

ผลของ 6 - ดิโออกซิดิโตเรียซิทอด จากต้นหนอนตายหยากต์การทำงาน
ของไมโตคอนเดรียที่แยกจากตับหนูขาว

นางสาว มรกต อมรัตน์ายุทธ์



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-616-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**EFFECTS OF 6-DEOXYCLITORIACETAL FROM CLITORIA MACROPHYLLA WALL.
ON THE FUNCTION OF ISOLATED RAT LIVER MITOCHONDRIA**



MISS MORAKOT AMORN RATANAYUT

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Pharmacology**

Inter - Department of Pharmacology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

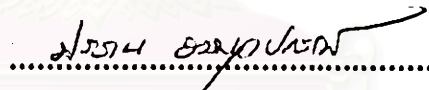
ISBN 974-638-616-6

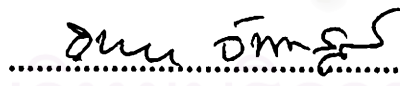
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของ 6-ดีออกซีคลิโตเรียซีทอล จากต้นหนอนตายหยากต่อการทำงาน
ของไมโทคอนเดรียที่แยกจากตับหนูขาว
โดย นางสาว มรกต อมรรัตน์อายุทธ์
ภาควิชา สาขาวิชาเภสัชวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยา จันทสูตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. นิจศิริ เรืองรังษี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

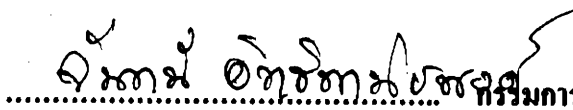

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาน ชรรณอุปกรณ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยา จันทสูตร)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. นิจศิริ เรืองรังษี)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อันthoni อธิพานิชพงศ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

มรกต อมรรัตนายุทธ์ : ผลของ 6-ดีออกซีคลิตอเรียซีทอล จากต้นหนอนตายหยากต่อการทำงานของไมโทคอนเดรียที่แยกจากตับหนูขาว (EFFECTS OF 6-DEOXYCLITORIACETAL FROM CLITORIA MACROPHYLLA WALL. ON THE FUNCTION OF ISOLATED RAT LIVER MITOCHONDRIA) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. วิทยา จันทบุตร, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. นิงศิริ เรืองรังษี, 121 หน้า. ISBN 974-638-616-6.

จากการศึกษา 6-deoxyclitoriacetal สารสกัดจากรากของต้นหนอนตายหยากต่อการทำงานของไมโทคอนเดรียที่แยกจากตับหนูขาว พบว่า 6-deoxyclitoriacetal มีผลยับยั้งการใช้ออกซิเจนและออกซิเดทีฟ ฟอสฟอริเดชัน ซึ่งทำให้อัตราการหายใจใน state 3 และ state 3U ลดลง เมื่อใช้ตัวรับอิเล็กตรอน NAD⁺-linked (glutamate + malate, α -ketoglutarate และ β -hydroxybutarate) แต่ไม่เกิดการยับยั้งเมื่อใช้ succinate เป็นตัวรับอิเล็กตรอน 6-deoxyclitoriacetal มีผลยับยั้งการออกซิไดซ์ NADH ใน osmotic-shocked mitochondria แสดงให้เห็นว่า 6-deoxyclitoriacetal ออกฤทธิ์เป็นตัวยับยั้งการส่งผ่านอิเล็กตรอนในลูกโซ่การหายใจที่ complex I ส่งผลให้ความสามารถในการสังเคราะห์ ATP ของไมโทคอนเดรียลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า 6-deoxyclitoriacetal สามารถกระตุ้นการทำงานของ ATPase activity ได้ ซึ่งถูกยับยั้งโดย oligomycin 6-deoxyclitoriacetal สามารถยับยั้งการกระตุ้นการหายใจด้วยแคลเซียมของไมโทคอนเดรีย dithiothreitol ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ของ 6-deoxyclitoriacetal ในการยับยั้งการหายใจของไมโทคอนเดรีย แสดงว่าการออกฤทธิ์ของ 6-deoxyclitoriacetal ไม่เกี่ยวข้องกับ sulfhydryl groups ที่ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรีย แต่ bovine serum albumin สามารถลดฤทธิ์การยับยั้งการหายใจของไมโทคอนเดรียได้ และ 6-deoxyclitoriacetal ไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ monoamine oxidase

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สาขาวิชาเภสัชวิทยา
สาขาวิชา เภสัชวิทยา
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อผู้พิมพ์ มรกต อมรรัตนายุทธ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยา จันทบุตร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นิงศิริ เรืองรังษี

3971349430 : MAJOR PHARMACOLOGY

KEY WORD: **CLITORIA MACROPHYLLA WALL/ 6-DEOXYCLTORIACETAL/ MITOCHONDRIA MORAKOT AMORN RATANAYUT : EFFECT OF 6-DEOXYCLTORIACETAL FROM CLITORIA MACROPHYLLA WALL. ON THE FUNCTION OF ISOLATED RAT LIVER MITOCHONDRIA. THESIS ADVISOR : ASSIS. PROF. WITHAYA JANTHASOOT. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. NIJSIRI RUANGRUNGSI, Ph.D. 121 pp. ISBN 974-638-616-6.**

6-Deoxycltoriacetal, a substance extracted from the root of *Clitoria macrophylla* Wall., has been studied on the functions of isolated rat liver mitochondria. 6-Deoxycltoriacetal inhibited oxygen consumption and oxidative phosphorylation which resulted in a decrease rate of state 3 and state 3U respiration with NAD^+ -linked substrates (glutamate + malate, α -ketoglutarate and β -hydroxybutarate) but this result could not be observed when the substrate was succinate. 6-Deoxycltoriacetal inhibited the NADH oxidation with osmotic-shocked mitochondria. These results showed that 6-deoxycltoriacetal act as a mitochondrial electron transport inhibitor by inhibiting complex I of respiratory chain which led to decrease mitochondrial ATP synthesis. In addition, 6-deoxycltoriacetal activated the mitochondrial ATPase which was inhibited by oligomycin. Calcium - stimulated mitochondrial respiration was depressed by 6-deoxycltoriacetal. Dithiothreitol had no influence on the inhibition of 6-deoxycltoriacetal, so that the effect of 6-deoxycltoriacetal, did not related to the sulfhydryl groups in the mitochondrial inner membrane but the inhibitory effect on respiration was reduced by bovine serum albumin. No effect on monoamine activity was observed by 6-deoxycltoriacetal.

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... สาขาวิชา.....
..... สาขาวิชา.....
..... สาขาวิชา.....
ปีการศึกษา..... 2540

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

การที่วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยา จันทบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือทุกด้าน คำปรึกษาที่ดีเยี่ยม ตลอดจนคำแนะนำ ความรู้และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นิจศิริ เรืองรังษี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมจากภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำในการทำวิจัย ตลอดจนสกัดสาร 6-deoxyclitoriacetal จากรากหนอนตายหยากให้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พรเพ็ญ เปรมโยธิน หัวหน้าภาควิชาเภสัชวิทยา ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของภาควิชาในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาน ธรรมอุปกรณ์ และ รองศาสตราจารย์ จันทนี อิทธิพานิชพงศ์ ที่กรุณาชี้แนะแนวทางให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัยและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเภสัชวิทยาทุกท่านที่กรุณาให้ความรู้ตลอดการศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต ตลอดจนบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

และท้ายที่สุด ขอกราบพระคุณบิดา - มารดา ที่ท่านได้ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษาและให้กำลังใจและสิ่งที่ดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมห้องวิจัย รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือในความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

มรกต อมรรัตนายุทธ์

สารบัญ

| | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญตาราง | ญ |
| สารบัญรูป | ฎ |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ | ต |
| | |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ | |
| หนอนตายหยากและ 6-deoxyclitoriacetal | 2 |
| การหายใจของไมโทคอนเดรียและออกซิเดทีฟ ฟอสฟอริเลชัน..... | 8 |
| 2 อุปกรณ์และวิธีทำวิจัย | |
| สัตว์ทดลอง | 31 |
| การเตรียมไมโทคอนเดรียจากตับหนูขาว | 31 |
| การวัดอัตราการใช้ออกซิเจนของไมโทคอนเดรียในสภาวะต่าง ๆ | 35 |
| การคำนวณค่าดัชนีควบคุมการหายใจ (RCI) อัตราส่วน P/O และอัตราการใช้ออกซิเจนของไมโทคอนเดรียในระยะต่าง ๆ | 39 |
| การวัด ATPase activity ของไมโทคอนเดรีย | 43 |
| การหาปริมาณโปรตีนของไมโทคอนเดรีย | 45 |
| การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลองและแหล่งที่มาของสารเคมี | 46 |
| การแสดงผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ | 48 |

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3 ผลการวิจัย

ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ที่สกัดจากรากหนอนตายหยากต่อการหายใจและกระบวนการออกซิเดทีฟ ฟอสฟอริเลชันของไมโทคอนเดรียที่เตรียมจากตับของหนูขาว

1. ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาดต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนในระยะต่าง ๆ ของไมโทคอนเดรีย
 - 1.1 เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นสับสเตรท 49
 - 1.2 เมื่อใช้ succinate เป็นสับสเตรท 51
 - 1.3 เมื่อใช้ α -ketoglutarate เป็นสับสเตรท 52
 - 1.4 เมื่อใช้ β -hydroxybutyrate เป็นสับสเตรท 53
2. ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ต่ออัตราการใช้ออกซิเจนใน osmotic-shocked mitochondria 54
3. ปัจจัยอื่น ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบบางประการใน incubation medium ต่อการออกฤทธิ์ของ 6-deoxyclitoriacetal ที่มีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนของไมโทคอนเดรีย
 - 3.1 ผลของ rotenone 55
 - 3.2 ผลการเปลี่ยนแปลง pH ของ incubation medium ที่ pH 6.8, 7.2 และ 7.6 56
 - 3.3 ผลของ bovine serum albumin (BSA) 56
 - 3.4 ผลของ dithiothreitol (DTT) 57
4. ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ต่อ ATPase activity ของไมโทคอนเดรีย
 - 4.1 ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาดต่าง ๆ 58
 - 4.2 ผลของ oligomycin และ atractyloside 59
5. ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ต่อการกระตุ้นการหายใจของไมโทคอนเดรีย ด้วย Ca^{2+} (calcium-stimulated respiration) เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นสับสเตรท 60

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| 6. ผลของ 6-deoxyclitoriacetal ต่อ monoamine oxidase (MAO) activity | 61 |
| รูปและตารางประกอบผลการวิจัย | 62 |
| 4 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง | 106 |
| รายการอ้างอิง | 115 |
| ประวัติผู้เขียน | 121 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. แสดงถึงเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ในแต่ละส่วนของไมโทคอนเดรีย | 12 |
| 2. แสดงส่วนประกอบของลูกโซ่หายใจ 4 complexes ที่อยู่ภายใน ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรีย | 13 |
| 3. แสดงถึงส่วนต่าง ๆ ของ electron-transfer complexes | 13 |
| 4. ผลของ 6-deoxyclitriacetal ต่อดัชนีควบคุมการหายใจ (RCI) อัตราส่วน P/O และต่อ state 3 respiration เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวสเตรท | 73 |
| 5. ผลของ rotenone ที่มีผลในการออกฤทธิ์ร่วมกับ 6-deoxyclitriacetal ในขนาด 0.8, 2.0, 5.0 µg ที่มีผลยับยั้งอัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย ใน state 3 และ state 3U เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวสเตรท | 86 |
| 6. ผลของการเปลี่ยนแปลง pH ของ incubation medium ที่มีต่อการออกฤทธิ์ ของ 6-deoxyclitriacetal ในขนาด 0.8, 2.0, 5.0 µg ต่อ state 3 และ state 3U respiration ของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวสเตรท | 87 |
| 7. ผลของ oligomycin และ atractyloside ที่มีต่อการออกฤทธิ์ของ 6-deoxyclitriacetal ในขนาด 2.0, 5.0 และ 20 µg ในการกระตุ้น ATPase activity ของไมโทคอนเดรีย เมื่อเทียบกับมีหรือไม่มี DNP | 96 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. แสดงลักษณะของต้นหนอนตายหยาก | 3 |
| 2. แสดงลักษณะรากของสมุนไพรหนอนตายหยาก | 4 |
| 3. แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของ 6-deoxyclitoriacetal | 5 |
| 4. แสดงลักษณะโครงสร้างทั่วไปของไมโทคอนเดรีย | 9 |
| 5. แสดงลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของเอนไซม์ ATP synthase (F_0F_1 -ATPase) | 10 |
| 6. แสดง F_0F_1 -ATPase ซึ่งเร่งปฏิกิริยาทั้งการสลายและการสังเคราะห์ ATP | 14 |
| 7. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Kreb's cycle respiration chain และ ปฏิกิริยา oxidative phosphorylation | 17 |
| 8. แสดงลำดับของสารตัวกลางที่รับส่งอิเล็กตรอนใน respiratory chain | 18 |
| 9. แสดงถึงค่าพลังงานอิสระขณะที่อิเล็กตรอนถูกส่งผ่านในช่วงต่าง ๆ ของ ลูกโซ่การหายใจ | 20 |
| 10. แสดงการสังเคราะห์ ATP จากการคำนวณได้จาก P/O ratio ใน ลูกโซ่การหายใจ | 20 |
| 11. แสดงการควบคุมระหว่างการส่งผ่านอิเล็กตรอนในลูกโซ่การหายใจกับ ปฏิกิริยาออกซิเดทีฟ ฟอสฟอริเลชัน ที่อธิบายโดย Chemiosmotic coupling hypothesis | 22 |
| 12. แสดงการขนส่งแคลเซียม (Ca^{2+}) ในไมโทคอนเดรีย | 24 |
| 13. แสดงตำแหน่งที่มีการยับยั้งการหายใจโดยสารยับยั้งการส่งผ่าน อิเล็กตรอนในลูกโซ่การหายใจ | 26 |
| 14. แสดงความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน ที่ไมโทคอนเดรียสามารถสงวนไว้ (high energy electrochemical gradient) และตำแหน่งต่าง ๆ ที่ตัวยับยั้งการทำงานของไมโทคอนเดรียไปออกฤทธิ์ | 29 |
| 15. แสดงขั้นตอนการแยกไมโทคอนเดรียจาก rat liver homogenate โดย ใช้ differential centrifuge | 32 |
| 16. ภาพประกอบการเตรียมไมโทคอนเดรีย | 33 |

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 17. แสดง incubation medium ที่ใช้ในการทดลองเพื่อวัดอัตราการหายใจของไมโทคอนเดรียในสภาวะต่าง ๆ ซึ่งจะมี oxygen electrode คอยติดตาม oxygen tension ใน reaction chamber แล้วอ่านและบันทึกผลด้วย oxygen apparatus (oxygen monitor + recorder) | 36 |
| 18. แสดงลักษณะของ Clark oxygen electrode ซึ่งเป็น Ag/AgCl electrode เป็นขั้ว anode และมี platinum electrode เป็นขั้ว cathode | 37 |
| 19. ตัวอย่าง oxygraph tracing เพื่อแสดงวิธีการหาค่า RCI | 40 |
| 20. ตัวอย่าง oxygraph tracing เพื่อแสดงวิธีการหาค่าอัตราส่วน P/O | 40 |
| 21. ตัวอย่าง oxygraph tracing เพื่อแสดงวิธีการหาอัตราการใช้ออกซิเจนของไมโทคอนเดรียในระยะต่าง ๆ | 40 |
| 22. Tracing แสดงผลของ 6-dexyglitoriaectal ในขนาด 0.8, 2.0, 5.0 µg ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวตั้งตรงท | 64 |
| 23. Dose-response curve ของ 6-deoxyglitoriacetal ในขนาดต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวตั้งตรงท (A) | 66 |
| เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ (% Respiration) (B) | 67 |
| 24. Tracing แสดงผลของ 6-dexyglitoriaectal ในขนาด 0.8, 2.0, 5.0 µg ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ succinate เป็นตัวตั้งตรงท | 69 |
| 25. Dose-response curve ของ 6-deoxyglitoriacetal ในขนาดต่าง ๆ ที่มีต่อ อัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ succinate เป็นตัวตั้งตรงท (A) | 71 |
| และเมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ (% Respiration) (B) | 72 |
| 26. Tracing แสดงผลของ 6-dexyglitoriaectal ในขนาด 0.5, 0.8, 2.0 µg ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ α - ketoglutarate เป็นตัวตั้งตรงท | 75 |

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

27. กราฟแสดงผลของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาด 0.5, 0.8, 2.0, 5.0 μg ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ α - ketoglutarate เป็นตัวสเตรท 77
28. Tracing แสดงผลของ 6-dexyclitoriaectal ในขนาด 0.8, 2.0, 5.0 μg ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ β - hydroxybutarate เป็นตัวสเตรท 79
29. กราฟแสดงผลของ 6-dexyclitoriaectal ในขนาด 0.5, 0.8, 2.0, 5.0 μg ที่มีต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ β - hydroxybutarate เป็นตัวสเตรท 81
30. Tracing แสดงผลของ 6-dexyclitoriaectal ในขนาด 2.0 μg ที่มีต่อ state 3U respiration ของ osmotic-shocked mitochondria เมื่อใช้ NADH เป็นตัวสเตรท 83
31. กราฟแสดงผลของ 6-dexyclitoriaectal ในขนาด 0.5, 0.8, 2.0, 5.0 μg ที่มีต่อ state 3U respiration ของ osmotic-shocked mitochondria เมื่อใช้ NADH เป็นตัวสเตรท 85
32. กราฟแสดงผลของ Bovine serum albumin (BSA) ที่มีต่อการออกฤทธิ์ของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาด 2.0 μg ต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวสเตรท 89
33. Tracing แสดงผลของ dithiothreitol (DTT) ที่มีต่อการออกฤทธิ์ของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาด 2.0 μg ต่ออัตราการหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวสเตรท 91
34. กราฟแสดงผลของ dithiothreitol (DTT) ที่มีต่อการออกฤทธิ์ของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาด 2.0 μg ต่อการอัตราหายใจของไมโทคอนเดรีย เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวสเตรท 93

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

35. กราฟแสดงผลของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาดต่าง ๆ
ที่มีต่อการกระตุ้น ATPase activity ไมโทคอนเดรีย 95
36. Tracing แสดงผลของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาด 2.0 μg
ต่อการกระตุ้นการหายใจของไมโทคอนเดรียด้วยแคลเซียม
(calcium-stimulated respiration) เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวกระตุ้น 99
37. กราฟแสดงผลของ 6-deoxyclitoriacetal ในขนาด 0.5, 0.8 และ 2.0 μg
ต่อการกระตุ้น การหายใจของไมโทคอนเดรียด้วยแคลเซียม
(calcium-stimulated respiration) เมื่อใช้ glutamate + malate เป็นตัวกระตุ้น 101
38. Tracing แสดงผลของ 6-deoxyclitoriacetal ขนาด 2.0 μg
ที่มีผลต่อ monoamine oxidase activity ของไมโทคอนเดรีย 103
39. กราฟแสดงผลของ 6-deoxyclitoriacetal ขนาด 2.0, 5.0 μg
ที่มีผลต่อ monoamine oxidase activity ของไมโทคอนเดรีย
โดยใช้ tyramine เป็นตัวกระตุ้น 105

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| ซม. | = เซนติเมตร |
| ADP | = adenosine 5' - diphosphate |
| ATP | = adenosine 5' - triphosphate |
| BSA | = bovine serum albumin |
| Ca ²⁺ | = calcium ion |
| CaCl ₂ | = calcium chloride |
| CCCP | = carbonyl cyanide m-chlorophenylhydrazone |
| CoQ | = coenzyme Q, ubiquinone |
| CuSO ₄ | = copper sulfate |
| Cyt. | = cytochrome |
| °C | = degree Celsius |
| DMSO | = dimethylsulfoxide |
| DNA | = deoxyribonucleic acid |
| DNP | = 2,4-dinitrophenol |
| DTT | = dithiothreitol |
| EGTA | = ethyleneglycol-bis-(β-aminoethyl ether)N,N,N',N'-tetraacetic acid |
| FAD | = flavin adenine dinucleotide |
| FADH ₂ | = reduced flavin adenine dinucleotide |
| FMN | = flavin mononucleotide |
| Fe-S | = iron-sulfur center |
| g | = centrifugal force unit (gravity) |
| H ⁺ | = proton |
| HEPES | = N-2-hydroxyethylpiperazine-N'-2-ethane-sulfonic acid |
| H ₂ SO ₄ | = sulfuric acid |
| IC ₅₀ | = median inhibitor concentration |
| K ⁺ | = potassium ion |
| KCl | = potassium chloride |

| | |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| KH_2PO_4 | = potassium phosphate |
| M | = molar |
| MAO | = monoamine oxidase |
| MgCl_2 | = magnesium chloride |
| μ atoms | = microatom |
| μg | = microgram |
| μl | = microlitre |
| μM | = micromolar |
| mg | = milligram |
| min | = minute |
| ml | = millilitre |
| mM | = millimolar |
| mOsm | = milliosmolar |
| NAD^+ | = nicotinamide adenine dinucleotide |
| NADH | = reduced nicotinamide adenine dinucleotide |
| NADPH | = reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate |
| Na_2CO_3 | = sodium carbonate |
| NaOH | = sodium hydroxide |
| n atom | = nanoatom |
| ng | = nanogram |
| O | = oxygen |
| OH^- | = hydroxyl ion |
| OSCP | = oligomycin-sensitivity conferring protein |
| Pi | = inorganic phosphate |
| RCI | = respiratory control index |
| RPM | = revolution per minute |
| SE | = standard error of mean |
| TMPD | = N,N,N',N'-tetramethyl-p-phenylenediamine |
| w/v | = weight by volume |
| / | = per |
| % | = percent |