

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของ Linear Alkylbenzene Sulfonates (LAS) ต่อการตอบสนองระดับเซลล์ของปูม้า เพื่อใช้การตอบสนองดังกล่าวเป็นดัชนีชี้วัดต่อการปนเปื้อนของ LAS ในสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซีลเอสเทอเรส เอนไซม์กลูตาไรโอนเอสเทอเรส เอนไซม์อะซีลโคลีนเอสเทอเรส ในเลือด ตับอ่อน และเหงือก รวมทั้งศึกษา การเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซม ปริมาณฮีโมไซยานิน และแบบแผนโปรตีนในเลือดหลังจากได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน ซึ่งในการศึกษานี้ได้นำเสนอผลงานออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

1. การทดสอบเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการพักปูม้า ที่ 0 และ 3 วัน
2. การเปลี่ยนแปลงของการทำงานของเอนไซม์อะซีลเอสเทอเรส ในเลือด ตับอ่อน และเหงือกของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น โดยระยะเวลาต่างกัน
3. การเปลี่ยนแปลงของการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสเทอเรส ในเลือด ตับอ่อน และเหงือก ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน
4. การเปลี่ยนแปลงของการทำงานของเอนไซม์อะซีลโคลีนเอสเทอเรส ในเลือด ตับอ่อน และเหงือก ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน
5. การเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซมในเลือด ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน
6. ปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือด และแบบแผนโปรตีนฮีโมไซยานิน ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน

การทดสอบเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการพักปรับสภาพปูม้า ที่ 0 และ 3 วัน

ในการทดสอบก่อนการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการพักปรับสภาพปูม้าที่ 0 และ 3 วัน โดย วัดการทำงานของเอนไซม์อะซีลเอสเทอเรส เอนไซม์กลูตาไรโอนเอสเทอเรส เอนไซม์อะซีลโคลีนเอสเทอเรส วัดความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซม และวัดปริมาณฮีโมไซยานิน ในตัวอย่างเลือด พบว่า ระยะเวลาการพักปรับสภาพปูม้า ที่ 0 และ 3 วัน ผลการทดลองที่ได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการพักปรับสภาพปฏึก ที่ 0 และ 3 วัน

การตอบสนอง	ระยะเวลาการพักปรับสภาพ	
	0 วัน	3 วัน
เอนไซม์อะคเตเลส (mMH ₂ O ₂ / min/ mg Protein)	—*	—*
เอนไซม์กลูตาไรโอนเอส ทรานเฟอเรส (nmol/ min/ mg Protein)	1.35	1.23
เอนไซม์อะซีทิล โคลีนเอสเทอเรส (nM/ min/ mg Protein)	0.0023	0.0031
ความเสถียรของไลโซโซม โดย NRR (Min)	120	120
ปริมาณฮีโมไซยานิน (mg/ ml)	12.98	11.45

* ไม่สามารถวัดการทำงานได้

การเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ในเลือด ตับอ่อน และเหงือก ของปฏึก เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน

1. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ในเลือด ในสภาวะที่มี LAS
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ในเลือด เมื่อได้รับ LAS
ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยระยะเวลาการได้รับ ที่ 0, 3, 6, 12 และ
24 ชั่วโมง พบว่า ไม่สามารถวัดการทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ในเลือด ที่ทุกความเข้มข้น
ของ LAS และทุกระยะเวลาการได้รับ

2. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ในตับอ่อน ในสภาวะที่มี LAS
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ในเลือด เมื่อได้รับ LAS
ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาการได้รับ ที่ 0, 3, 6, 12 และ
24 ชั่วโมง ผลที่ได้เป็นดังนี้

2.1 เมื่อได้รับ LAS 3 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะคเตเลส ที่แต่ละ
ความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 10

2.2 หลังจากสัตว์ทดลองอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลส มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ($46.36 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อความเข้มข้นของ LAS มีค่าเท่ากับ 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (69.32 ± 12.79 , 79.07 ± 17.66 และ $156.21 \pm 6.81 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 12 สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นเท่ากับ 33.11, 41.36 และ 70.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 หลังจากสัตว์ทดลองอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลส มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ($79.32 \pm 4.88 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อความเข้มข้นของ LAS มีค่าเท่ากับ 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (96.66 ± 7.60 และ $99.45 \pm 1.62 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 13 สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นเท่ากับ 17.93 และ 20.24 เปอร์เซ็นต์

2.4 หลังจากสัตว์ทดลองอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลส มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ($135.12 \pm 8.84 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อความเข้มข้นของ LAS เท่ากับ 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (190.81 ± 25.90 และ $197.28 \pm 32.40 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 14 สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นเท่ากับ 18.70 และ 21.37 เปอร์เซ็นต์

3. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในเหงือก ในสภาพที่มี LAS จากการศึกษการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในเหงือก เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาการได้รับที่ 0, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ผลที่ได้ ดังนี้

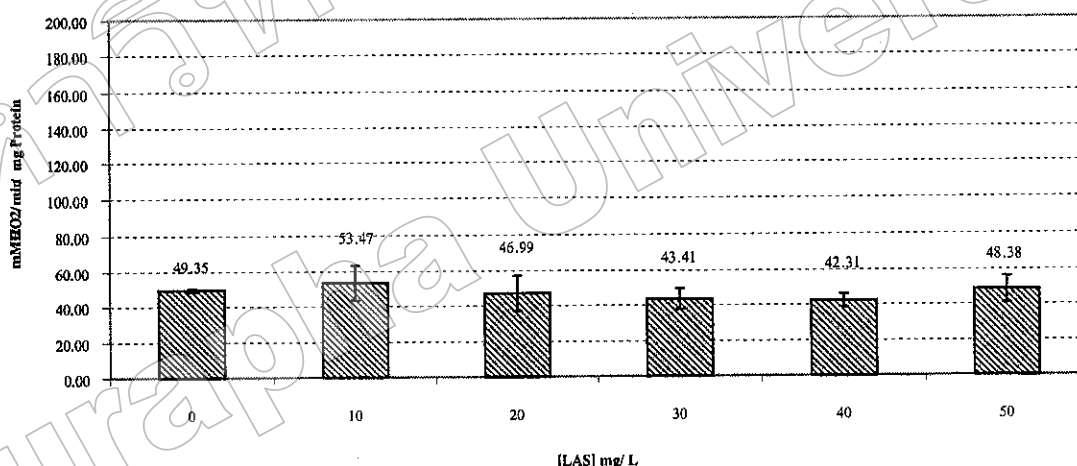
3.1 เมื่อได้รับ LAS 3 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ที่แต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 15

3.2 หลังจากสัตว์ทดลองอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลสมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ($26.85 \pm 2.11 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อความเข้มข้นของ LAS เท่ากับ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (39.39 ± 5.71 , 49.35 ± 9.34 , 61.94 ± 7.57 และ $81.02 \pm 5.06 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg}$

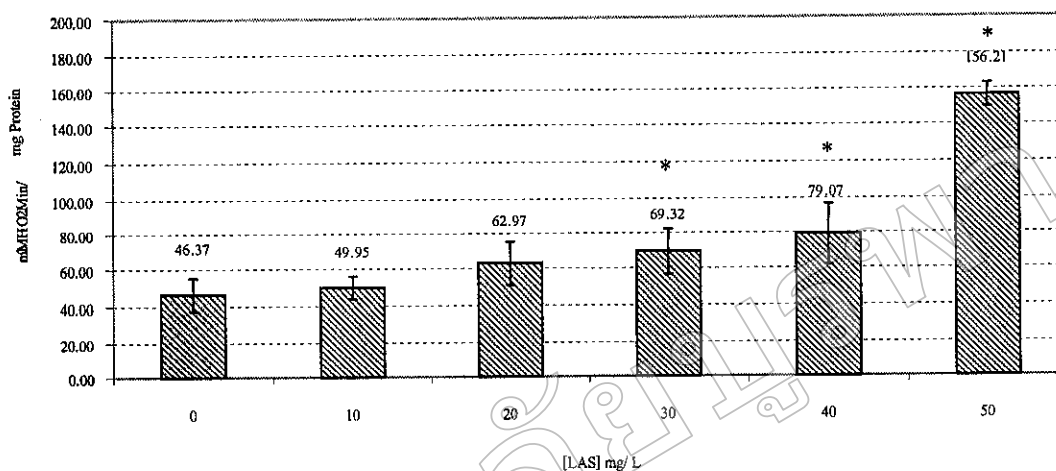
Protein) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 16 สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นเท่ากับ 31.83, 45.58, 56.64 และ 66.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3.3 หลังจากสัตว์ทดลองอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลส มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ($35.28 \pm 5.98 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อความเข้มข้นของ LAS เท่ากับ 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (55.09 ± 5.43 และ $58.01 \pm 2.18 \text{ mMH}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{mg Protein}$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 17 สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นเท่ากับ 37.10 และ 39.18 เปอร์เซ็นต์

3.4 หลังจากสัตว์ทดลองอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 18

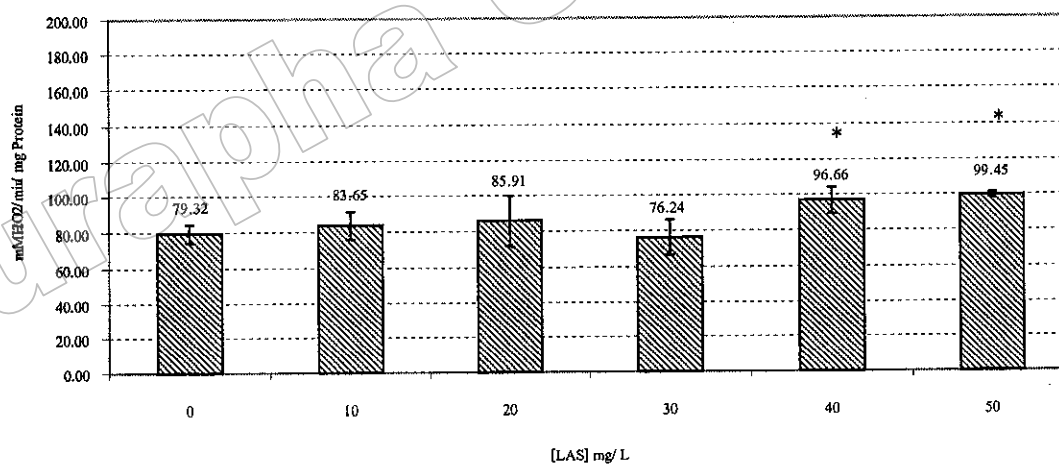


ภาพที่ 11 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในตับอ่อนของ หนูขาว เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ($n = 3$)



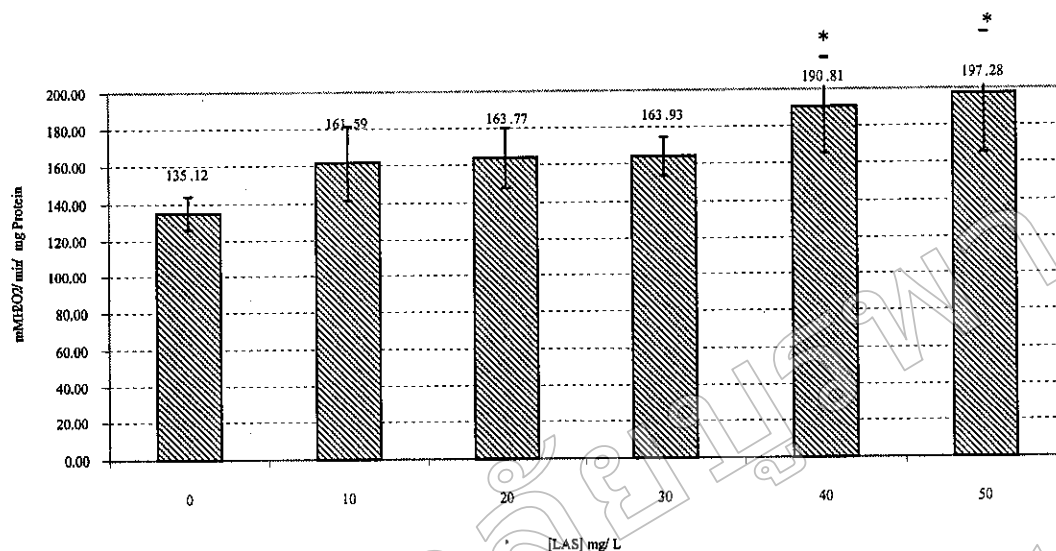
หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 12 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในตับอ่อนของ
ปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ($n = 3$)



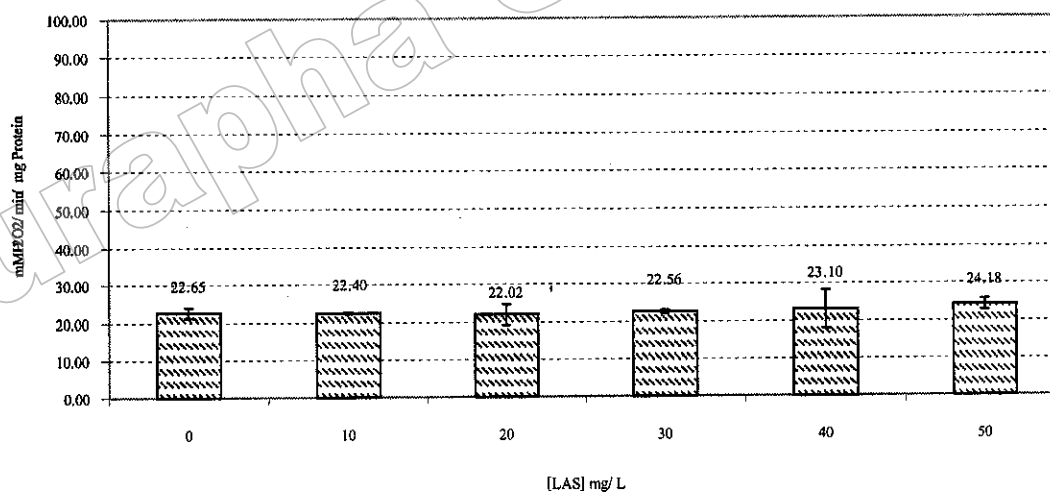
หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 13 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในตับอ่อนของ
ปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ($n = 3$)

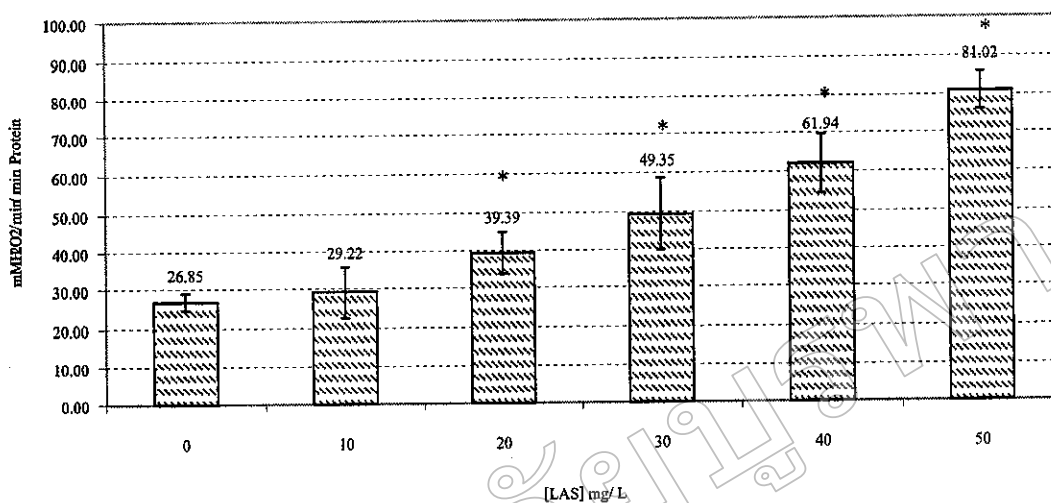


หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 14 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ในตับอ่อนของ หนูขาว เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ($n = 3$)

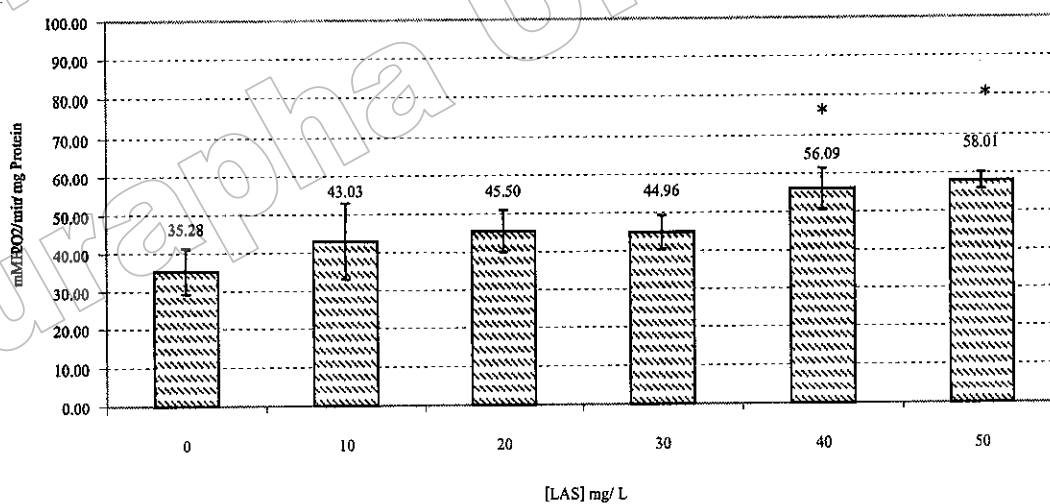


ภาพที่ 15 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์ อะไมเลส ในเหงือกของ หนูขาว เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ($n = 3$)

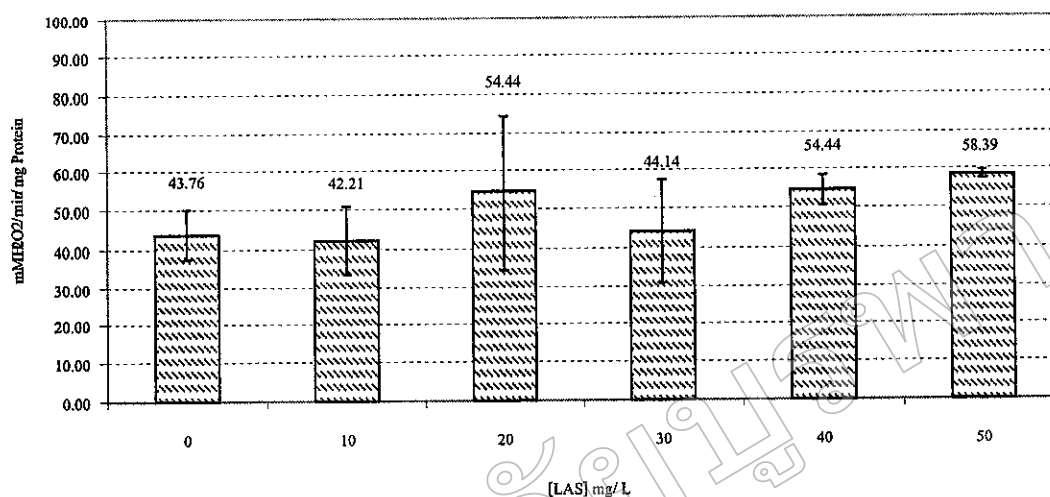


หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 16 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์ คอะตะเลส ในเหงือกของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ($n = 3$)



ภาพที่ 17 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์คอะตะเลส ในเหงือกของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ($n = 3$)



หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 18 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ในเนื้อสมองของหนูขาว เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ($n = 3$)

การเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ในเลือด ตับอ่อน และเหงือก ของหนูขาว เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน

1. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสในเลือด ในสภาพที่มี LAS

1.1 หลังจากหนูขาวอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ในช่วง $1.38 \pm 0.03 - 2.07 \pm 0.16$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 19

1.2 หลังจากหนูขาวอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ในช่วง $1.91 \pm 0.15 - 2.31 \pm 0.11$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 20

1.3 หลังจากหนูขาวอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ในช่วง $1.48 \pm 0.03 - 3.16$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 21

2. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในตับอ่อน ในสถานะที่มี LAS

2.1 หลังจากปูม้าอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในช่วง $23.38 \pm 7.47 - 33.25 \pm 2.59$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 22

2.2 หลังจากปูม้าอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในช่วง $18.79 \pm 0.73 - 23.53 \pm 3.42$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 23

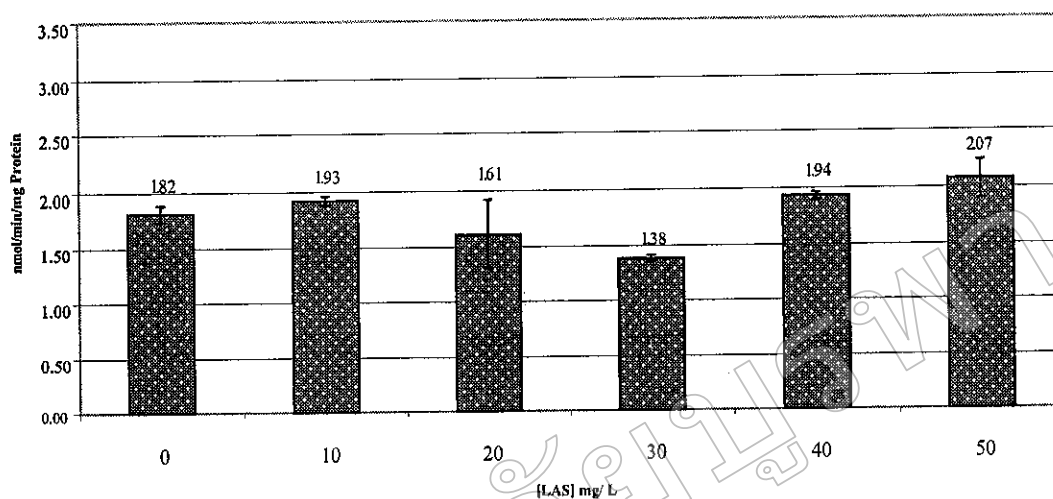
2.3 หลังจากปูม้าอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในช่วง $19.99 \pm 2.06 - 26.79 \pm 2.98$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 24

3. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในเหงือก ในสถานะที่มี LAS

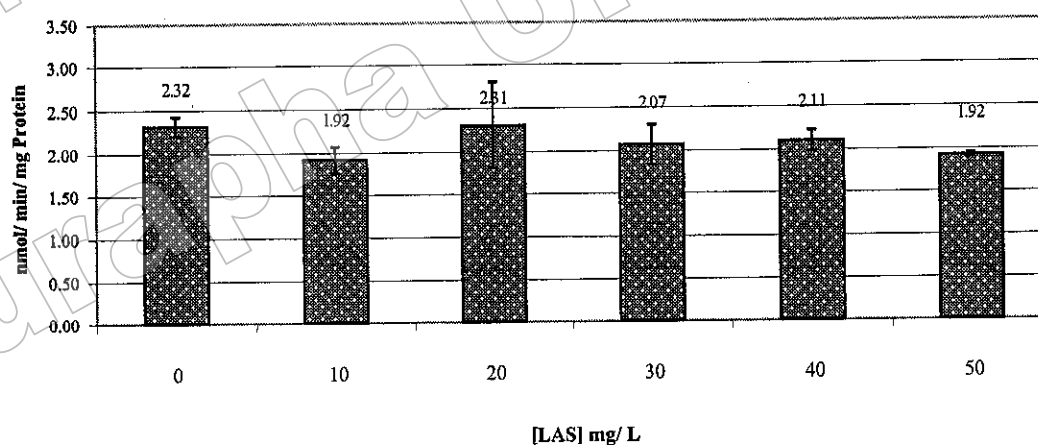
3.1 หลังจากปูม้าอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในช่วง $12.00 \pm 0.57 - 13.47 \pm 1.22$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 25

3.2 หลังจากปูม้าอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในช่วง $15.85 \pm 1.12 - 19.84 \pm 0.51$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 26

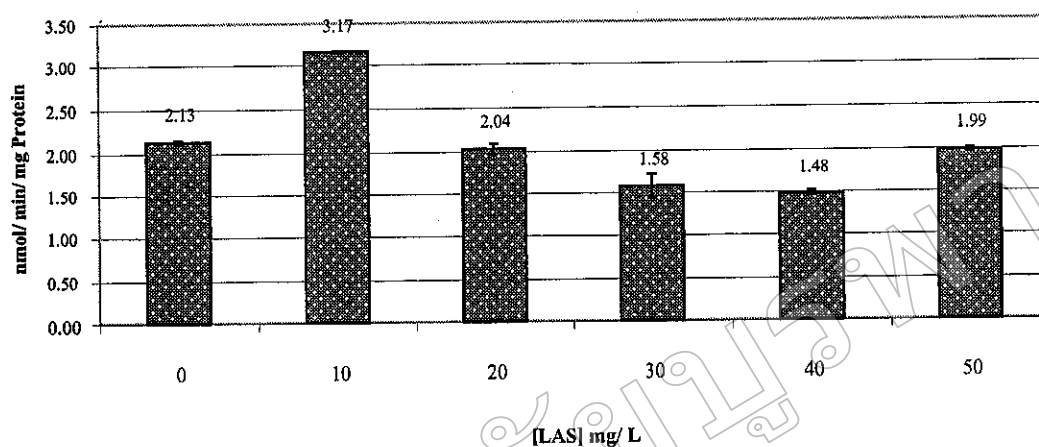
3.3 หลังจากปูม้าอยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของ LAS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอสทรานเฟอเรส ในช่วง $18.17 \pm 1.45 - 26.85 \pm 6.74$ nmol/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 27



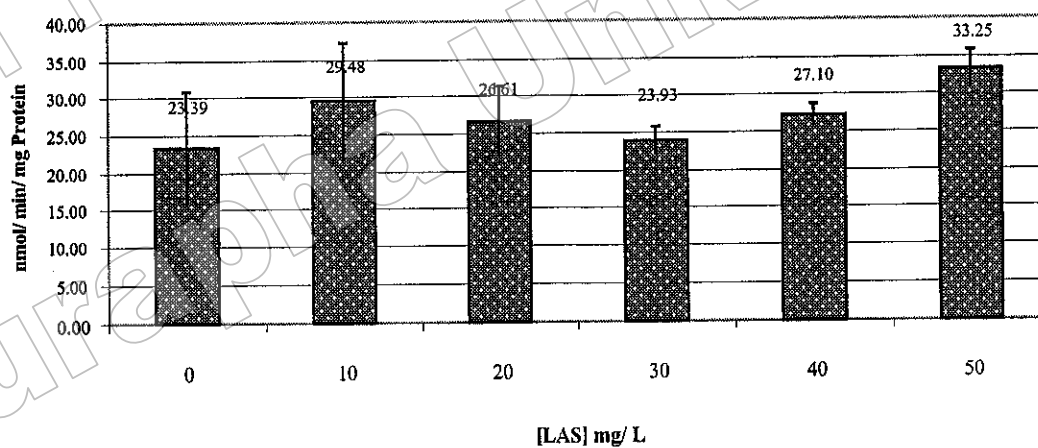
ภาพที่ 19 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในเลือดของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
(n = 3)



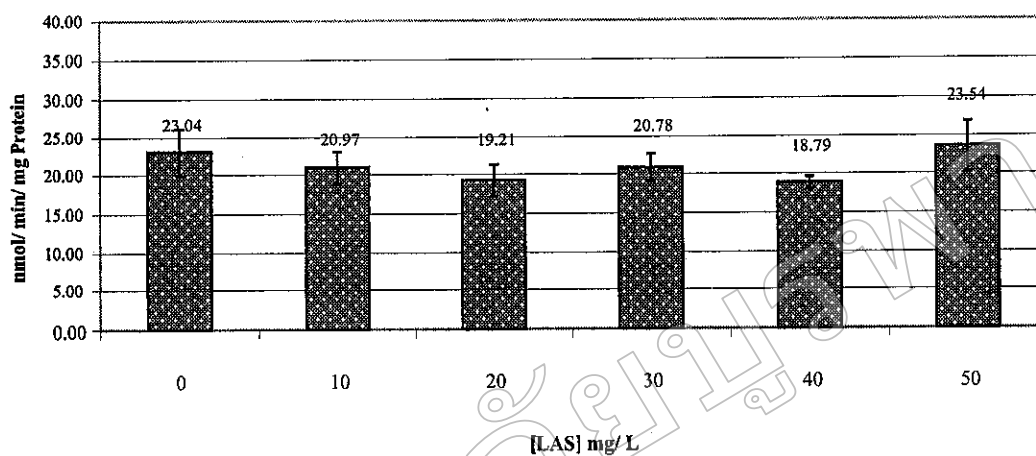
ภาพที่ 20 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในเลือดของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
(n = 3)



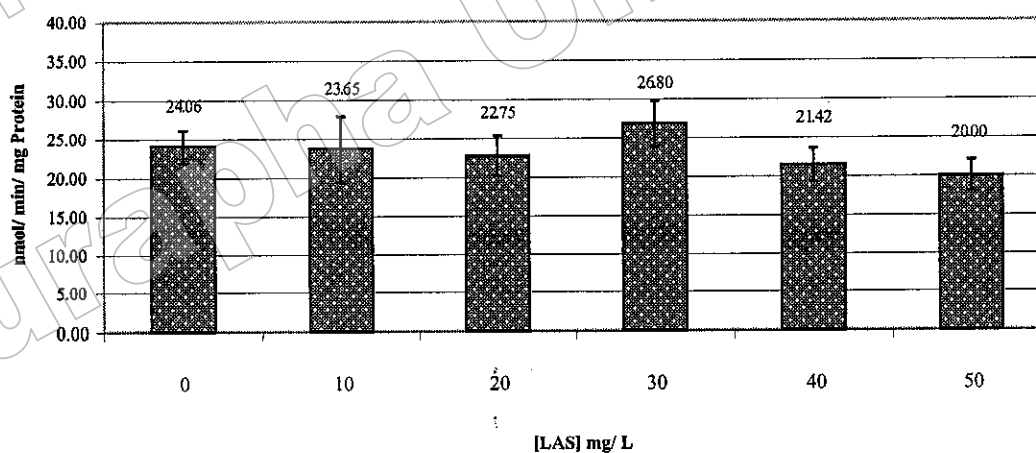
ภาพที่ 21 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในเนื้อของปมำ เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
(n = 3)



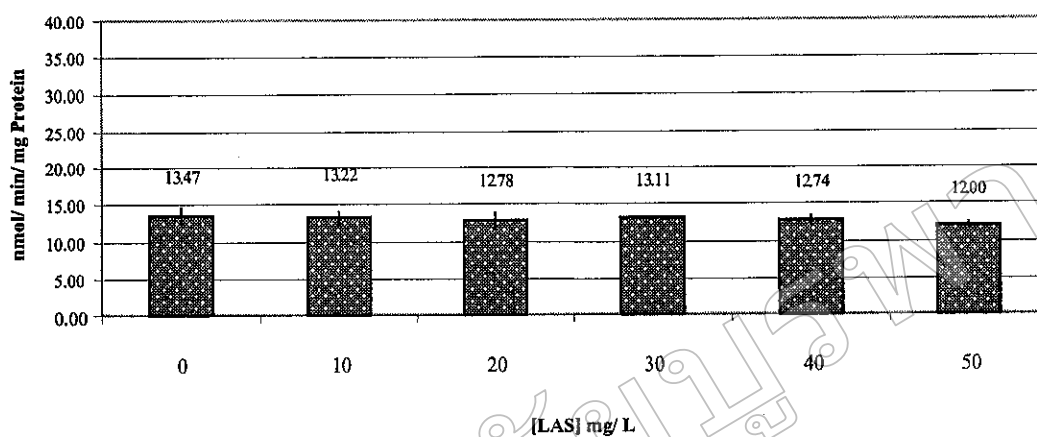
ภาพที่ 22 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในคืบอ่อนของปมำ เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
(n = 3)



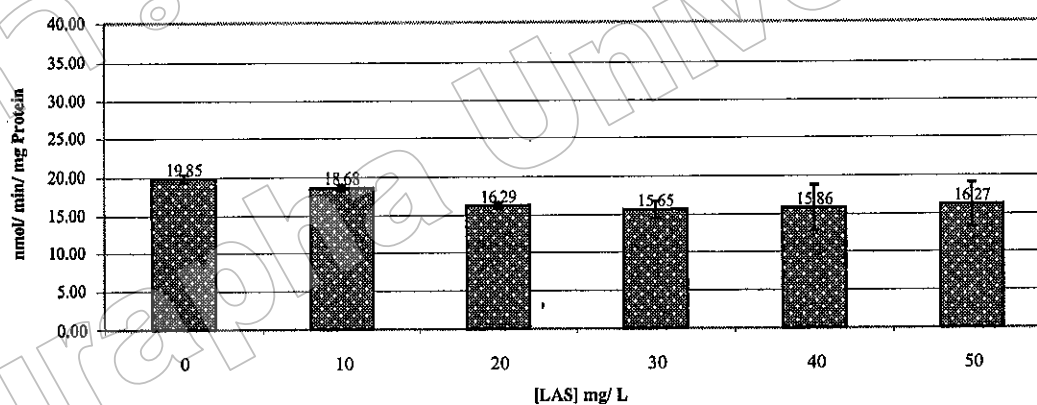
ภาพที่ 23 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในตับอ่อนของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12
ชั่วโมง (n = 3)



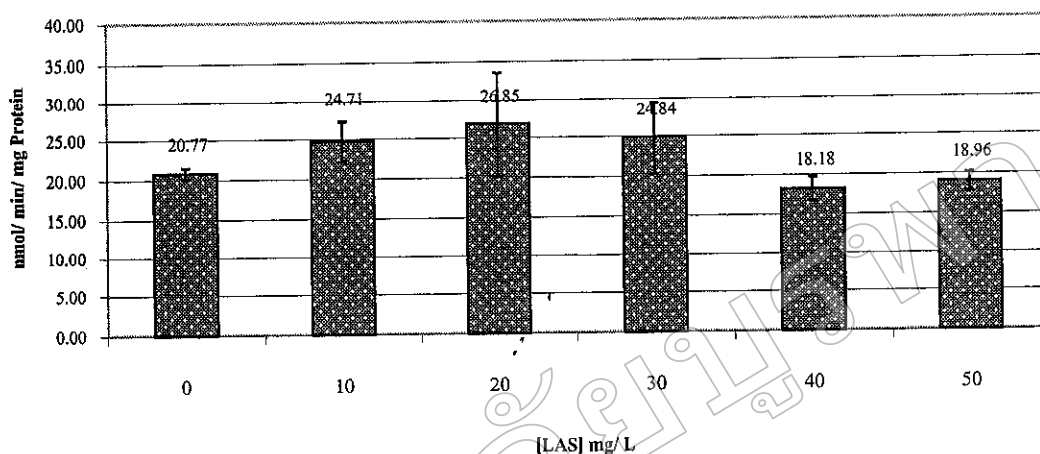
ภาพที่ 24 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไรโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในตับอ่อนของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24
ชั่วโมง (n = 3)



ภาพที่ 25 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในเหงือกของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
(n = 3)



ภาพที่ 26 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอนเอส
ทรานเฟอเรส ในเหงือกของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
(n = 3)



ภาพที่ 27 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอนเอสเทอเรส ในเนื้อของปอด เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (n = 3)

การเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซีลโคไลน์เอสเทอเรส ในเลือด ตับอ่อน และเนื้อของปอดของผู้ เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน

1. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะซีลโคไลน์เอสเทอเรส ในเลือด ในสภาวะที่มี LAS

1.1 หลังจากผู้ อยู่ ในสภาวะที่มี LAS ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะเริ่มแรกของการได้รับ คือที่ 6 ชั่วโมง การทำงานของเอนไซม์อะซีลโคไลน์เอสเทอเรสในเลือด ที่ในแต่ละความเข้มข้นของการได้รับ LAS ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีการทำงานของเอนไซม์อะซีลโคไลน์เอสเทอเรส เฉลี่ยอยู่ที่ $0.0014 \pm 0.0002 - 0.0057 \pm 0.0031$ nM/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 28

1.2 หลังจากผู้ อยู่ ในสภาวะที่มี LAS เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าการทำงานของเอนไซม์อะซีลโคไลน์เอสเทอเรส มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะซีลโคไลน์เอสเทอเรส จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (0.0024 ± 0.002 nM/ min/ mg Protein) เมื่อความเข้มข้นของ LAS เท่ากับ 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.0034 ± 0.003 และ 0.0038 ± 0.005 nM/ min/ mg Protein) ดังภาพที่ 29

1.3 หลังจากปูม้าเพศผู้ อยู่ในสภาวะที่มี LAS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (0.0055 ± 0.007 nM/ min/ mg Protein) เมื่อความเข้มข้นของ LAS เท่ากับ 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.0151 ± 0.001 และ 0.012 ± 0.001 nM/ min/ mg Protein) ดังภาพที่ 30

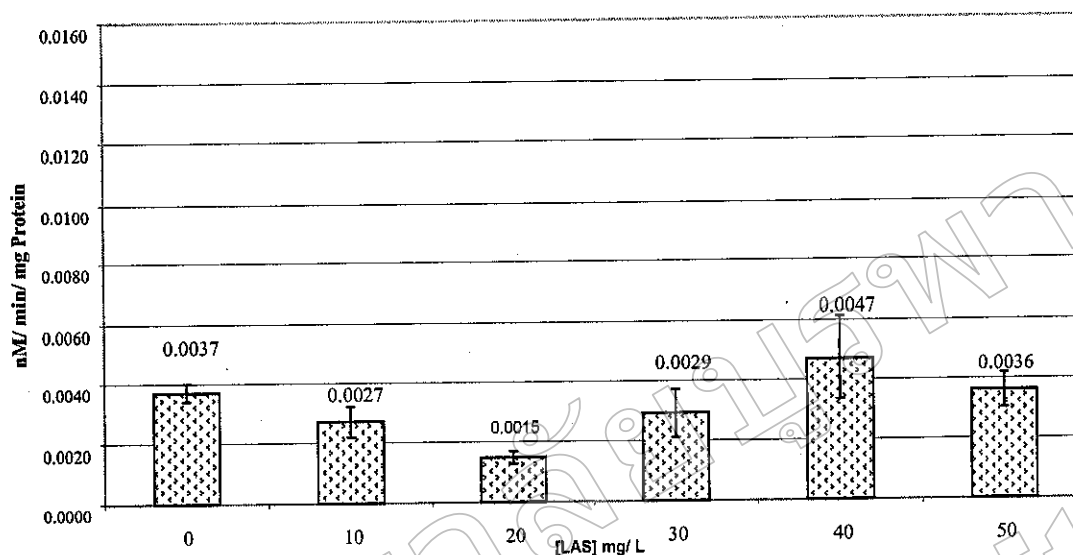
2. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส ในตับอ่อน ในสภาวะที่มี LAS

หลังจากปูม้า เพศผู้ อยู่ในสภาวะที่มี LAS ปนเปื้อน ที่ความ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลาที่ต่างกัน คือ 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ผลของการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส ในตับอ่อน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ทุกความเข้มข้น และทุกเวลาการได้รับ LAS ดังภาพที่ 31-33

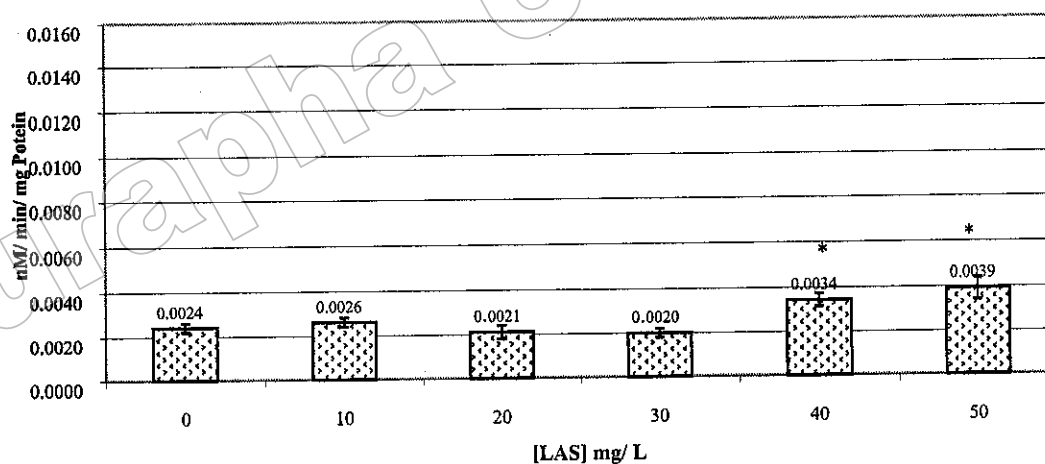
3. การตอบสนองการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส ในเหงือก ในสภาวะที่มี LAS

3.1 หลังจากปูม้าเพศผู้ อยู่ในสภาวะที่มี LAS เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง การทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส ที่ในแต่ละความเข้มข้นของการได้รับ LAS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรสอยู่ในช่วง 0.0029 ± 0.007 - 0.0055 ± 0.003 nM/ min/ mg Protein ดังภาพที่ 34-35

3.2 หลังจากปูม้าเพศผู้ อยู่ในสภาวะที่มี LAS เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง การทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (0.0032 ± 0.0009 nM/ min/ mg Protein) เมื่อความเข้มข้นของ LAS เท่ากับ 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.0077 ± 0.0004 และ 0.0071 ± 0.0006 nM/ min/ mg Protein) ตามลำดับดังภาพที่ 36

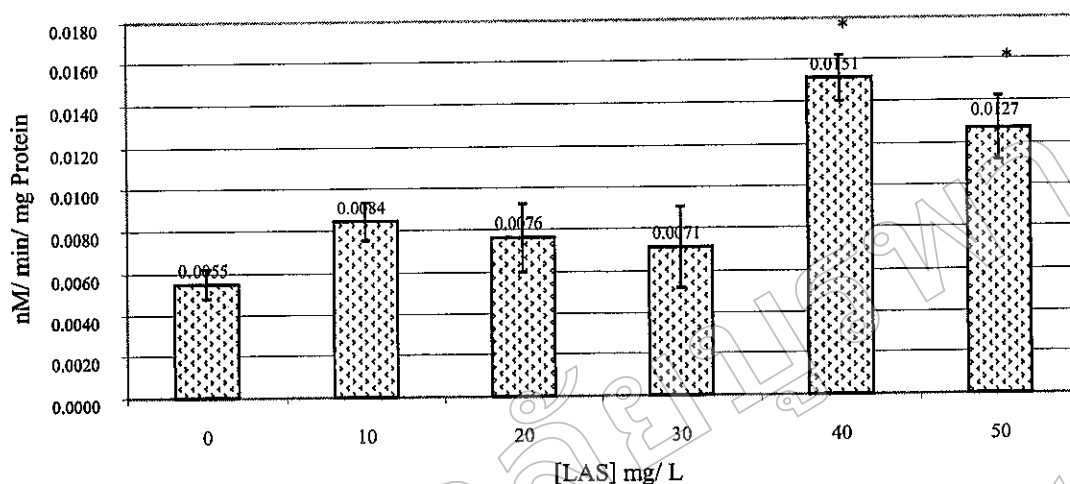


ภาพที่ 28 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส
ในเลือดของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง (n = 3)



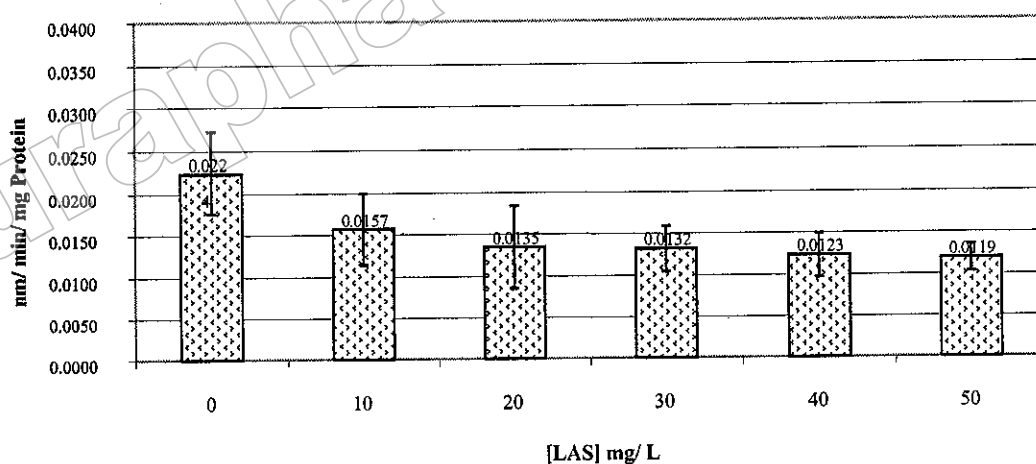
หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 29 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส
ในเลือดของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (n = 3)

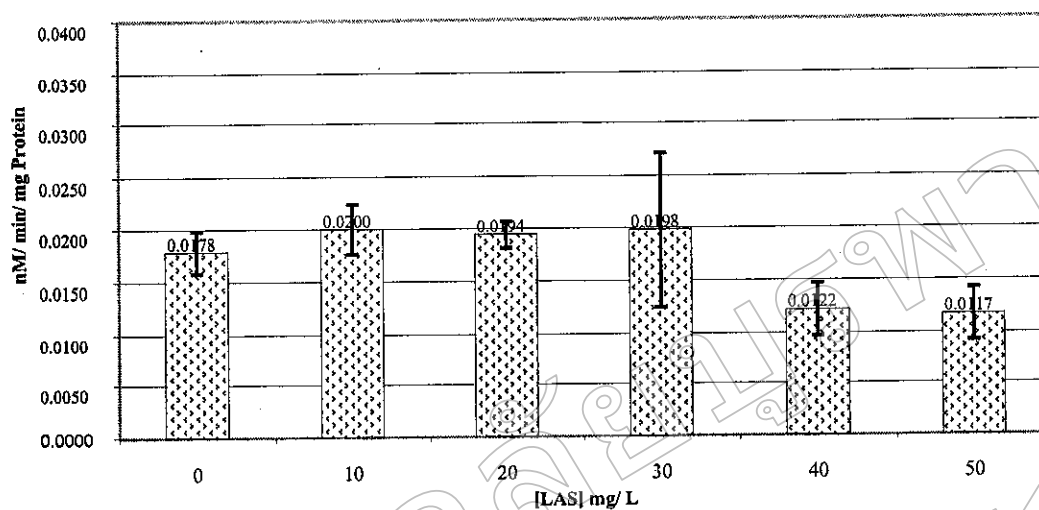


หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

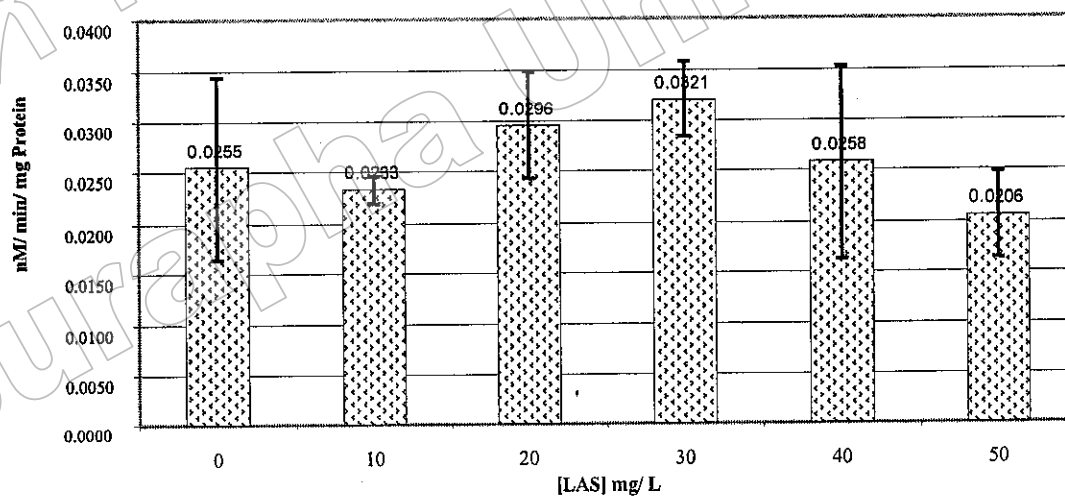
ภาพที่ 30 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส ในเลือดของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ($n = 3$)



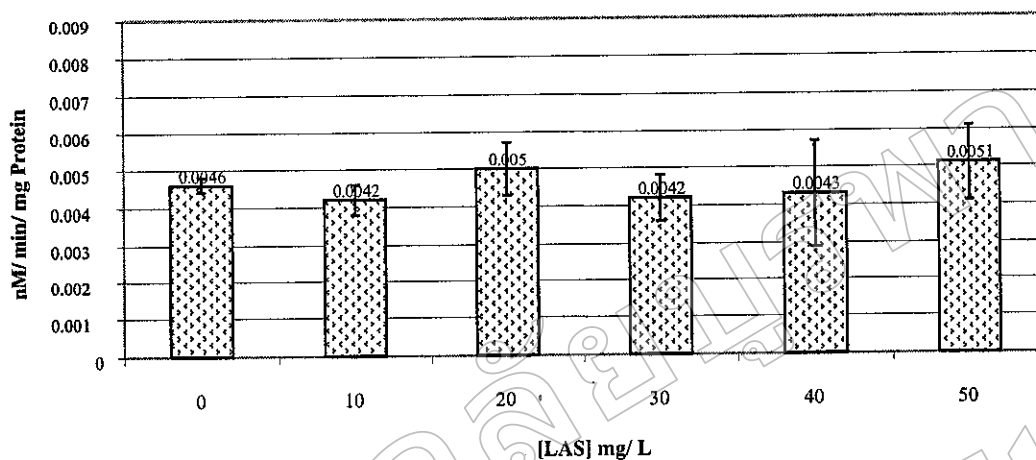
ภาพที่ 31 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเทอเรส ในตับอ่อนของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ($n = 3$)



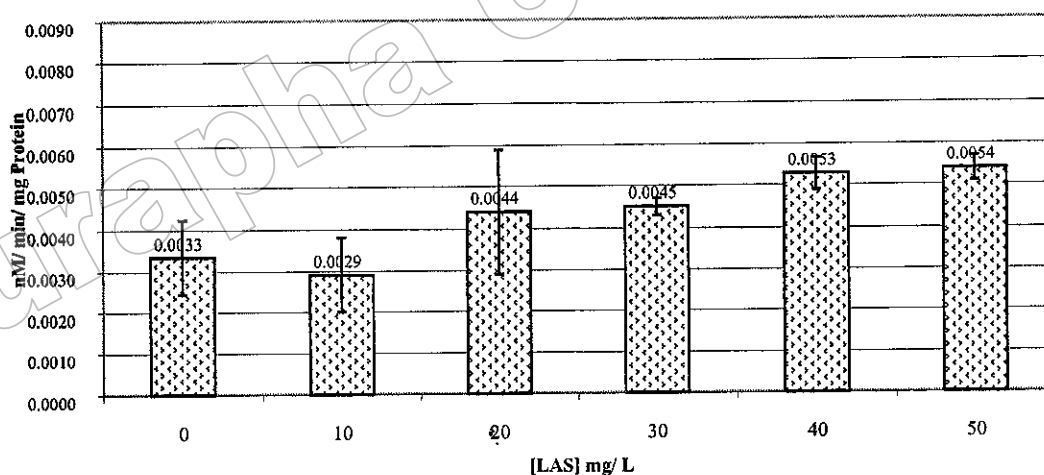
ภาพที่ 32 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส ในตับอ่อนของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (n=3)



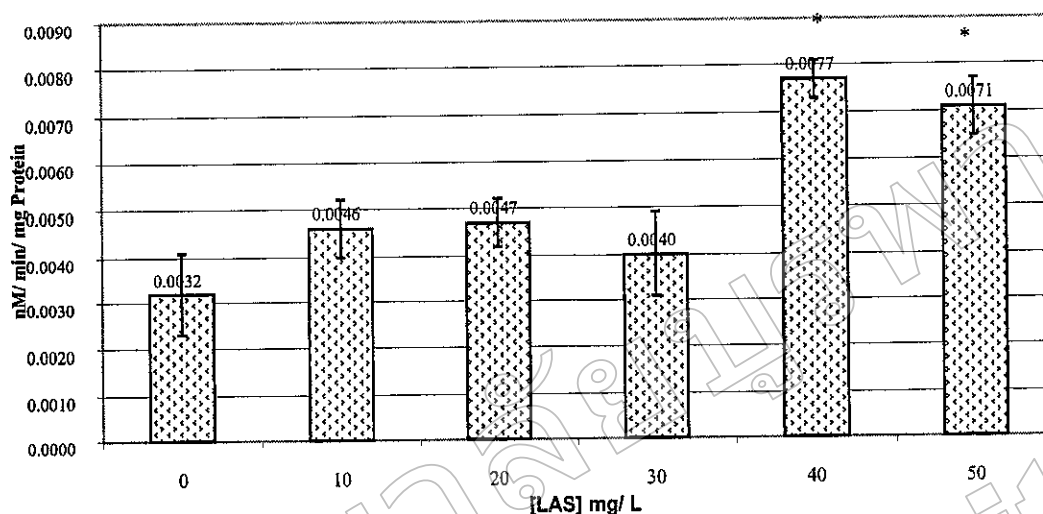
ภาพที่ 33 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส ในตับอ่อนของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (n=3)



ภาพที่ 34 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส ในเกล็ดของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง (n = 3)



ภาพที่ 35 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส ในเหงือกของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (n = 3)

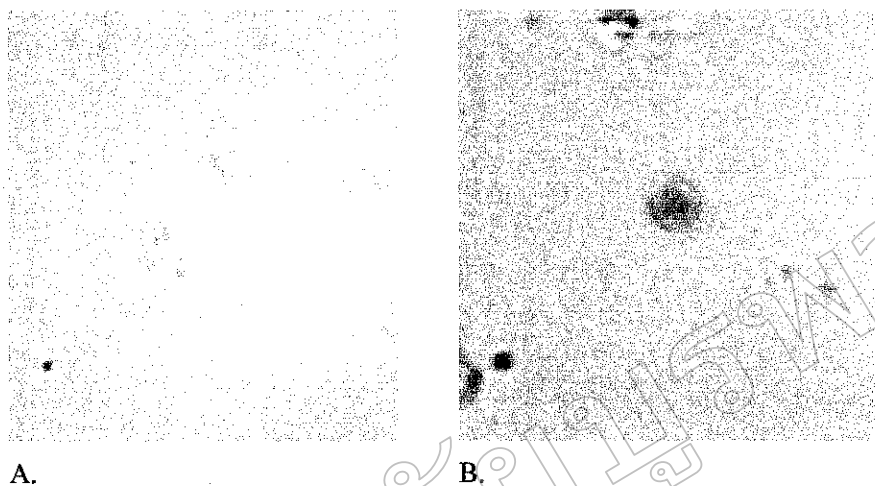


หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 36 การตอบสนองของการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์อะซิติล โคลิเนสเทอเรส ในเหงือกของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ($n = 3$)

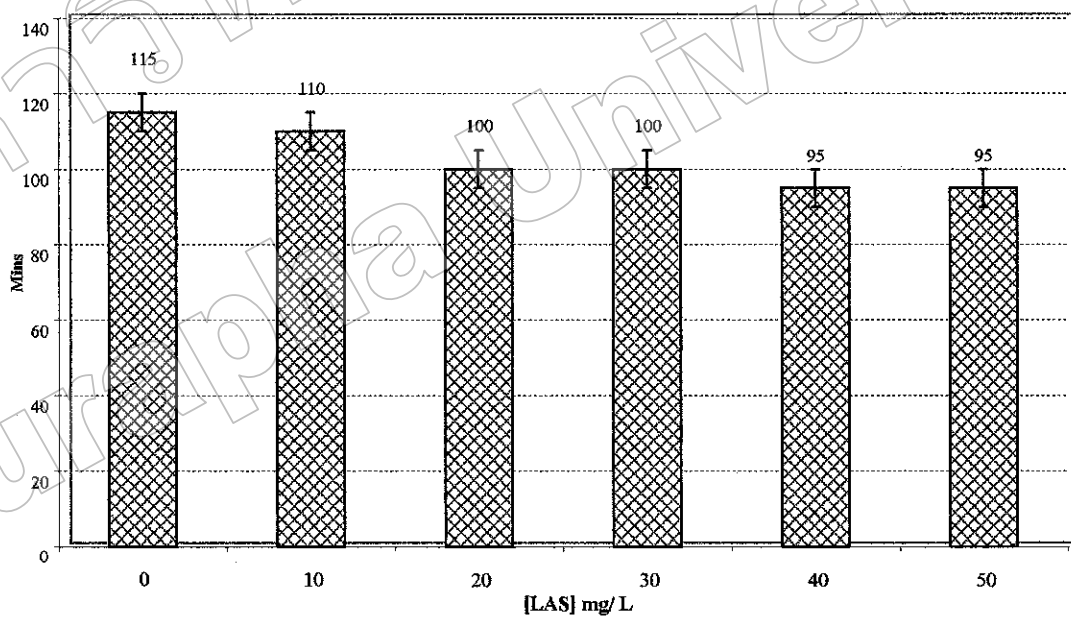
การเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซมในเลือด โดยวิธี Neutral Red Retention Time เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน

หลังจากปูม้าเพศผู้ อยู่ในสภาพที่มี LAS ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ของการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซมในเลือดในทุก ๆ ความเข้มข้นของ LAS เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 5-29 สามารถดูลักษณะการติดสีของไลโซโซม ได้จากภาพที่ 37 แต่เมื่อปูม้าเพศผู้ อยู่ในสภาพที่มี LAS เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า ค่า NRR ที่วัดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ที่ทุกความเข้มข้นของ LAS เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังภาพที่ 38 ค่า NRR ของปูม้าที่อยู่ในสภาพที่มี LAS 12 และ 24 ชั่วโมง มีค่า NRR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งเหมือนกับที่ 6 ชั่วโมง

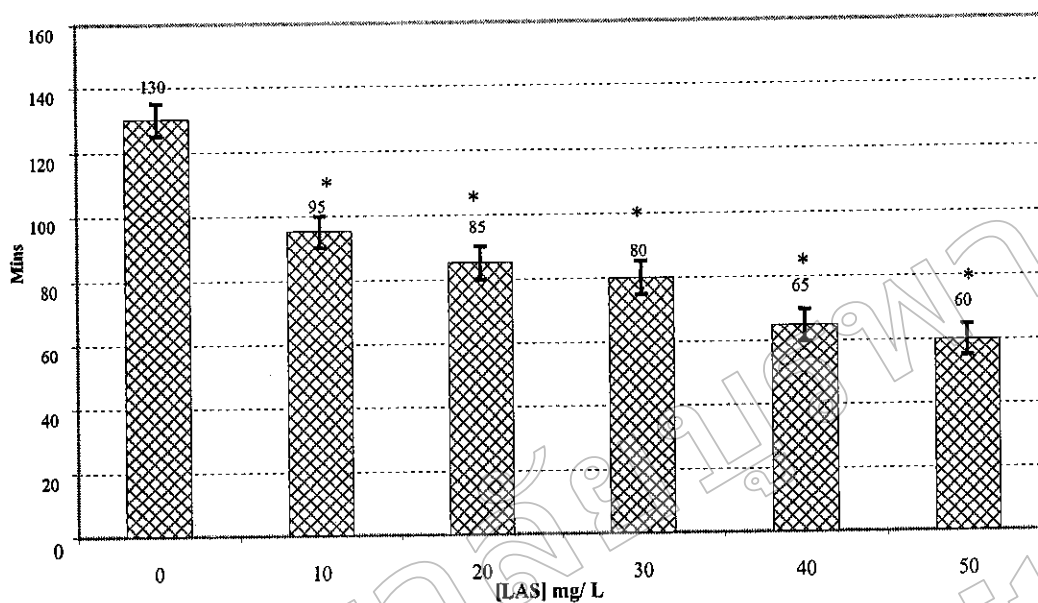


หมายเหตุ A) การเก็บลิไวกายในไลโซโซม B) เมื่อลือกนอกไลโซโซม

ภาพที่ 37 การติดสีของไลโซโซม

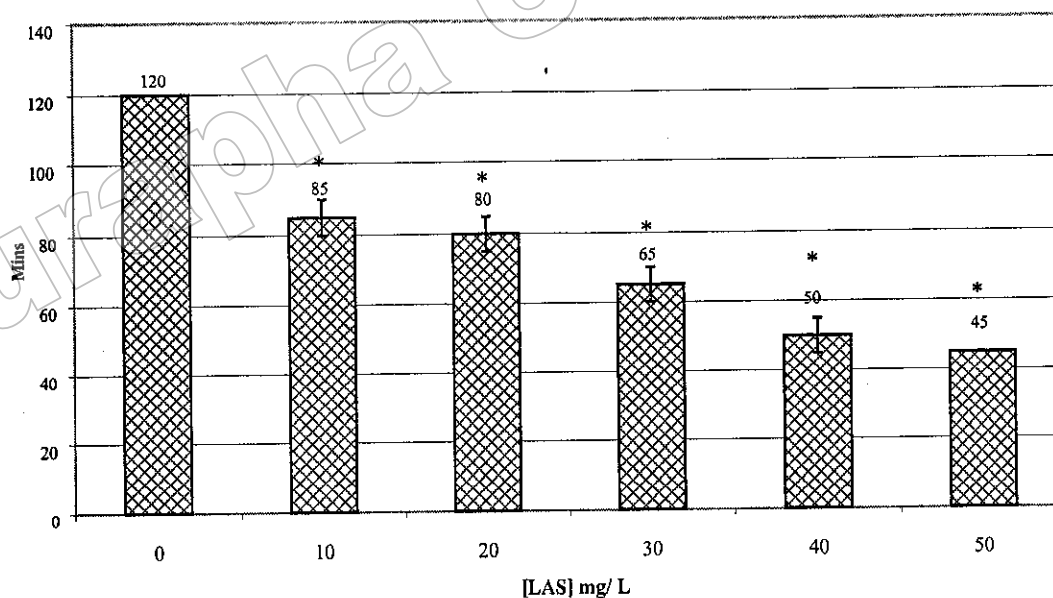


ภาพที่ 38 การตอบสนองการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซมในเลือด ของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง (n = 3)



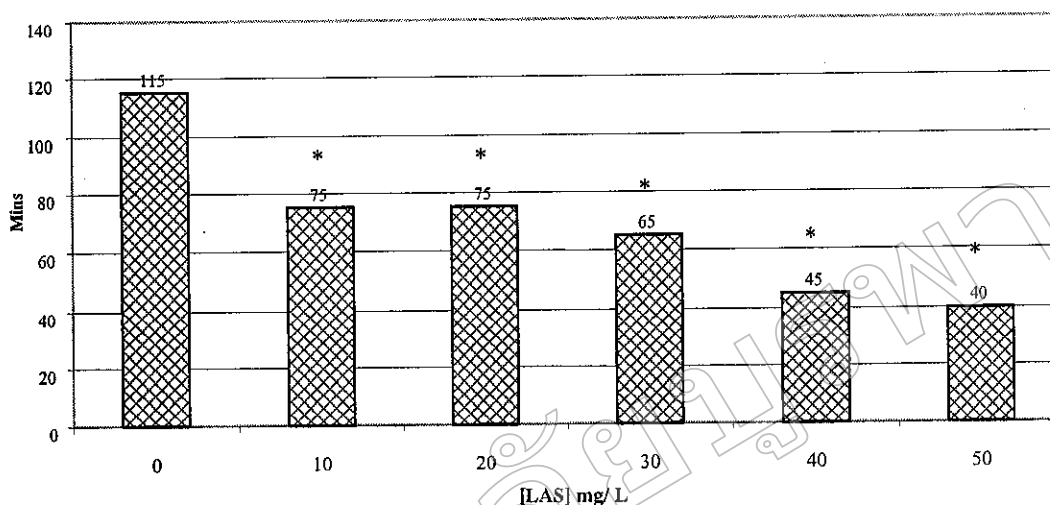
หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 39 การตอบสนองการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซมในเลือด ของปฏิกิริยา เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ($n = 3$)



หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 40 การตอบสนองการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเยื่อหุ้มไลโซโซมในเลือด ของปฏิกิริยา เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ($n = 3$)



หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ภาพที่ 41 การตอบสนองการเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพของเชื้อหุ้มไลโซโซมในเลือด ของปูม้า เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ($n = 3$)

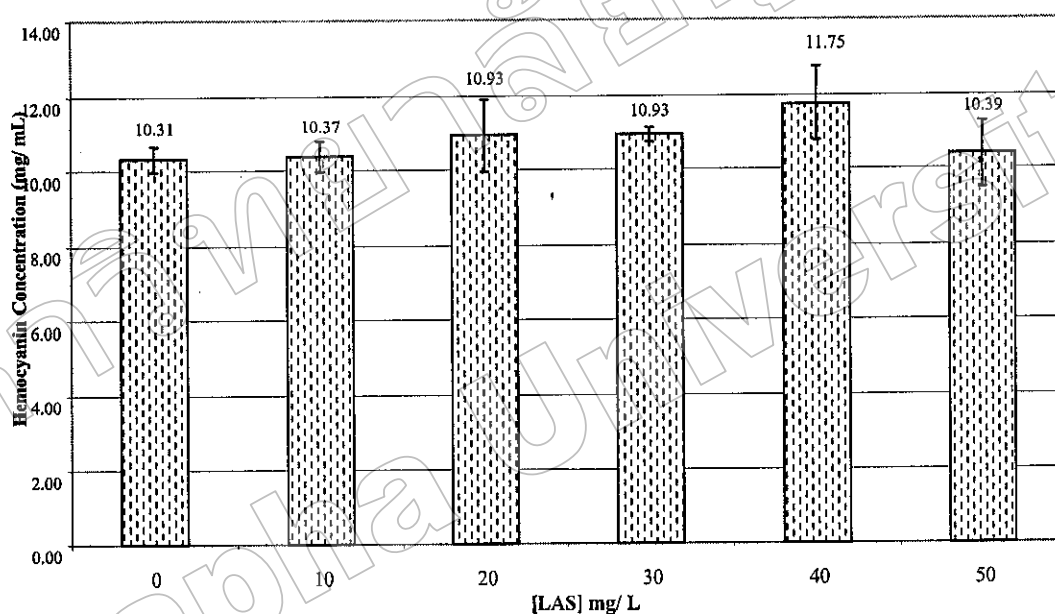
ปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือดของปูม้าเพศผู้ ที่ได้รับ LAS ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน

จากการศึกษาปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือดของปูม้าเพศผู้ ที่ได้รับ LAS ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาดังกันที่ 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ที่ระยะเวลาการได้รับ LAS ที่ 6 ชั่วโมง มีปริมาณฮีโมไซยานินในช่วง $10.31 \pm 0.34 - 10.93 \pm 0.2$ mg/ml และเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับ LAS นำมาทดสอบความแตกต่างของปริมาณฮีโมไซยานินต่อความเข้มข้น LAS พบว่า ความเข้มข้น LAS ต่อปริมาณความเข้มข้นฮีโมไซยานิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังภาพที่ 42 ที่ระยะเวลาการได้รับ LAS ที่ 12 ชั่วโมง มีปริมาณฮีโมไซยานินในช่วง $8.31 \pm 1.12 - 12.44 \pm 2.32$ mg/ml แต่เมื่อนำมาเทียบกับชุดควบคุมนำมาทดสอบความแตกต่างของปริมาณฮีโมไซยานิน ต่อความเข้มข้น LAS พบว่า ความเข้มข้น LAS ต่อปริมาณฮีโมไซยานิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังภาพที่ 43

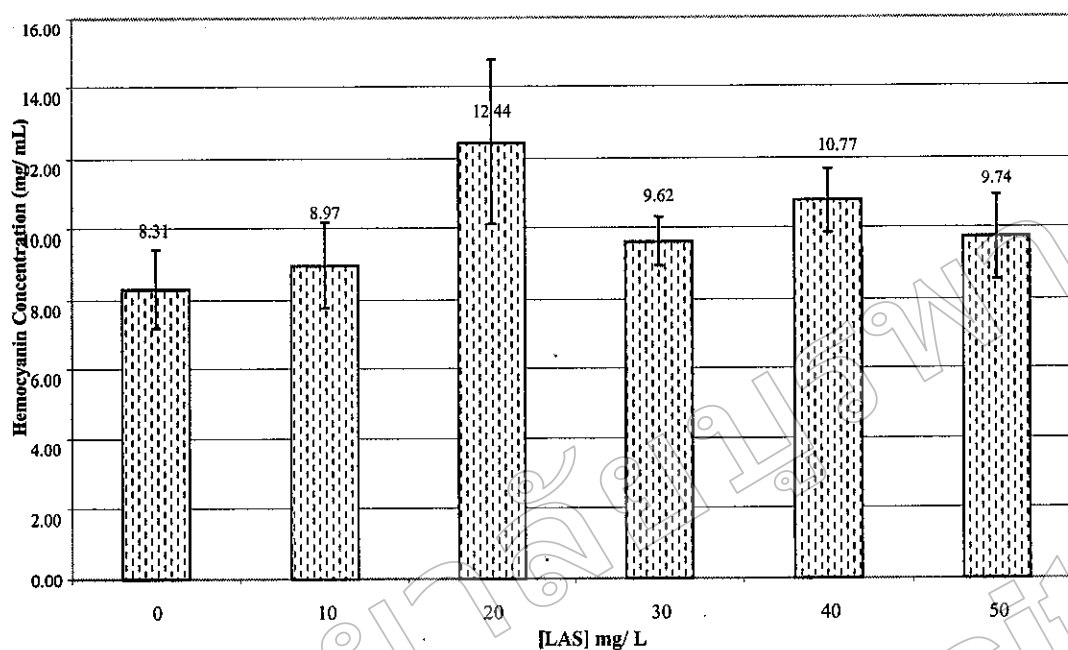
ที่ระยะเวลาการได้รับ LAS ที่ 24 ชั่วโมง มีปริมาณฮีโมไซยานินในช่วง $8.98 \pm 0.37 - 11.23 \pm 1.01$ mg/ml แต่เมื่อนำมาเทียบกับชุดควบคุมนำมาทดสอบความแตกต่างของปริมาณฮีโมไซยานิน ต่อความเข้มข้น LAS พบว่า ความเข้มข้น LAS ต่อปริมาณฮีโมไซยานิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังภาพที่ 44

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังภาพที่ 44 ในการศึกษาปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือดปูม้า เมื่อได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น และเวลาต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ LAS และ เวลาที่ได้รับ ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของปริมาณฮีโมไซยานินในเลือด

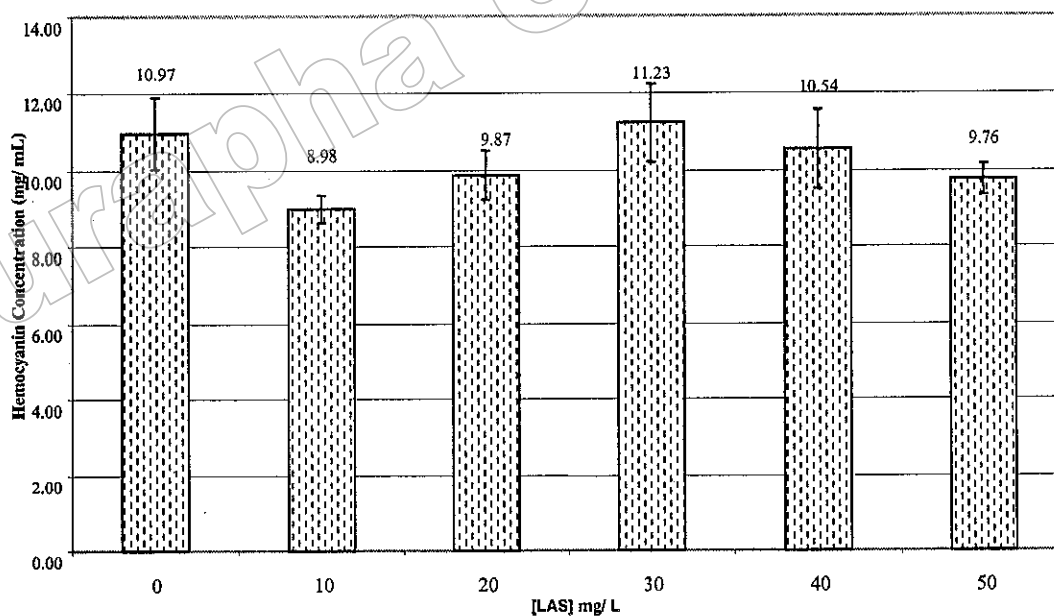
จากการนำตัวอย่างเลือดของปูม้า ที่ได้รับ LAS ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 12 ชั่วโมง มาทดสอบทำ เอสดีเอส โพลีอะคริลาไมด์ เจล อิเล็กโตรโฟเรซิส (10% Gel) โดยพบว่า แบบแผนที่มีความหนามากที่สุด มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 75 kDa (ภาพที่ 45)



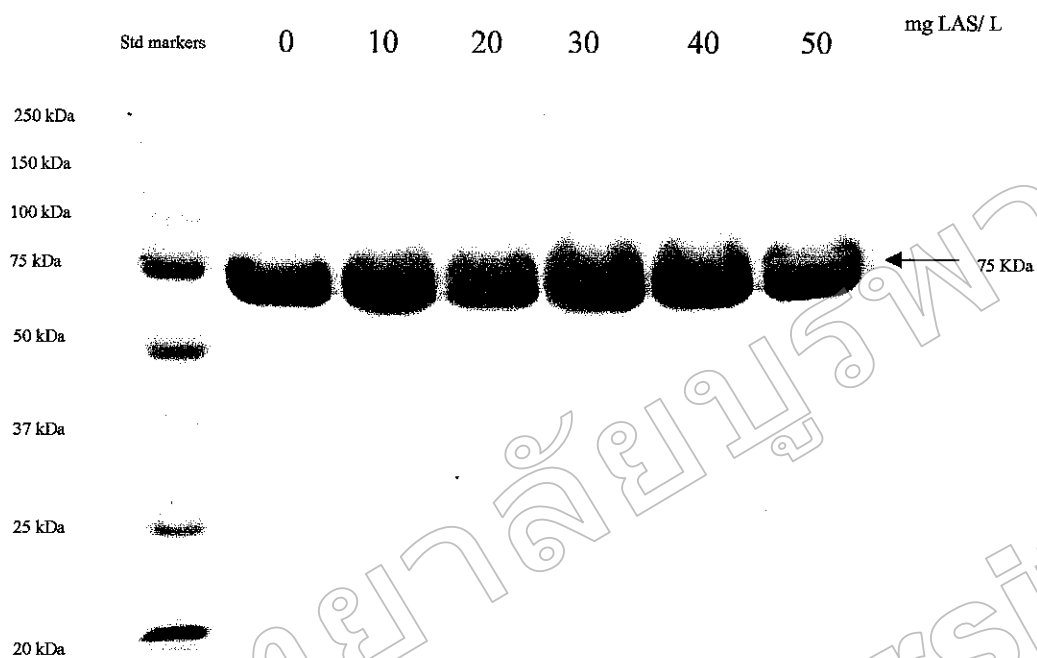
ภาพที่ 42 ปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือด ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ($n = 3$)



ภาพที่ 43 ปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือด ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (n = 3)



ภาพที่ 44 ปริมาณของฮีโมไซยานินในเลือด ของปูม้าเพศผู้ เมื่อได้รับความเข้มข้นของ LAS ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (n = 3)



ภาพที่ 45 แบบแผนโปรตีนฮีโมไซยานินในเลือดของปูม้า ที่ได้รับ LAS ความเข้มข้นต่างกัน