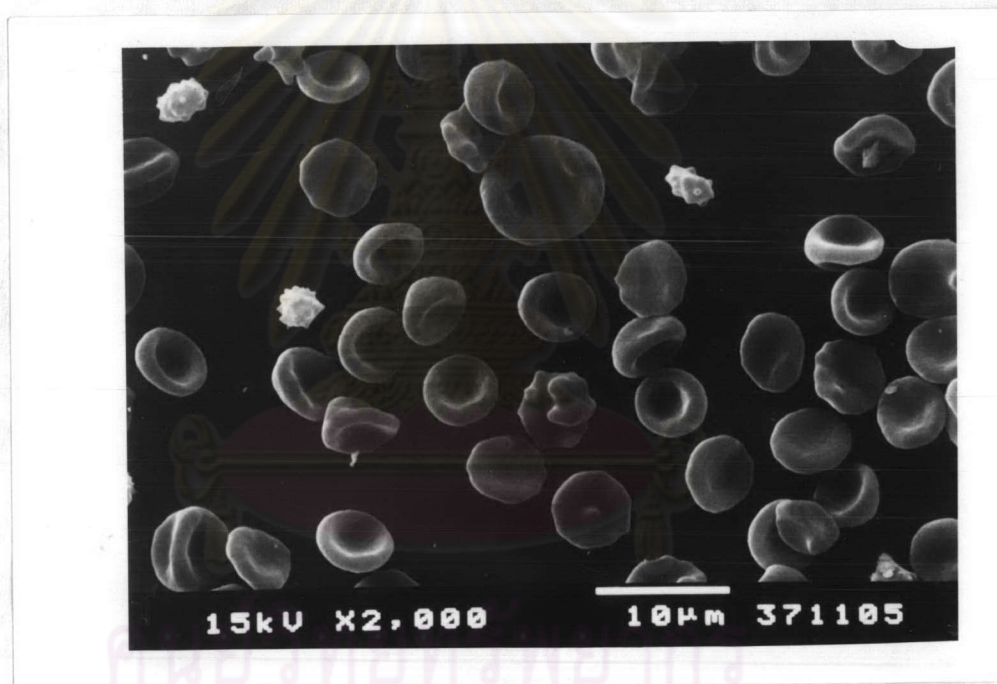


ภาพที่ 15 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงในสภาวะ Hypotonic

ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า

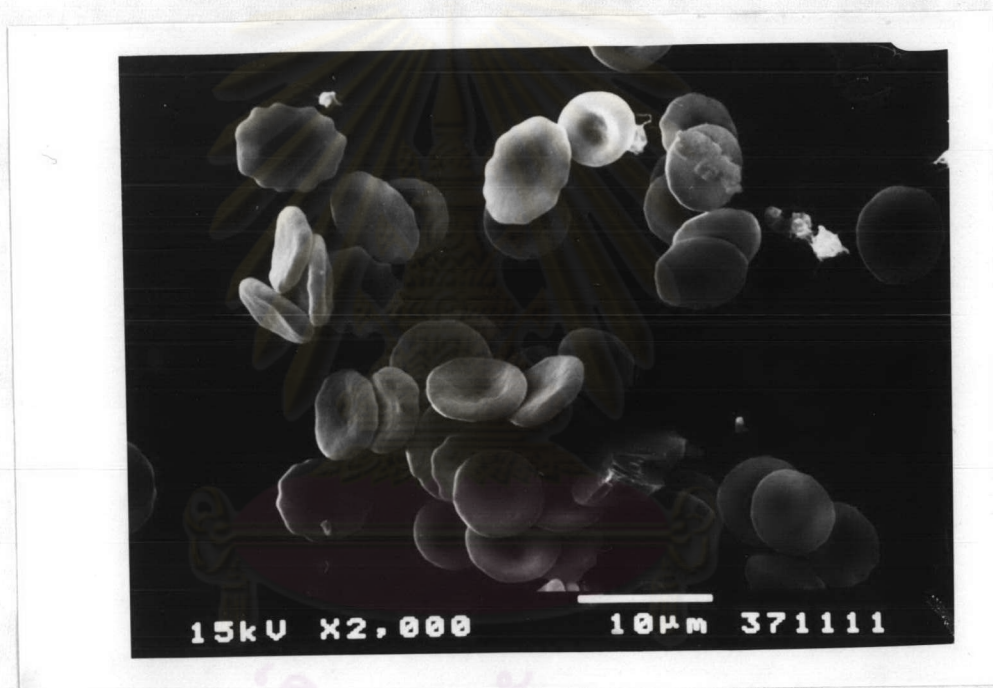
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงมีหลายอย่าง บางตัวยังคงมีลักษณะเหมือนปกติ บางตัว

เปลี่ยนเป็น stomatocyte บางตัวบวมใหญ่ขึ้น บางตัวเหี่ยวเล็กลงไป



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

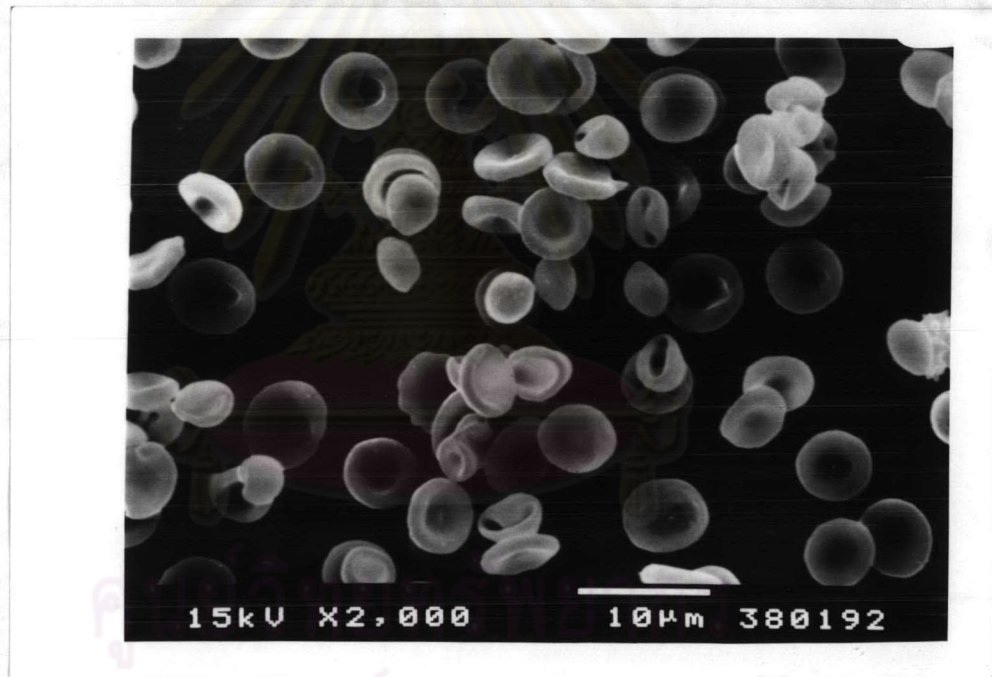
ภาพที่ 16 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงในสภาวะ Hypertonic  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงส่วนใหญ่ยังคงมีรูปร่างปกติ มีบางตัวมีขอบไม่กลมเรียบ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

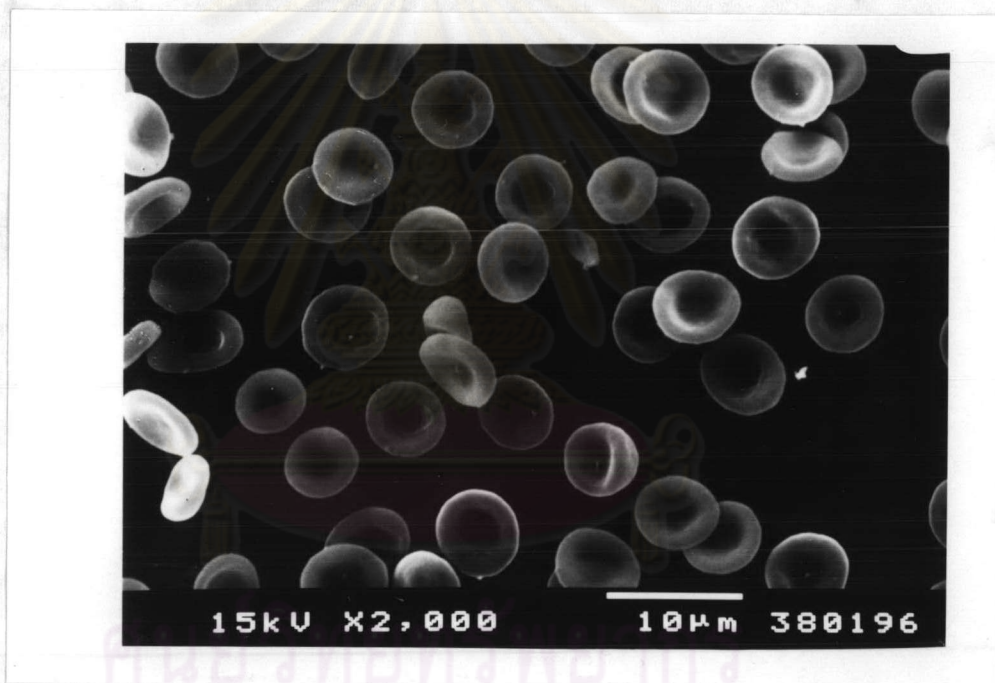


ภาพที่ 18 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ล้างส่วน plasma ออก แล้วเติม Normal saline solution หลังจากนั้นเติมพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 30 นาที  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบว่าเม็ดเลือดแดงส่วนใหญ่มีลักษณะปกติ มีบางตัวมีลักษณะ stomatocyte



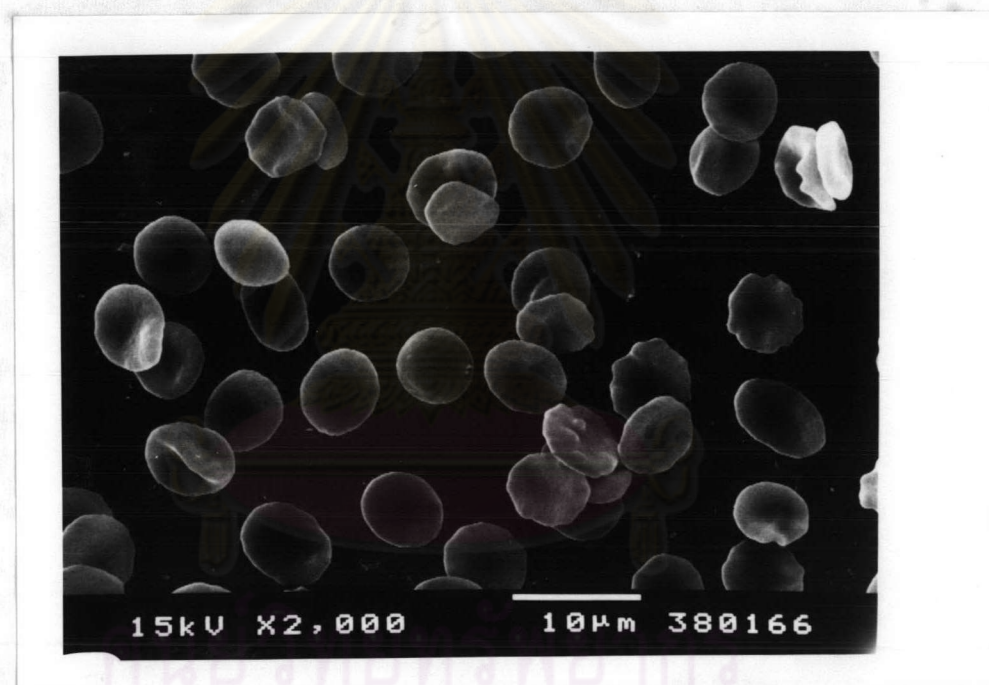
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 19 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ล้างส่วน plasma ออก แล้วเติมด้วย Acetar solution (ในน้ำประกอบด้วย sodium 130 mEq/l , potassium 4 mEq/l , calcium 3 mEq/l , chloride 109mEq/l , acetate 28 mEq/l)  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงเหมือนปกติ



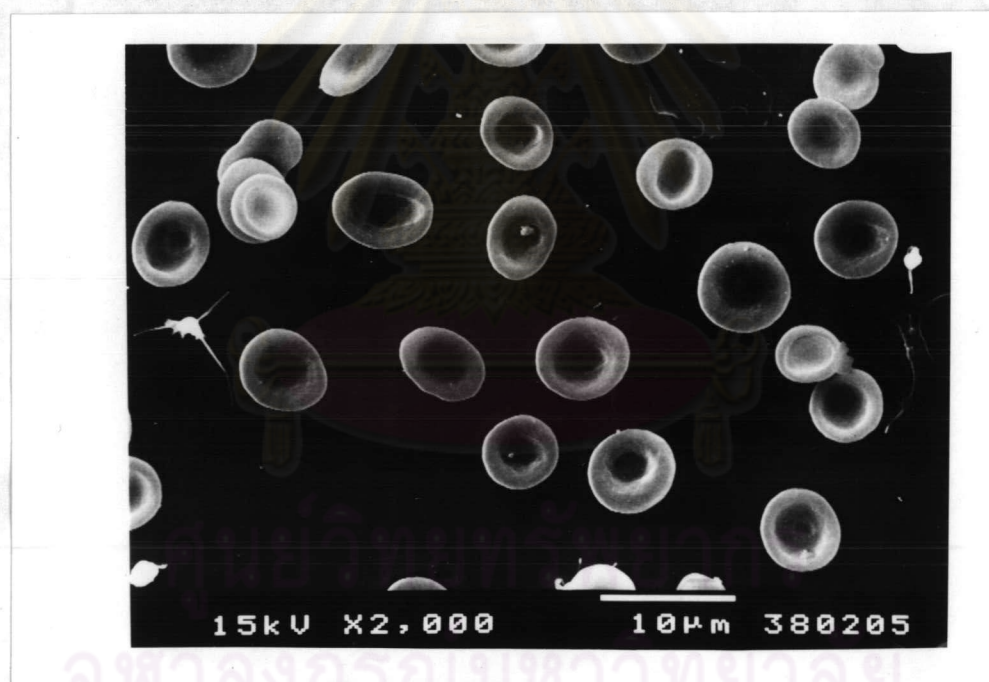


ภาพที่ 20 แสดงลักษณะของเม็ดเลือดแดงที่ล้างส่วน plasma ออก แล้วเติม Acetar solution แทน หลังจากนั้นเติมพืษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 30 นาที  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงส่วนใหญ่มีลักษณะปกติ บางตัวมีการบวมมนเล็กน้อย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

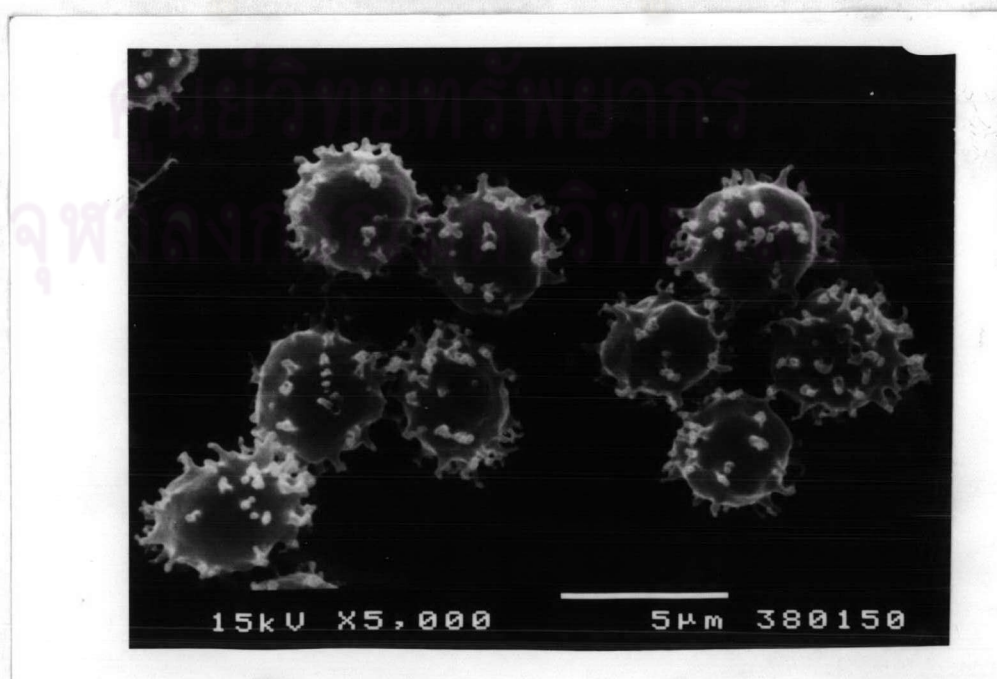
ภาพที่ 21 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ได้รับ Antivenom ต่อพิษงูแมวเซา ขนาด 1.25  $\mu$ l (เป็นขนาดที่ใช้กับพิษงูขนาด 800 ng) ทิ้งไว้ 30 นาที  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงเหมือนปกติ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



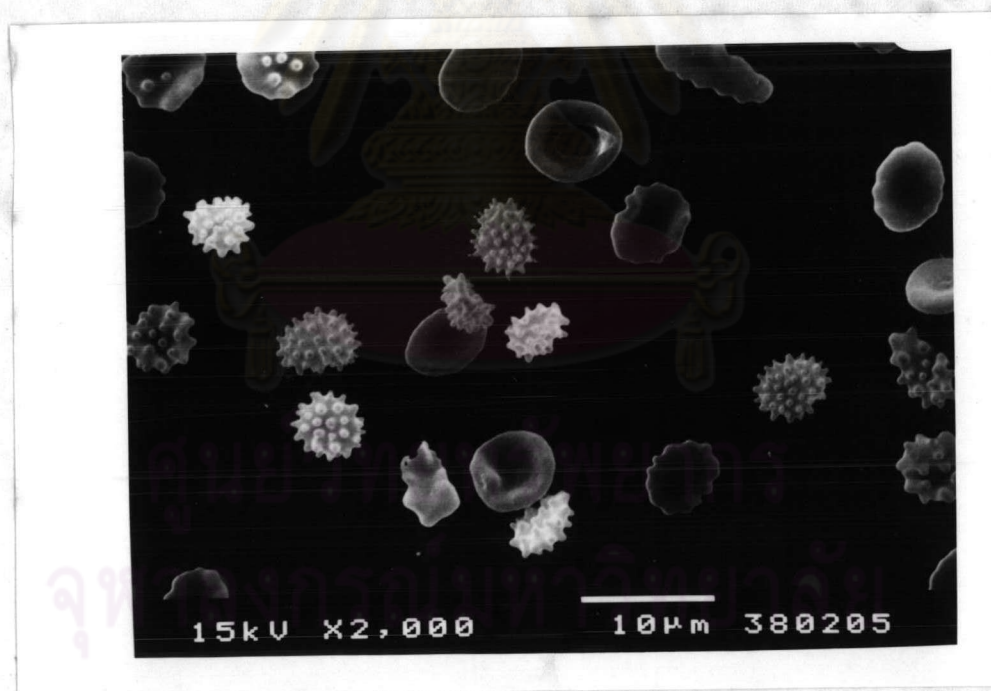
ภาพที่ 22 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ได้รับพิษงูแมวเซาขนาด 800 ng นาน 15 นาที แล้ว  
เติม Antivenom ขนาด 1.25 ul ทิ้งไว้อีก 15 นาที  
ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 และ 5,000 เท่า  
พบลักษณะเม็ดเลือดแดงส่วนใหญ่เป็น Sphero-echinocyte



ภาพที่ 23 แสดงลักษณะเม็ดเลือดแดงที่ได้รับส่วนผสมของพิษงูแมวเซากับ Antivenom ของมัน โดยใช้ขนาดที่หักเหียวกัน(พิษงู 800 ng ส่วน Antivenom = 1.25 ul) ทิ้งไว้นาน 30 นาที

ถ่ายด้วย scanning electron microscope ขนาดกำลังขยาย 2,000 เท่า

พบลักษณะเม็ดเลือดแดงมีการเปลี่ยนแปลงเป็นบางส่วน โดยในส่วนที่เปลี่ยนแปลงจะพบรูปร่างเป็นechinocyte และ Sphero-echinocyte ส่วนที่เหลือบางตัวปกติ บางตัวเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย





ตารางที่ 5 แสดงขนาดเม็ดเลือดแดง (เส้นผ่าศูนย์กลาง) ที่วัดจากภาพถ่ายของเม็ดเลือดแดงที่ได้  
รับพิษงูแมวเซาที่เวลาต่างๆ

เม็ดเลือดแดง	เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\mu\text{m}$ )
เม็ดเลือดแดงปกติ	5
เม็ดเลือดแดงที่ได้พิษงู ที่เวลา 1 นาที	6.1-6.6
เม็ดเลือดแดงที่ได้พิษงู ที่เวลา 5 นาที	7.2-7.7
เม็ดเลือดแดงที่ได้พิษงู ที่เวลา 10 นาที	5.8-6.8
เม็ดเลือดแดงที่ได้พิษงู ที่เวลา 20 นาที	5.0-5.2
เม็ดเลือดแดงที่ได้พิษงู ที่เวลา 30 นาที	3.4-3.8

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย