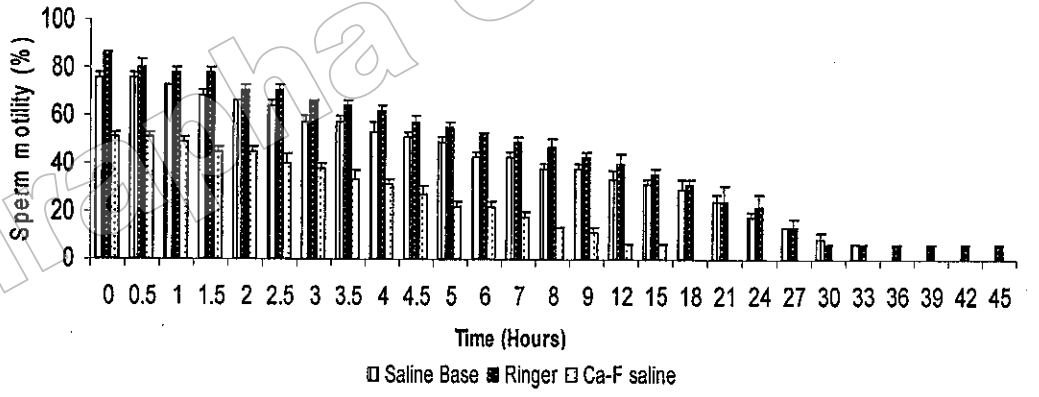
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาสูตรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

โดยการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่เย็นด้วยน้ำยา 10 สูตร เมื่อนำมาตรวจวัดเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่พบว่า สเปิร์มที่ผสมด้วยน้ำยา Saline Base สเปิร์มหยุดการเคลื่อนที่ที่เวลา 36 ชั่วโมง สเปิร์มที่ผสมด้วยน้ำยา Ringer สเปิร์มสามารถเคลื่อนที่ได้นานถึง 45 ชั่วโมง และสเปิร์มที่ผสมด้วยน้ำยา Ca-F Saline สเปิร์มหยุดการเคลื่อนที่ที่เวลา 18 ชั่วโมง ในขณะที่น้ำยาอีก 7 สูตรนั้นไม่สามารถทำให้สเปิร์มมีการเคลื่อนที่ตั้งแต่เวลาเริ่มการทดลอง โดยที่ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ย (*Mean ± SE*) ของ Saline Base, Ringer และ Ca-F Saline มีค่าเท่ากับ 43.83 ± 2.73 เปอร์เซ็นต์ 53.87 ± 2.48 เปอร์เซ็นต์ และ 25.88 ± 2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์มในน้ำยาแต่ละสูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 5)

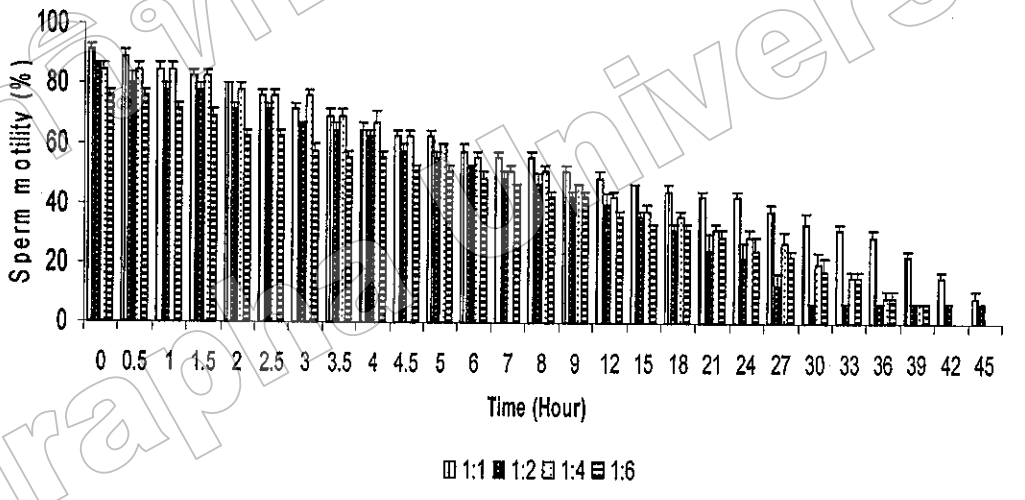


ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* ด้วยน้ำยา 3 สูตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนการเจือจางน้ำเชื้อต่อน้ำยาที่เหมาะสมของการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดง

จากผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นโดยอัตราส่วนการเจือจางน้ำยาต่อน้ำเชื้อ 1: 1, 1: 2, 1: 4 และ 1: 6 โดยที่สเปิร์มที่เจือจางในน้ำยา Ringer อัตราส่วนการเจือจางน้ำเชื้อต่อน้ำยา 1: 1 สเปิร์มเคลื่อนที่ได้นานถึง 45 ชั่วโมง ที่อัตราส่วนการเจือจางน้ำเชื้อต่อน้ำยา 1: 2 สเปิร์มเคลื่อนที่ได้นานถึง 45 ชั่วโมง ที่อัตราส่วนการเจือจางน้ำเชื้อต่อน้ำยา 1: 4 สเปิร์มหยุดเคลื่อนที่ที่เวลา 42 ชั่วโมง และอัตราส่วนการเจือจางน้ำเชื้อต่อน้ำยา 1: 6 สเปิร์มหยุดเคลื่อนที่ที่เวลา 42 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ย (*Mean* ± *SE*) โดยทำการประเมินที่เวลา 0 ชั่วโมง จนถึงเวลาสุดท้ายที่สเปิร์มหยุดเคลื่อนที่ เท่ากับ 8.83 ± 2.23, 6.60 ± 0.00, 6.60 ± 0.00 และ 6.60 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอัตราส่วน ที่ 1: 1, 1: 2, 1: 4 และ 1: 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ภาพที่ 6 และตารางที่ 2)



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* ของการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นด้วยน้ำยา Ringer ที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* ของการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นด้วยน้ำยา Ringer ที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน

ชั่วโมง	อัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำยา Ringer			
	1: 1	1: 2	1: 4	1: 6
0	91.06 ± 2.23 $^{c, 1}$	86.60 ± 0.00 $^{bc, 1}$	84.40 ± 2.20 $^{b, 1}$	75.53 ± 2.23 $^{a, 1}$
0.5	88.83 ± 2.23 $^{b, 12}$	79.96 ± 3.83 $^{ab, 2}$	84.40 ± 2.20 $^{ab, 1}$	75.53 ± 2.23 $^{a, 1}$
1	84.40 ± 2.20 $^{b, 2}$	77.76 ± 2.23 $^{ab, 2}$	84.40 ± 2.20 $^{b, 1}$	71.06 ± 2.23 $^{a, 1}$
1.5	82.20 ± 2.20 $^{b, 2}$	77.76 ± 2.23 $^{b, 2}$	82.20 ± 2.20 $^{b, 1}$	68.83 ± 2.23 $^{a, 12}$
2	80.00 ± 0.00 $^{c, 2}$	71.06 ± 2.23 $^{b, 2}$	77.76 ± 2.23 $^{c, 2}$	62.20 ± 2.20 $^{a, 2}$
2.5	75.53 ± 2.23 $^{b, 23}$	71.06 ± 2.23 $^{b, 2}$	75.53 ± 2.23 $^{b, 2}$	62.20 ± 2.20 $^{a, 2}$
3	71.06 ± 2.23 $^{bc, 3}$	66.60 ± 0.00 $^{b, 3}$	75.53 ± 2.23 $^{c, 2}$	57.76 ± 2.23 $^{a, 3}$
3.5	68.83 ± 2.23 $^{b, 34}$	64.40 ± 2.20 $^{b, 3}$	68.83 ± 2.23 $^{b, 3}$	55.53 ± 2.23 $^{a, 3}$
4	64.40 ± 2.20 $^{ab, 4}$	62.20 ± 2.20 $^{ab, 3}$	66.63 ± 3.83 $^{b, 3}$	55.53 ± 2.23 $^{a, 3}$
4.5	62.20 ± 2.20 $^{b, 4}$	57.76 ± 2.23 $^{ab, 4}$	62.20 ± 2.20 $^{b, 3}$	53.30 ± 0.00 $^{a, 3}$
5	62.20 ± 2.20 $^{c, 4}$	55.53 ± 2.23 $^{ab, 4}$	60.00 ± 0.00 $^{bc, 3}$	51.06 ± 2.23 $^{a, 3}$
6	57.76 ± 2.23 $^{b, 45}$	53.30 ± 0.00 $^{ab, 4}$	55.53 ± 2.23 $^{b, 4}$	48.83 ± 2.23 $^{a, 34}$
7	57.76 ± 2.23 $^{b, 5}$	48.83 ± 2.23 $^{a, 45}$	51.06 ± 2.23 $^{a, 4}$	46.60 ± 0.00 $^{a, 4}$
8	55.53 ± 2.23 $^{b, 5}$	46.63 ± 3.83 $^{ab, 5}$	51.06 ± 2.23 $^{ab, 4}$	42.20 ± 2.20 $^{a, 4}$
9	51.06 ± 2.23 $^{b, 56}$	42.20 ± 2.20 $^{a, 5}$	46.60 ± 0.00 $^{ab, 5}$	35.53 ± 2.23 $^{a, 5}$
12	48.83 ± 2.23 $^{b, 56}$	39.96 ± 3.83 $^{ab, 56}$	42.20 ± 2.20 $^{ab, 5}$	33.30 ± 0.00 $^{a, 5}$
15	46.60 ± 0.00 $^{b, 6}$	35.53 ± 2.23 $^{a, 6}$	37.76 ± 2.23 $^{a, 6}$	31.06 ± 2.23 $^{a, 5}$
18	44.40 ± 2.20 $^{b, 6}$	31.06 ± 2.23 $^{a, 6}$	35.53 ± 2.23 $^{a, 6}$	28.83 ± 2.23 $^{a, 56}$
21	42.20 ± 2.20 $^{b, 6}$	24.40 ± 5.87 $^{a, 7}$	31.06 ± 2.23 $^{ab, 67}$	24.43 ± 4.43 $^{a, 6}$
24	42.20 ± 2.20 $^{b, 6}$	22.16 ± 4.43 $^{a, 7}$	28.83 ± 2.23 $^{a, 67}$	22.20 ± 2.20 $^{a, 6}$
27	37.76 ± 2.23 $^{c, 7}$	13.30 ± 3.86 $^{a, 8}$	26.63 ± 3.83 $^{b, 7}$	17.73 ± 4.43 $^{ab, 7}$
30	33.30 ± 3.86 $^{c, 7}$	6.60 ± 0.00 $^{a, 9}$	19.96 ± 3.83 $^{b, 8}$	15.53 ± 2.23 $^{ab, 7}$
33	31.06 ± 2.23 $^{c, 78}$	6.60 ± 0.00 $^{a, 9}$	15.53 ± 2.23 $^{b, 8}$	8.83 ± 2.23 $^{b, 8}$
36	28.83 ± 2.23 $^{b, 78}$	6.60 ± 0.00 $^{a, 9}$	8.83 ± 2.23 $^{a, 9}$	8.83 ± 2.23 $^{a, 8}$
39	22.20 ± 2.20 $^{b, 9}$	6.60 ± 0.00 $^{a, 9}$	6.60 ± 0.00 $^{a, 9}$	6.60 ± 0.00 $^{a, 9}$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชั่วโมง	อัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำยา Ringer			
	1: 1	1: 2	1: 4	1: 6
42	$15.53 \pm 2.23^{a, 10}$	$6.60 \pm 0.00^{b, 9}$	-	-
45	$8.83 \pm 2.23^{a, 11}$	$6.60 \pm 0.00^{a, 9}$	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

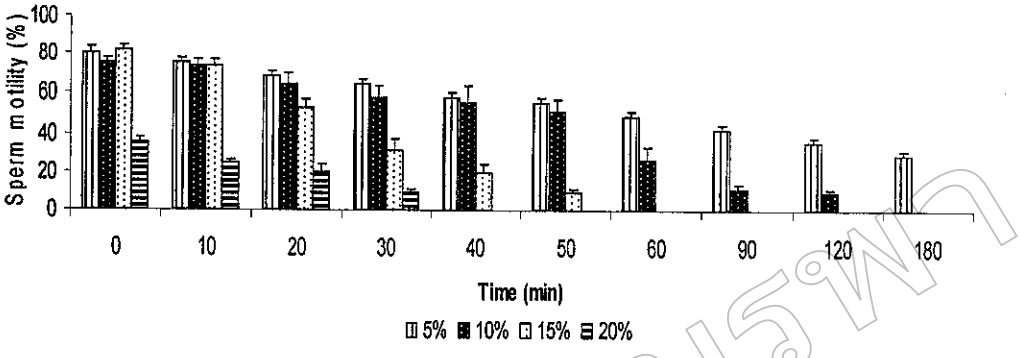
การทดลองที่ 3 ศึกษาความเป็นพิษของสารไครโอโพรเทคแทนท์ที่มีผลต่อน้ำเชื้อ

ผลการทดสอบความเป็นพิษของสารไครโอโพรเทคแทนท์ทั้ง 10 ชนิด คือ DMSO, Glycerrol, Propylene Glycol, Formamide, Methanol, Ethylene Glycol, Ethanol, Trehalose, Sucrose และ Acetamide ที่ 4 ระดับความเข้มข้นคือ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยที่น้ำเชื้อนั้นถูกเจือจางในน้ำยา Ringer (ได้จากการทดลองที่ 1) ประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์มที่เวลา 0, 10, 20 30, 40, 50, 60, 90, 120, และ 180 นาที

1. การทดสอบความเป็นพิษของ DMSO ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า DMSO ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15, และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย DMSO ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 40, 50, 60, 90, 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 7 และตารางที่ 3)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน DMSO ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน DMSO ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

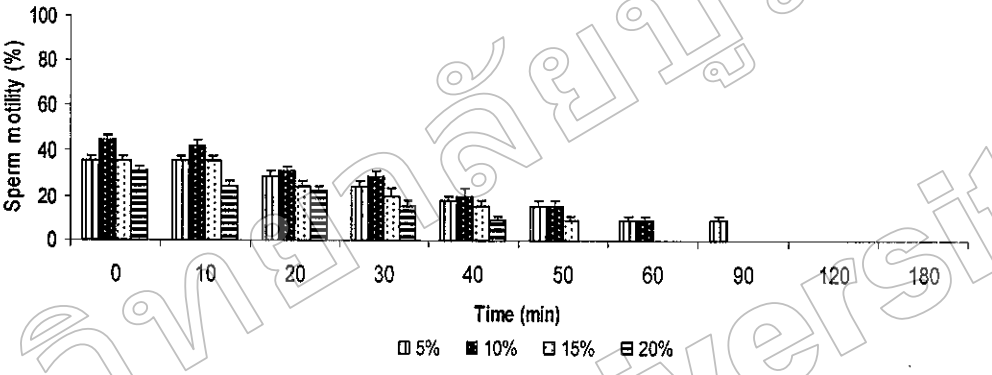
เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$79.96 \pm 3.83^{b,9}$	$75.53 \pm 2.23^{b,5}$	$82.20 \pm 2.20^{b,4}$	$35.53 \pm 2.23^{a,3}$
10	$75.53 \pm 2.23^{b,89}$	$73.30 \pm 3.86^{b,45}$	$73.30 \pm 3.86^{b,4}$	$24.40 \pm 2.20^{a,2}$
20	$68.83 \pm 2.23^{c,78}$	$64.40 \pm 5.87^{bc,345}$	$53.30 \pm 3.86^{b,3}$	$19.96 \pm 3.83^{a,2}$
30	$64.40 \pm 2.20^{c,67}$	$57.73 \pm 5.88^{c,34}$	$31.10 \pm 5.87^{b,2}$	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$
40	$57.76 \pm 2.23^{b,56}$	$55.53 \pm 7.99^{b,3}$	$19.96 \pm 3.83^{a,12}$	-
50	$55.53 \pm 2.23^{b,45}$	$51.10 \pm 5.87^{b,3}$	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$	-
60	$48.83 \pm 2.23^{a,34}$	$26.66 \pm 6.66^{b,2}$	-	-
90	$42.20 \pm 2.20^{a,23}$	$11.06 \pm 2.23^{b,1}$	-	-
120	$35.53 \pm 2.23^{a,12}$	$8.83 \pm 2.23^{b,1}$	-	-
180	$28.83 \pm 2.23^{a,1}$	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. การทดสอบความเป็นพิษของ Glycerol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Glycerol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Glycerol ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20, 30 และ 40 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 50, 60 และ 90 นาที (ภาพที่ 8 และตารางที่ 4)



ภาพที่ 8 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Glycerol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Glycerol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$35.53 \pm 2.23^{ab, 5}$	$44.40 \pm 2.20^{b, 4}$	$35.53 \pm 2.23^{a, 4}$	$31.06 \pm 2.23^{a, 4}$
10	$35.53 \pm 2.23^{b, 5}$	$42.20 \pm 2.20^{b, 4}$	$35.53 \pm 2.23^{b, 4}$	$24.40 \pm 2.20^{a, 34}$
20	$28.83 \pm 2.23^{ab, 45}$	$31.06 \pm 2.23^{b, 3}$	$24.40 \pm 2.20^{ab, 3}$	$22.20 \pm 2.20^{a, 23}$
30	$24.40 \pm 2.20^{ab, 34}$	$28.83 \pm 2.23^{b, 3}$	$19.96 \pm 3.83^{ab, 23}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$
40	$17.76 \pm 2.23^{ab, 23}$	$19.96 \pm 3.83^{b, 2}$	$15.53 \pm 2.23^{ab, 12}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$
50	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-
60	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

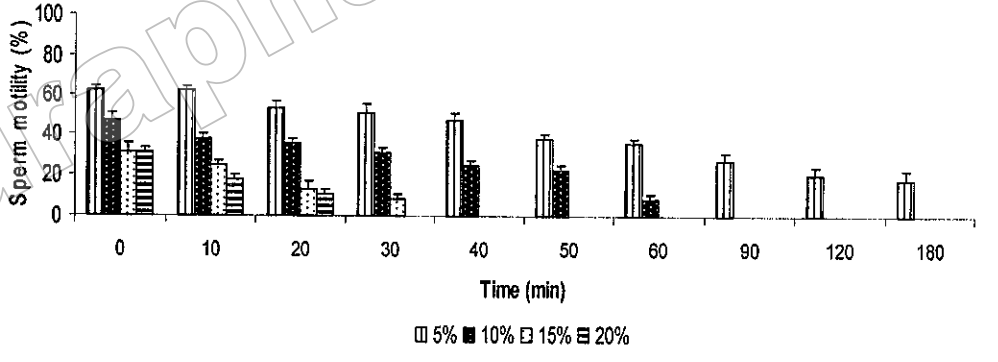
ตารางที่ 4 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
90	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$	-	-	-
120	-	-	-	-
180	-	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

3. การทดสอบความเป็นพิษของ Propylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Propylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Propylene Glycol ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10 และ 20 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 30, 40, 50, 60, 90, 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 9 และ ตารางที่ 5)



ภาพที่ 9 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Propylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Propylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

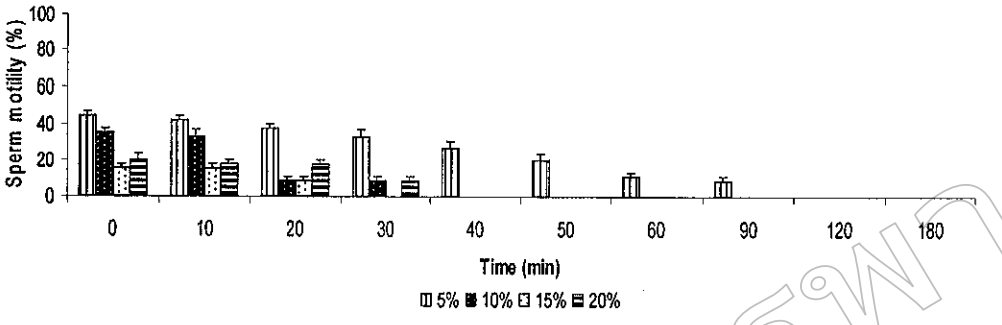
เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$64.40 \pm 2.20^{c, 7}$	$46.63 \pm 3.83^{b, 5}$	$31.06 \pm 4.46^{a, 2}$	$31.06 \pm 2.23^{a, 2}$
10	$62.20 \pm 2.20^{c, 67}$	$37.76 \pm 2.23^{b, 4}$	$24.40 \pm 2.20^{a, 2}$	$17.76 \pm 2.23^{a, 1}$
20	$53.30 \pm 3.86^{c, 56}$	$35.53 \pm 2.23^{b, 4}$	$13.30 \pm 3.86^{a, 1}$	$11.06 \pm 2.23^{a, 1}$
30	$51.06 \pm 4.46^{c, 5}$	$31.06 \pm 2.23^{b, 34}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-
40	$46.63 \pm 3.83^{a, 45}$	$24.40 \pm 2.20^{a, 23}$	-	-
50	$37.76 \pm 2.23^{a, 34}$	$22.20 \pm 2.20^{b, 2}$	-	-
60	$35.53 \pm 2.23^{a, 23}$	$8.83 \pm 2.23^{b, 1}$	-	-
90	$26.63 \pm 3.83^{a, 12}$	-	-	-
120	$19.96 \pm 3.83^{a, 1}$	-	-	-
180	$17.73 \pm 4.43^{a, 1}$	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

4. การทดสอบความเป็นพิษของ Formamide ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Formamide ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Formamide ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 40, 50, 60 และ 90 นาที (ภาพที่ 10 และตารางที่ 6)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Formamide ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 6 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Formamide ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

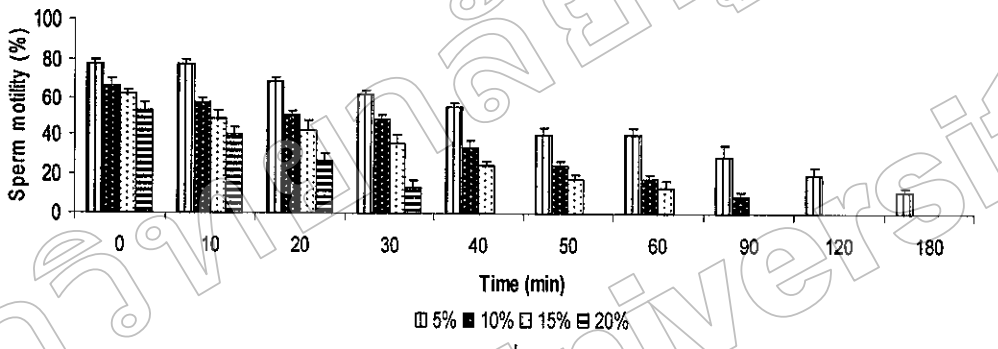
เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$44.40 \pm 2.20^{c, 5}$	$35.53 \pm 2.23^{b, 2}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 1}$	$19.96 \pm 3.83^{a, 2}$
10	$42.20 \pm 2.20^{c, 45}$	$33.80 \pm 3.86^{b, 2}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 1}$	$17.76 \pm 2.23^{a, 12}$
20	$37.76 \pm 2.23^{c, 45}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$17.76 \pm 2.23^{b, 12}$
30	$33.30 \pm 3.86^{b, 34}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$
40	$26.63 \pm 3.83^{a, 23}$	-	-	-
50	$19.96 \pm 3.83^{a, 2}$	-	-	-
60	$11.06 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-	-
90	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-	-
120	-	-	-	-
180	-	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. การทดสอบความเป็นพิษของ Methanol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Methanol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Methanol ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 40, 50, 60 และ 90 นาที และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 11 และตารางที่ 7)



ภาพที่ 11 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Methanol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 7 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Methanol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$77.76 \pm 2.23^{c,6}$	$66.63 \pm 3.83^{b,5}$	$62.20 \pm 2.20^{ab,4}$	$53.30 \pm 3.86^{a,4}$
10	$77.76 \pm 2.23^{c,6}$	$57.76 \pm 2.23^{b,4}$	$48.86 \pm 4.43^{ab,3}$	$39.96 \pm 3.83^{a,3}$
20	$68.83 \pm 2.23^{c,56}$	$51.06 \pm 2.23^{b,4}$	$48.86 \pm 4.43^{b,3}$	$26.63 \pm 3.83^{a,2}$
30	$62.20 \pm 2.20^{d,45}$	$51.06 \pm 2.23^{c,4}$	$35.53 \pm 4.46^{b,2}$	$13.30 \pm 3.86^{a,1}$
40	$55.53 \pm 2.23^{d,4}$	$33.30 \pm 3.86^{a,3}$	$24.40 \pm 2.20^{a,1}$	-
50	$39.96 \pm 3.83^{b,3}$	$24.40 \pm 2.20^{a,2}$	$17.76 \pm 2.23^{a,1}$	-

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

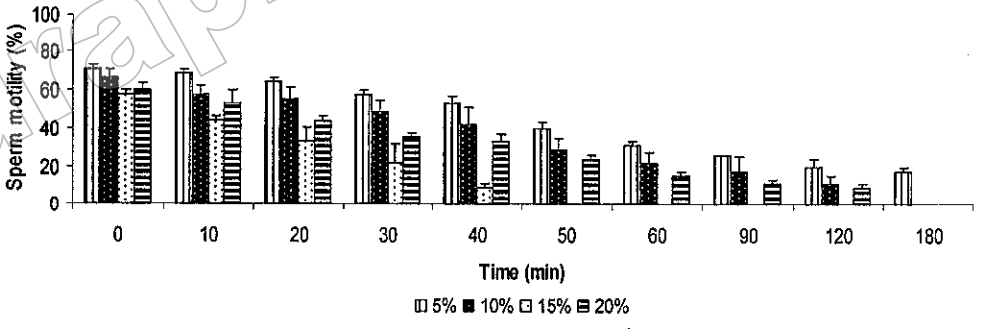
ตารางที่ 7 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
60	$39.96 \pm 3.83^{b, 3}$	$17.76 \pm 2.23^{a, 2}$	$13.30 \pm 3.86^{a, 1}$	-
90	$28.86 \pm 5.88^{a, 2}$	$8.83 \pm 2.23^{b, 1}$	-	-
120	$19.96 \pm 3.83^{a, 12}$	-	-	-
180	$11.06 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

6. การทดสอบความเป็นพิษของ Ethylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Ethylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Ethylene Glycol ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20, 30 และ 40 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 50, 60, 90 และ120 นาที และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 180 นาที (ภาพที่ 12 และตารางที่ 8)



ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Ethylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Ethylene Glycol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

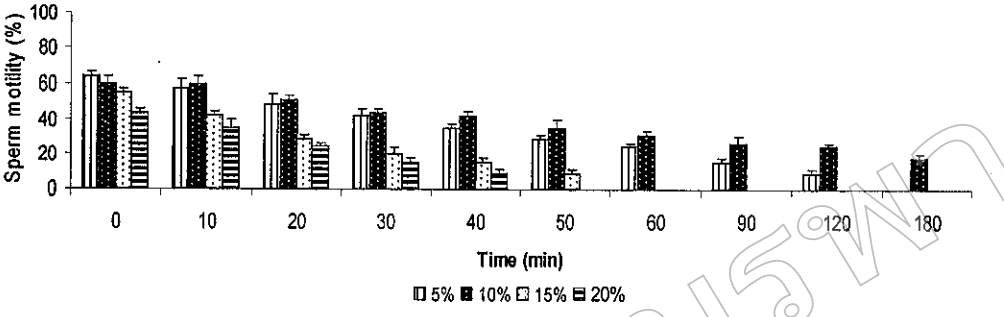
เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$71.06 \pm 2.23^{b, 7}$	$66.63 \pm 3.83^{ab, 4}$	$57.76 \pm 2.23^{a, 4}$	$59.96 \pm 3.83^{a, 7}$
10	$68.83 \pm 2.23^{b, 7}$	$57.73 \pm 4.43^{ab, 34}$	$44.40 \pm 2.20^{a, 34}$	$53.26 \pm 6.66^{a, 67}$
20	$64.40 \pm 2.20^{c, 67}$	$55.50 \pm 5.87^{bc, 34}$	$33.30 \pm 7.67^{a, 23}$	$44.40 \pm 2.20^{ab, 56}$
30	$57.76 \pm 2.23^{c, 56}$	$48.86 \pm 5.88^{bc, 34}$	$22.20 \pm 9.70^{a, 12}$	$35.53 \pm 2.23^{ab, 45}$
40	$53.30 \pm 3.86^{c, 5}$	$42.20 \pm 8.90^{bc, 23}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$33.30 \pm 3.86^{b, 34}$
50	$39.96 \pm 3.83^{b, 4}$	$28.86 \pm 5.88^{ab, 12}$	-	$24.40 \pm 2.20^{a, 23}$
60	$31.06 \pm 2.23^{b, 3}$	$22.20 \pm 5.87^{ab, 1}$	-	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$
90	$26.60 \pm 0.00^{a, 23}$	$17.73 \pm 8.02^{a, 1}$	-	$11.06 \pm 2.23^{a, 1}$
120	$19.96 \pm 3.83^{a, 12}$	$11.06 \pm 4.46^{a, 1}$	-	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$
180	$17.76 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

7. การทดสอบความเป็นพิษของ Ethanol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Ethanol ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Ethanol ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 60, 90, 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 13 และตารางที่ 9)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 13 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Ethanol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 9 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Ethanol ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

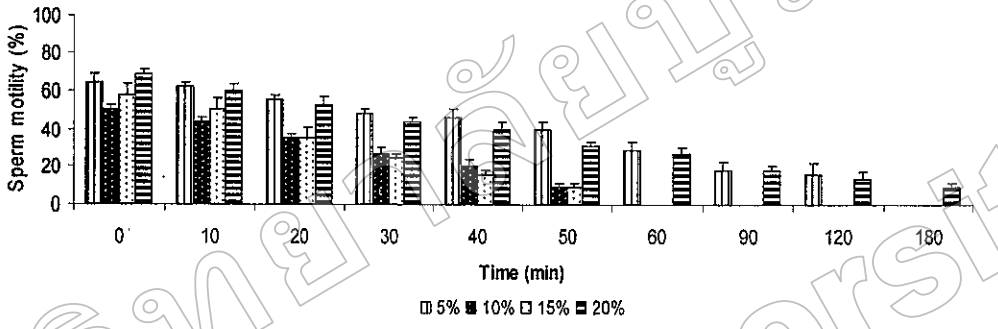
เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$64.40 \pm 2.20^{b, 8}$	$59.96 \pm 3.83^{b, 6}$	$55.53 \pm 2.23^{b, 5}$	$44.40 \pm 2.20^{a, 3}$
10	$57.73 \pm 4.43^{b, 78}$	$59.96 \pm 3.83^{b, 6}$	$42.20 \pm 2.20^{a, 4}$	$35.53 \pm 4.46^{a, 3}$
20	$48.86 \pm 5.88^{b, 67}$	$51.06 \pm 2.23^{b, 56}$	$28.83 \pm 2.23^{a, 3}$	$24.40 \pm 2.20^{a, 2}$
30	$42.16 \pm 4.43^{b, 56}$	$44.40 \pm 2.20^{b, 45}$	$19.96 \pm 3.83^{a, 2}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$
40	$35.53 \pm 2.23^{b, 45}$	$42.20 \pm 2.20^{b, 45}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$
50	$28.83 \pm 2.23^{b, 34}$	$35.53 \pm 4.46^{b, 34}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-
60	$24.40 \pm 2.20^{a, 23}$	$31.06 \pm 2.23^{a, 23}$	-	-
90	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$	$26.63 \pm 3.83^{a, 123}$	-	-
120	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$24.40 \pm 2.20^{b, 12}$	-	-
180	-	$17.76 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

8. การทดสอบความเป็นพิษของ Trehalose ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Trehalose ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Trehalose ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 60, 90, 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 14 และตารางที่ 10)



ภาพที่ 14 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Trehalose ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 10 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Trehalose ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$64.43 \pm 4.43^{ab, 5}$	$51.06 \pm 2.23^{a, 4}$	$57.73 \pm 5.88^{ab, 4}$	$68.83 \pm 2.23^{b, 8}$
10	$62.20 \pm 2.20^{b, 5}$	$44.40 \pm 2.20^{a, 4}$	$51.10 \pm 5.87^{ab, 4}$	$59.96 \pm 3.83^{b, 78}$
20	$55.53 \pm 2.23^{b, 45}$	$35.53 \pm 2.23^{a, 3}$	$35.50 \pm 5.87^{a, 3}$	$53.30 \pm 3.86^{b, 67}$
30	$48.83 \pm 2.23^{b, 34}$	$26.63 \pm 3.83^{a, 2}$	$24.40 \pm 2.20^{a, 23}$	$4.40 \pm 2.20^{b, 56}$
40	$46.63 \pm 3.83^{b, 34}$	$19.96 \pm 3.83^{a, 2}$	$15.53 \pm 2.23^{a, 12}$	$39.96 \pm 3.83^{b, 45}$
50	$39.96 \pm 3.83^{c, 3}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$31.06 \pm 2.23^{b, 34}$
60	$28.86 \pm 4.43^{a, 2}$	-	-	$26.63 \pm 3.83^{a, 23}$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

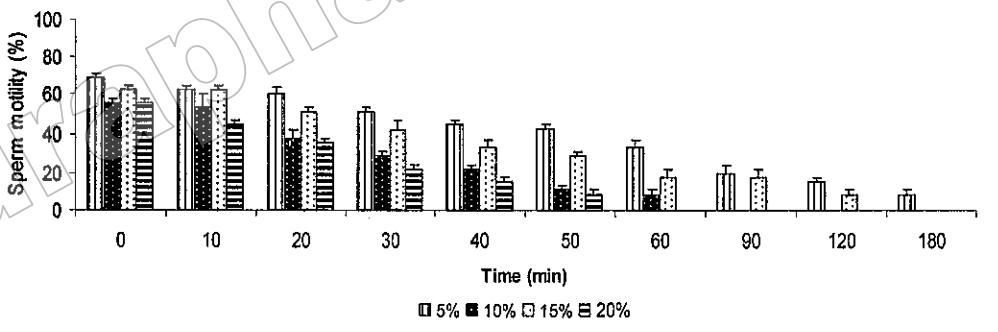
ตารางที่ 10 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
90	$11.06 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-	$17.76 \pm 2.23^{a, 12}$
120	$15.50 \pm 5.87^{a, 1}$	-	-	$13.30 \pm 3.86^{a, 1}$
180	-	-	-	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

9. การทดสอบความเป็นพิษของ Sucrose ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Sucrose ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Sucrose ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเวลาที่ 60, 90, 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 15 และตารางที่ 11)



ภาพที่ 15 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Sucrose ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 11 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Sucrose ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

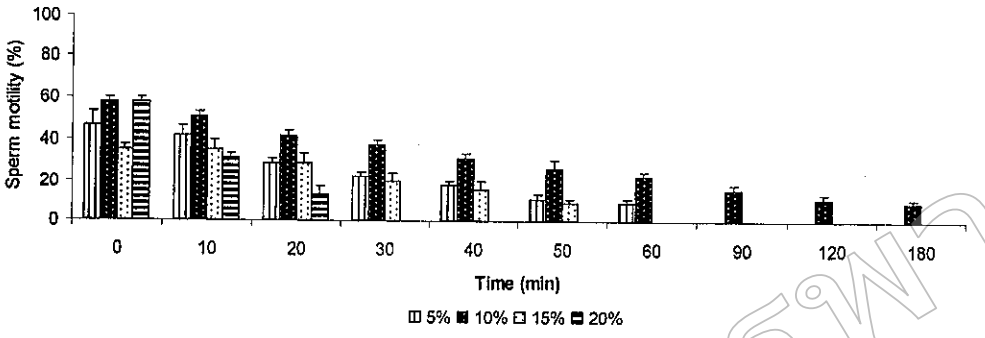
เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$68.83 \pm 2.23^{b,7}$	$55.53 \pm 2.23^{a,4}$	$62.20 \pm 2.20^{ab,5}$	$55.53 \pm 2.23^{a,5}$
10	$62.20 \pm 2.20^{b,67}$	$53.33 \pm 6.66^{ab,4}$	$62.20 \pm 2.20^{b,5}$	$44.40 \pm 2.20^{a,4}$
20	$59.96 \pm 3.83^{b,6}$	$37.73 \pm 4.43^{a,3}$	$51.06 \pm 2.23^{b,4}$	$35.53 \pm 2.23^{a,3}$
30	$51.06 \pm 2.23^{b,5}$	$28.83 \pm 2.23^{a,23}$	$42.16 \pm 4.43^{b,34}$	$22.20 \pm 2.20^{a,2}$
40	$44.40 \pm 2.20^{c,45}$	$22.20 \pm 2.20^{a,2}$	$33.30 \pm 3.86^{b,23}$	$15.53 \pm 2.23^{a,12}$
50	$42.20 \pm 2.20^{c,4}$	$11.06 \pm 2.23^{a,1}$	$28.83 \pm 2.23^{b,2}$	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$
60	$33.30 \pm 3.86^{b,3}$	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$	$17.73 \pm 4.43^{a,1}$	-
90	$19.96 \pm 3.83^{a,2}$	-	$17.73 \pm 4.43^{b,1}$	-
120	$15.53 \pm 2.23^{a,12}$	-	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$	-
180	$8.83 \pm 2.23^{a,1}$	-	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

10. การทดสอบความเป็นพิษของ Acetamide ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

พบว่า Acetamide ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) และเวลาที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารละลาย Acetamide ที่มีผลต่อน้ำเชื้อปลากะพงแดงที่เวลา 0, 10 และ 20 นาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กับเวลาที่ 30, 40, 50 และ 60 นาที และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) กับเวลาที่ 90, 120 และ 180 นาที (ภาพที่ 16 และตารางที่ 12)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Acetamide ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 12 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* โดยเจือจางใน Acetamide ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น (%)			
	5	10	15	20
0	$46.63 \pm 6.66^{ab, 4}$	$57.76 \pm 2.23^{b, 6}$	$35.53 \pm 2.23^{a, 3}$	$57.76 \pm 2.23^{b, 3}$
10	$42.16 \pm 4.43^{ab, 4}$	$51.06 \pm 2.23^{b, 5}$	$35.53 \pm 4.46^{a, 3}$	$31.06 \pm 2.23^{a, 2}$
20	$28.83 \pm 2.23^{b, 3}$	$42.20 \pm 2.20^{c, 4}$	$28.86 \pm 4.43^{b, 23}$	$13.30 \pm 3.86^{a, 1}$
30	$22.20 \pm 2.20^{a, 23}$	$37.76 \pm 2.23^{b, 4}$	$19.96 \pm 3.83^{a, 12}$	-
40	$17.76 \pm 2.23^{a, 123}$	$31.06 \pm 2.23^{b, 3}$	$15.53 \pm 4.46^{a, 1}$	-
50	$11.06 \pm 2.23^{a, 12}$	$23.30 \pm 1.90^{b, 2}$	$8.83 \pm 2.23^{a, 12}$	-
60	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	$22.20 \pm 2.20^{b, 2}$	-	-
90	-	$15.53 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-
120	-	$11.06 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-
180	-	$8.83 \pm 2.23^{a, 1}$	-	-

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวเลขเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

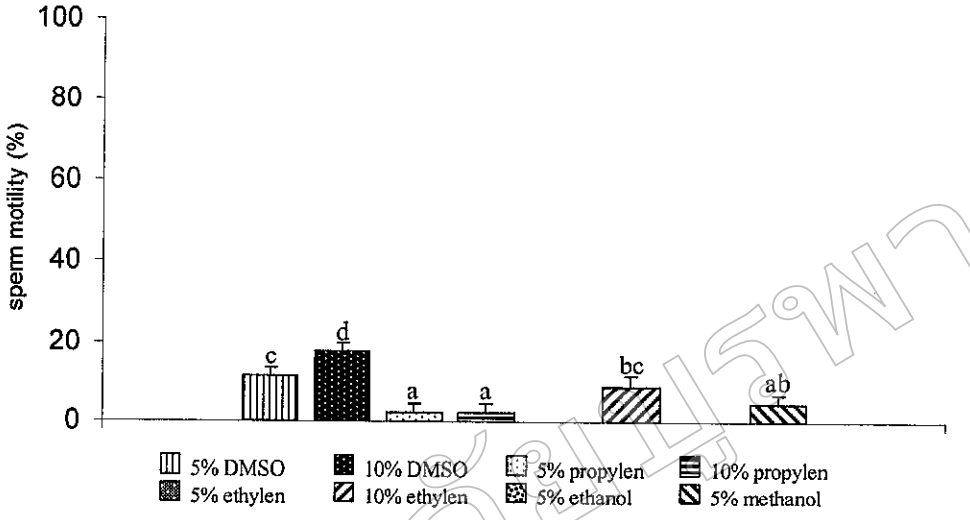
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของอัตราการลดอุณหภูมิในขณะทำการแช่แข็งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของสเปิร์มปลากะพงแดง

โดยทำการลดอุณหภูมิด้วย Programable Freeze Control ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ลดอุณหภูมิสามารถกำหนดอัตราการลดอุณหภูมิในระดับต่าง ๆ ได้ ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิที่ 3, 5, 10, และ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส และอัตราการลดอุณหภูมิที่ 3, 5, 10, และ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส โดยใช้สารไครโอโพรเทคแทนท์ 5 ชนิด (ได้จากการทดลองที่ 2) คือ DMSO 5% และ 10%, Propylene Glycol 5% และ 10%, Methanol 5%, Ethylene Glycol 5% และ 10%, และ Ethanol 5% โดยจะเจือจางน้ำเชื้อด้วยน้ำยาสูตร Ringer (ได้จากการทดลองที่ 1) ซึ่งภายหลังจากการลดอุณหภูมินั้นน้ำเชื้อส่วนหนึ่งจะถูกนำมาประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์มทันที และอีกส่วนหนึ่งจะนำมาเก็บไว้ในถังไนโตรเจนเหลวและภายหลังจากเก็บไว้ในถังไนโตรเจนเหลวที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง จะนำน้ำเชื้อมาทำการละลายด้วย Water Bath ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 6 วินาที จากนั้นจึงประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์มต่อไป

1. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –40 องศาเซลเซียสที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

ผลจากการประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์มหลังจากนำน้ำเชื้อออกจากเครื่อง Programable Freeze Control ก่อนที่จะนำน้ำเชื้อลงสู่ถังไนโตรเจนเหลว พบว่า DMSO 10% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์มสูงสุดรองลงมาคือ DMSO 5% ในขณะเดียวกันไม่พบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์มใน Ethylene Glycol 5% และ Ethanol 5% จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 17 และตารางที่ 13)



ภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 13 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

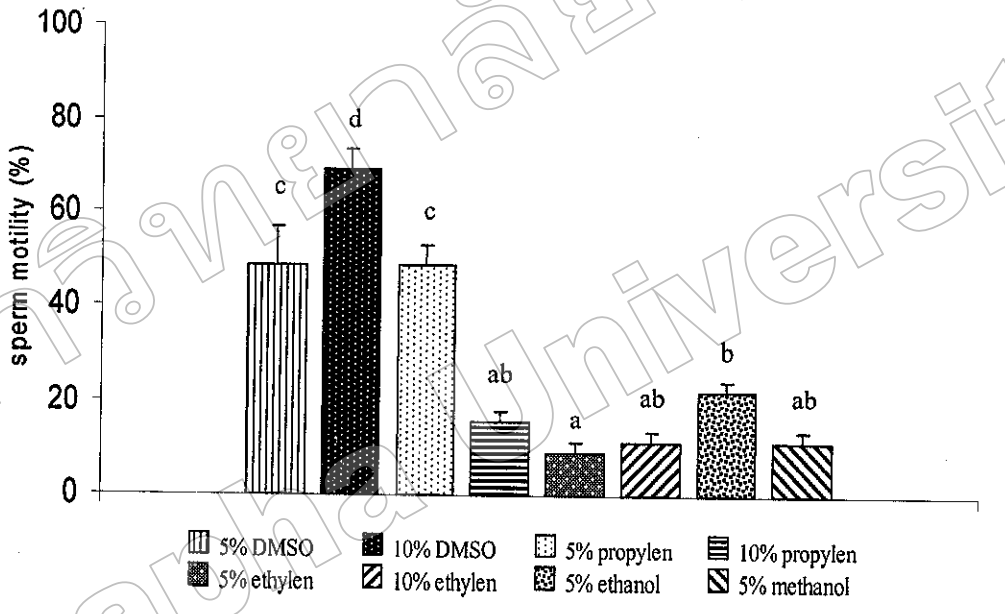
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean ±SE*)
DMSO 5%	11.06 ± 2.23^{c}
DMSO 10%	17.76 ± 2.23^{d}
Propylene Glycol 5%	2.20 ± 2.20^{a}
Propylene Glycol 10%	2.20 ± 2.20^{a}
Ethylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 10%	8.83 ± 2.23^{bc}
Ethanol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Methanol 5%	4.40 ± 2.20^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –40 องศาเซลเซียสที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

จากผลการศึกษาภายหลังนำน้ำเชื้อที่ได้จากการแช่แข็งมาละลายเพื่อประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์ม พบว่า สารไครโอโพรเทคแทนท์ DMSO 10% ให้เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยสูงสุด และ DMSO 5% กับ Propylene Glycol 5% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยเท่ากัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 18 และตารางที่ 14)



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 14 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

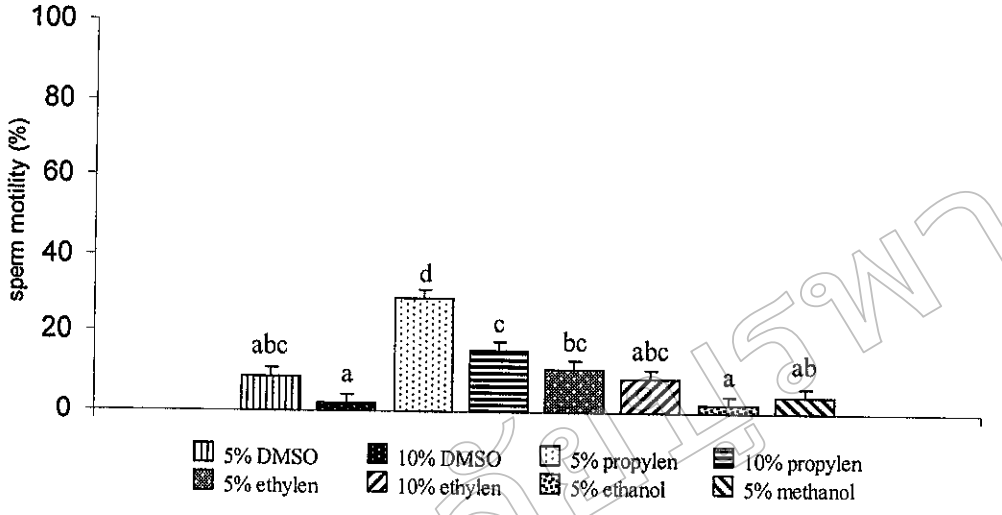
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean ±SE*)
DMSO 5%	48.86 ± 8.02^{c}
DMSO 10%	68.86 ± 4.43^{d}
Propylene Glycol 5%	48.86 ± 4.43^{c}
Propylene Glycol 10%	15.53 ± 2.23^{ab}
Ethylene Glycol 5%	8.83 ± 2.23^{a}
Ethylene Glycol 10%	11.06 ± 2.23^{ab}
Ethanol 5%	22.20 ± 2.20^{b}
Methanol 5%	11.06 ± 2.23^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

3. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส ที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

เมื่อนำน้ำเชื้อที่ได้จากการแช่แข็งออกมาละลายแล้วกระตุ้นด้วยน้ำทะเล เพื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์มก่อนที่จะนำน้ำเชื้อลงสู่ถังไนโตรเจนเหลว พบว่า Propylene Glycol 5% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยสูงสุด ในขณะเดียวกันส่วนที่เหลือทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 19 และตารางที่ 15)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 19 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 15 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

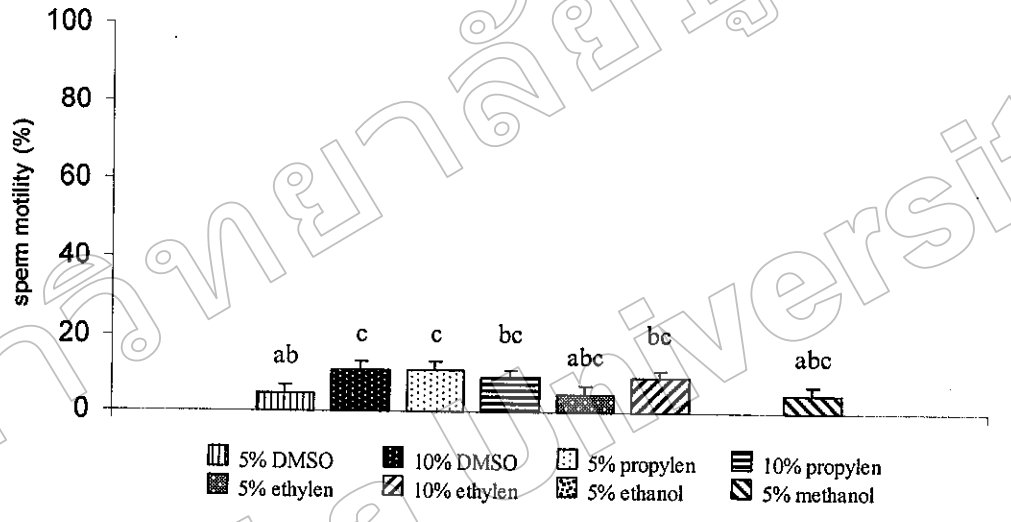
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean* ±*SE*)
DMSO 5%	8.83 ± 2.23^{abc}
DMSO 10%	2.20 ± 2.20^{a}
Propylene Glycol 5%	28.83 ± 2.23^{d}
Propylene Glycol 10%	15.53 ± 2.23^{c}
Ethylene Glycol 5%	11.06 ± 2.23^{bc}
Ethylene Glycol 10%	8.83 ± 2.23^{abc}
Ethanol 5%	2.20 ± 2.20^{a}
Methanol 5%	4.40 ± 2.20^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส ที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

จากการประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์ม พบว่า เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์มที่ผสมด้วยสารไครโอโพรเทคแทนท์แต่ละชนิดมีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ขณะเดียวกันไม่พบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของ Ethanol 5% และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 20 และตารางที่ 16)



ภาพที่ 20 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 16 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

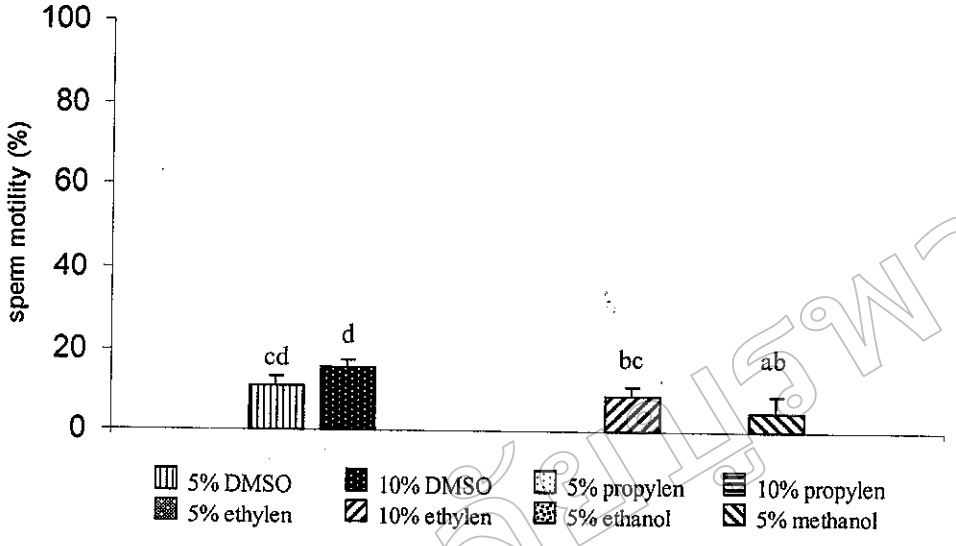
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean* ±*SE*)
DMSO 5%	2.20 ± 2.20^{ab}
DMSO 10%	11.06 ± 2.23^{c}
Propylene Glycol 5%	11.06 ± 2.23^{c}
Propylene Glycol 10%	8.83 ± 2.23^{bc}
Ethylene Glycol 5%	4.40 ± 2.20^{abc}
Ethylene Glycol 10%	8.83 ± 2.23^{bc}
Ethanol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Methanol 5%	4.40 ± 2.20^{abc}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

5. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –80 องศาเซลเซียสที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

ภายหลังการละลายน้ำเชื้อปลาที่ได้จากการแช่แข็งด้วย Water Bath พบว่า DMSO 10%, DMSO 5%, Ethylene Glycol 10% และ Methanol 5% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ Propylene Glycol 5%, Propylene Glycol 10%, Ethylene Glycol 5% และ Ethanol 5% ไม่พบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 21 และตารางที่ 17)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 21 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 17 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

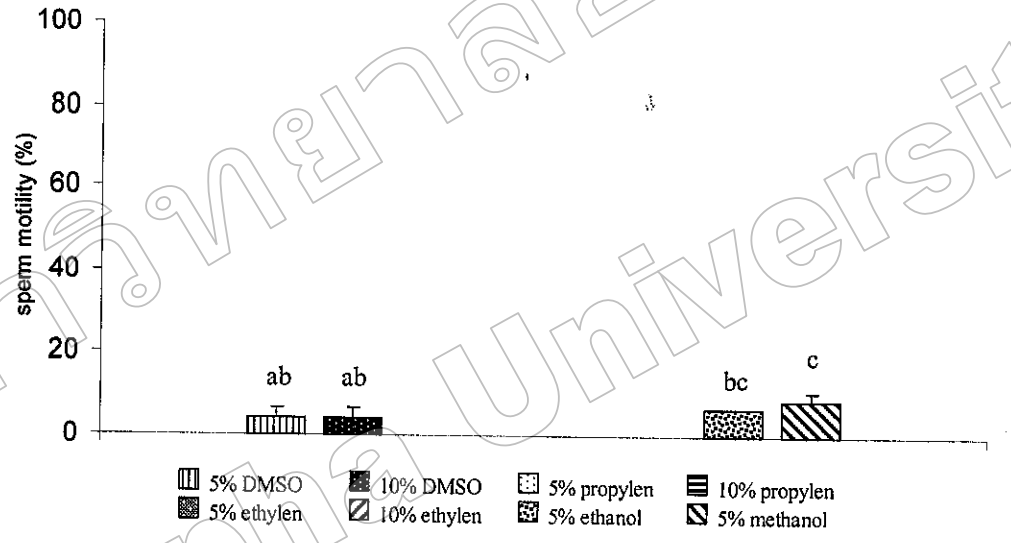
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean ±SE*)
DMSO 5%	11.06 ± 2.23^{cd}
DMSO 10%	15.53 ± 2.23^{d}
Propylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Propylene Glycol 10%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 10%	8.83 ± 2.23^{bc}
Ethanol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Methanol 5%	4.43 ± 4.43^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –80 องศาเซลเซียสที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

ภายหลังจากการลดอุณหภูมิแล้วนำตัวอย่างที่ได้มาทำการละลายที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่า เปิร์มมีอัตราการเคลื่อนที่ที่ต่ำมาก กล่าวคือ Methanol 5%, Ethanol 5%, DMSO 5% และ DMSO 10% โดยพบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารไครโอโพรเทคแทนท์ชนิดอื่นนั้นไม่พบการเคลื่อนที่ของสเปิร์ม โดยที่ให้ผลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) (ภาพที่ 22 และตารางที่ 18)



ภาพที่ 22 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 18 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่เข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

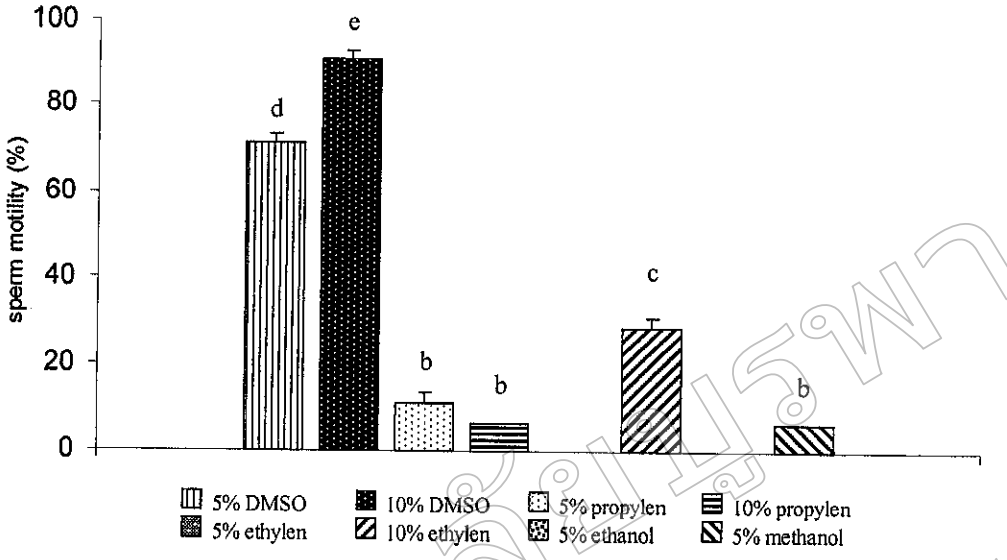
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean ±SE*)
DMSO 5%	4.40 ± 2.20^{ab}
DMSO 10%	4.40 ± 2.20^{ab}
Propylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Propylene Glycol 10%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 10%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethanol 5%	6.60 ± 0.00^{bc}
Methanol 5%	8.83 ± 2.23^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

7. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –80 องศาเซลเซียส ที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

จากการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นผลทำให้ DMSO 10% และ DMSO 5% มีประสิทธิภาพที่ดี ตามลำดับ ซึ่งดูจากประเมินการเคลื่อนที่ของสเปิร์ม ส่วนเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของ Propylene Glycol 5%, Propylene Glycol 10% และ Methanol 5% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 23 และตารางที่ 19)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 23 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 19 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

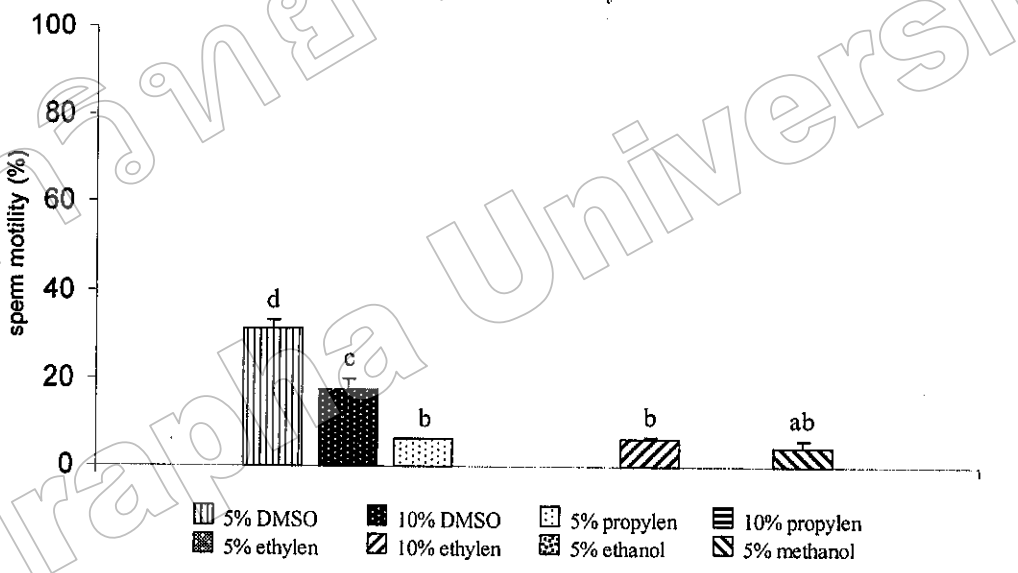
ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean ±SE*)
DMSO 5%	71.06 ± 2.23^{d}
DMSO 10%	91.06 ± 2.23^{e}
Propylene Glycol 5%	11.06 ± 2.23^{b}
Propylene Glycol 10%	6.60 ± 0.00^{b}
Ethylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 10%	28.83 ± 2.23^{c}
Ethanol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Methanol 5%	6.60 ± 0.00^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

8. ผลการศึกษาอัตราการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลากะพงแดงแบบแช่แข็งโดยใช้อัตราการลดอุณหภูมิที่ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –80 องศาเซลเซียส ที่ถูกเจือจางในสารไครโอโพรเทคแทนท์ต่างชนิดกันและระดับความเข้มข้นต่างกัน

จากการลดอุณหภูมิด้วยเครื่อง Programable Freeze Control และนำตัวอย่างน้ำเชื้อแช่แข็งที่ได้มาทำการเพิ่มอุณหภูมิด้วย Water Bath แล้วจึงทำการกระตุ้นด้วยน้ำทะเล พบว่า ระหว่าง DMSO 5% และ DMSO 10% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ Propylene Glycol 5%, Ethylene Glycol 10% และ Methanol 5% มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของ Propylene Glycol 10%, Ethylene Glycol 5% และ Ethanol 5% โดยพบว่า ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไคร โอโพรเทคแทนท์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 24 และตารางที่ 20)



ภาพที่ 24 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 20 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* แบบแช่แข็งที่อัตราการลดอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่เฉลี่ยของสเปิร์ม (*Mean ±SE*)
DMSO 5%	31.06 ± 2.23^{d}
DMSO 10%	17.76 ± 2.23^{c}
Propylene Glycol 5%	6.60 ± 0.00^{b}
Propylene Glycol 10%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Ethylene Glycol 10%	6.60 ± 0.00^{b}
Ethanol 5%	0.00 ± 0.00^{a}
Methanol 5%	4.40 ± 2.20^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

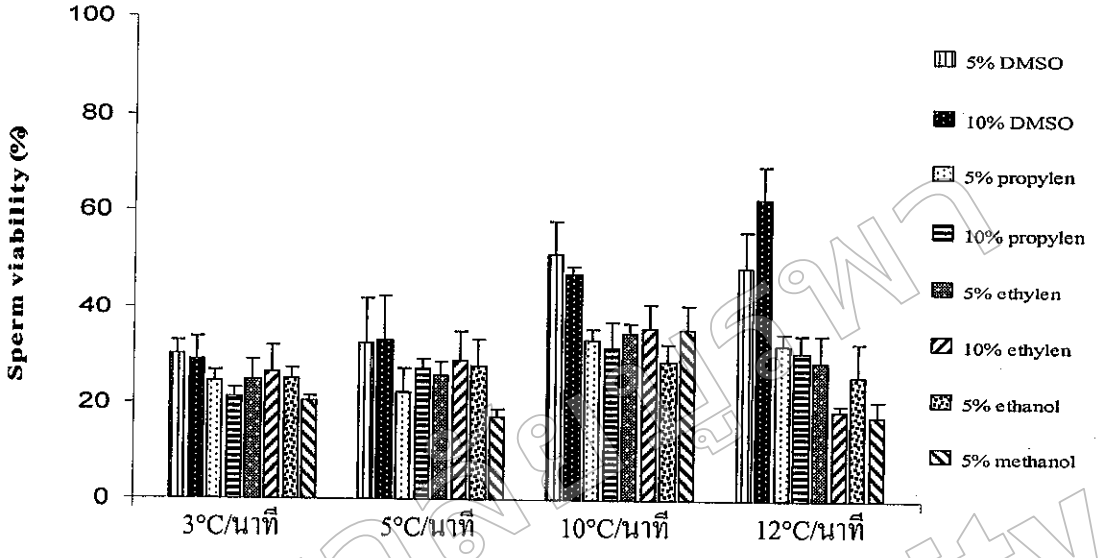
การทดลองที่ 5 การย้อมสีเพื่อดูอัตราการมีชีวิตรอดของสเปิร์มหลังจากการแช่แข็ง

สำหรับน้ำเชื้อแช่แข็งนั้นจะถูกเก็บไว้ในถังไนโตรเจนเหลวระยะเวลา 7 วัน จึงจะถูกนำออกมาละลายที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 6 วินาที จากนั้นจึงทำการย้อมสีสเปิร์มด้วย Eosin-Nigrosin และทำการประเมินอัตราการมีชีวิตรอดของสเปิร์ม ซึ่งการประเมินนั้นจะทำการสุ่มนับสเปิร์มที่มีชีวิตรอดและไม่มีชีวิตรอดประมาณ 250 ตัว

1. ผลการย้อมสีที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

ผลจากการประเมินการย้อมสีของสเปิร์มหลังจากนำน้ำเชื้อออกจากถัง ไนโตรเจนเหลวที่ระยะเวลา 7 วัน ที่อัตราการลดอุณหภูมิที่ 3, 5, 10, และ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการมีชีวิตรอดที่อัตราการลดอุณหภูมิ 3, 5, 10 และ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 25 และตารางที่ 21)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 25 อัตราการมีชีวิตรอดของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* จากการย้อมสีด้วย Eosin-Nigrosin ที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 21 ข้อมูลการมีชีวิตรอดเฉลี่ยสเปิร์ม *L. argentimaculatus* จากการย้อมสีด้วย Eosin-Nigrosin ที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส

อัตราการลดอุณหภูมิ (°C/นาที)	ชนิดและระดับความเข้มข้นของสาร ไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยของสเปิร์ม(*Mean ± SE*)
3	DMSO 5%	30.06 ± 2.72[a]
	DMSO 10%	29.03 ± 4.59[a]
	Propylene Glycol 5%	24.76 ± 2.27[a]
	Propylene Glycol 10%	21.60 ± 1.82[a]
	Ethylene Glycol 5%	25.03 ± 3.98[a]
	Ethylene Glycol 10%	26.56 ± 5.39[a]
	Ethanol 5%	25.30 ± 2.00[a]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 21 (ต่อ)

อัตราการลดอุณหภูมิ (°C/นาที)	ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยของสเปิร์ม(*Mean ± SE*)
3	Methanol 5%	20.70 ± 0.90[a]
5	DMSO 5%	32.63 ± 9.45[a]
	DMSO 10%	33.23 ± 9.55[a]
	Propylene Glycol 5%	22.46 ± 4.92[a]
	Propylene Glycol 10%	27.50 ± 1.90[a]
	Ethylene Glycol 5%	26.00 ± 2.80[a]
	Ethylene Glycol 10%	29.00 ± 6.14[a]
	Ethanol 5%	27.96 ± 5.43[a]
	Methanol 5%	17.40 ± 1.47[a]
10	DMSO 5%	51.60 ± 6.46[c]
	DMSO 10%	47.56 ± 1.71[bc]
	Propylene Glycol 5%	33.30 ± 2.27[a]
	Propylene Glycol 10%	31.80 ± 5.45[a]
	Ethylene Glycol 5%	34.86 ± 2.24[ab]
	Ethylene Glycol 10%	35.93 ± 4.97[ab]
	Ethanol 5%	29.20 ± 3.45[a]
	Methanol 5%	35.63 ± 5.04[ab]
12	DMSO 5%	48.83 ± 7.45[b]
	DMSO 10%	62.73 ± 6.72[b]
	Propylene Glycol 5%	32.33 ± 2.58[a]
	Propylene Glycol 10%	30.86 ± 3.72[a]
	Ethylene Glycol 5%	29.00 ± 5.41[a]
	Ethylene Glycol 10%	18.56 ± 1.27[a]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 21 (ต่อ)

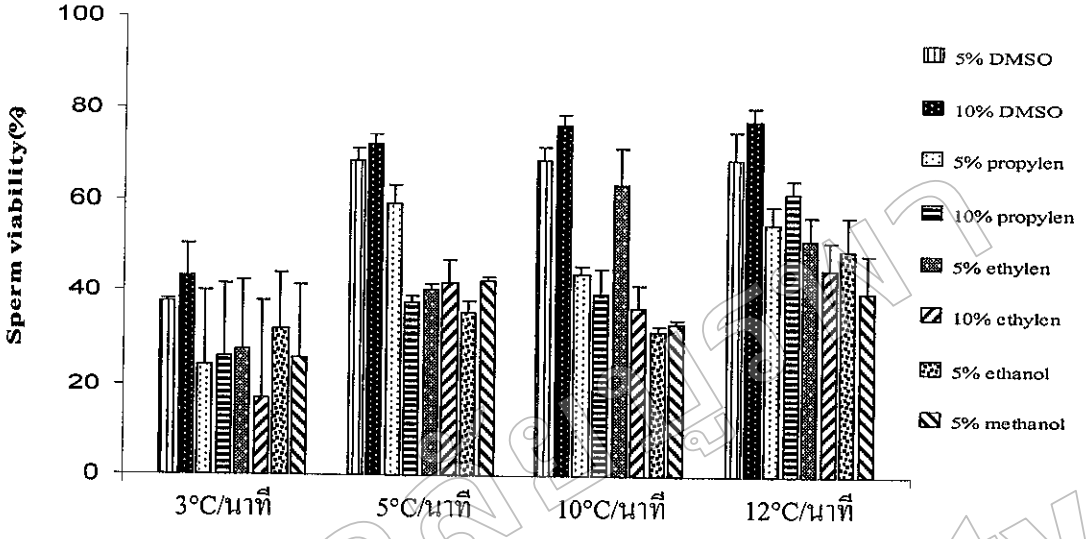
อัตราการลดอุณหภูมิ (°C/นาที)	ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยของสเปิร์ม(*Mean* ± *SE*)
12	Ethanol 5%	26.03 ± 6.96[a]
	Methanol 5%	17.73 ± 3.09[a]

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติภายในกลุ่มการทดลอง ($p>0.05$)

2. ผลการย้อมสีที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

ผลจากการประเมินการย้อมสีของสเปิร์มหลังจากนำน้ำเชื้อออกจากถังไนโตรเจนเหลวที่ระยะเวลา 7 วัน ที่อัตราการลดอุณหภูมิที่ 3, 5, 10, และ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -40 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการมีชีวิตรอดที่อัตราการลดอุณหภูมิ 3, 5, 10 และ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 26 และตารางที่ 22)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 26 อัตราการมีชีวิตรอดของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* จากการย้อมสีด้วย Eosin-Nigrosin ที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น –80 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 22 ข้อมูลการมีชีวิตรอดเฉลี่ยของสเปิร์ม *L. argentimaculatus* จากการย้อมสีด้วย Eosin-Nigrosin ที่อัตราการลดอุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยอุณหภูมิสุดท้ายเป็น -80 องศาเซลเซียส

อัตราการลดอุณหภูมิ (°C/นาที)	ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยของสเปิร์ม(*Mean* ± *SE*)
3	DMSO 5%	37.50 ± 0.70^{cd}
	DMSO 10%	43.36 ± 4.62^{d}
	Propylene Glycol 5%	24.36 ± 1.03^{ab}
	Propylene Glycol 10%	26.10 ± 3.76^{abc}
	Ethylene Glycol 5%	27.60 ± 4.05^{abc}
	Ethylene Glycol 10%	17.03 ± 4.48^{a}
	Ethanol 5%	31.96 ± 4.19^{bc}
	Methanol 5%	25.93 ± 2.75^{abc}

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 22 (ต่อ)

อัตราการลดอุณหภูมิ (°C/นาที)	ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยของสเปิร์ม(*Mean ± SE*)
5	DMSO 5%	68.36 ± 2.71^{c}
	DMSO 10%	72.10 ± 2.29^{c}
	Propylene Glycol 5%	59.26 ± 4.07^{b}
	Propylene Glycol 10%	37.53 ± 1.34^{a}
	Ethylene Glycol 5%	40.36 ± 1.44^{a}
	Ethylene Glycol 10%	41.86 ± 5.27^{a}
	Ethanol 5%	35.46 ± 2.35^{a}
	Methanol 5%	42.63 ± 0.59^{a}
10	DMSO 5%	68.65 ± 3.14^{b}
	DMSO 10%	76.66 ± 2.32^{b}
	Propylene Glycol 5%	44.10 ± 1.74^{a}
	Propylene Glycol 10%	39.53 ± 5.81^{a}
	Ethylene Glycol 5%	63.43 ± 8.08^{b}
	Ethylene Glycol 10%	36.53 ± 4.96^{a}
	Ethanol 5%	31.70 ± 1.10^{a}
	Methanol 5%	33.16 ± 0.78^{a}
12	DMSO 5%	69.00 ± 6.28^{cd}
	DMSO 10%	77.60 ± 3.16^{d}
	Propylene Glycol 5%	55.23 ± 4.00^{abc}
	Propylene Glycol 10%	61.76 ± 2.83^{bcd}
	Ethylene Glycol 5%	51.63 ± 5.23^{abc}
	Ethylene Glycol 10%	45.33 ± 6.18^{ab}

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 22 (ต่อ)

อัตราการลดอุณหภูมิ (°C/นาที)	ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารไครโอโพรเทคแทนท์	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยของสเปิร์ม(*Mean ± SE*)
12	Ethanol 5%	49.56 ± 7.41^{ab}
	Methanol 5%	40.20 ± 8.41^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติภายในกลุ่ม ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University