ฤทธิ์ของสารสกัดจากขมิ้นชันต่อการแสดงออกของ RAGE ในเซลล์มะเร็ง

นางสาวช่อแก้ว ถาวรพานิช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีวเคมีคลินิกและอณูทางการแพทย์ ภาควิชาเคมีคลินิก
คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF *Curcuma longa* Linn. EXTRACTS ON THE RECEPTOR FOR ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS EXPRESSION IN HUMAN CANCER CELLS

Miss Chorkaew Tavornpanich

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Clinical Biochemistry and Molecular Medicine

Department of Clinical Chemistry

Faculty of Allied Health Sciences Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

492258

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ฤทธิ์ของสารสกัดจากขมิ้นชันต่อการแสดงออกของ RAGE ในเซลล์มะเร็ง
โดย	นางสาวช่อแก้ว ถาวรพานิช
สาขาวิชา	ชีวเคมีคลินิกและอณูทางการแพทย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนา ศานติยานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวิน เทนคำเนาว์

คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสหเวชศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย ดะห์ลัน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนา ศานติยานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวิน เทนคำเนาว์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.รัชนีพร ติยะวิสุทธิ์ศรี)

ช่อแก้ว ถาวรพานิช : ฤทธิ์ของสารสกัดจากขมิ้นชันต่อการแสดงออกของ RAGE ในเซลล์มะเร็ง. (EFFECTS OF *Curcuma longa* Linn. EXTRACTS ON THE RECEPTOR FOR ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS EXPRESSION IN HUMAN CANCER CELLS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.รัชนา ศานติยานนท์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.เทวิน เทนคำเนาว์, 133 หน้า.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการแสดงออกของยีน RAGE ในเซลล์มะเร็งเพาะเลี้ยง 2 ชนิด (HeLa และ SW480) เมื่อทดสอบเซลล์มะเร็งทั้งสองกับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ (ตั้งแต่ 0-80 μg/ml) เป็นเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง วิเคราะห์เปอร์เซนต์เซลล์มีชีวิตด้วยวิธี MTS พบว่า สารสกัดขมิ้นชันมีฤทธิ์ต้านการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็งทั้งสองโดยมีค่า IC_{50} ของ HeLa เท่ากับ 19.29 และ 16.93 μg/ml เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดเป็นเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับค่า IC_{50} ของ SW480 เท่ากับ 15.60 และ 15.62 μg/ml เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดเป็นเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้น ทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการลุกลามของเซลล์มะเร็งด้วยวิธี matrigel invasion assay โดยบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0-20 μg/ml พบว่า สารสกัดขมิ้นชันมีฤทธิ์ต้านการลุกลามของเซลล์มะเร็งทั้งสองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยที่ความเข้มข้น 20 μg/ml สารสกัดสามารถต้านการลุกลามของเซลล์ HeLa และเซลล์ SW480 ได้ที่ 48.72±3.76% (p=0.000) และ 47.02 ±10.37% (p=0.000) ตามลำดับ นอกจากนี้ จากการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชัน (0-20 μg/ml) ต่อการแสดงออกของยีน RAGE โดยวิธี RT-PCR ในเซลล์ HeLa พบว่าสารสกัดขมิ้นชันที่ 20 μg/ml สามารถยับยั้งการแสดงของยีน RAGE ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$) เมื่อบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่ในเซลล์ SW480 การแสดงออกยีน RAGE ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) จากผลการทดสอบทั้งหมดสรุปได้ว่า สารสกัดขมิ้นชันมีฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์และการลุกลามของเซลล์มะเร็ง นอกจากนี้ ยังลดระดับการแสดงออกของยีน RAGE ในเซลล์ HeLa ซึ่งมีความเกี่ยวข้องในการเกิดผลดังกล่าว

ภาควิชา เคมีคลินิก ลายมือชื่อนิสิต ช่อแก้ว ถาวรพานิช

สาขาวิชา ชีวเคมีคลินิกและอณูทางการแพทย์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา รัชนา ศานติยานนท์

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4877205037 : MAJOR CLINICAL BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR MEDICINE
KEY WORD: TURMERIC / *Curcuma longa* Linn./RAGE / PROLIFERATION / INVASION

CHORKAEW TAVORNPANICH: EFFECTS OF *Curcuma longa* Linn. EXTRACTS ON THE RECEPTOR FOR ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS EXPRESSION IN HUMAN CANCER CELLS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. RACHANA SANTIYANONT, PhD., THESIS COADVISOR : ASST. PROF. TEWIN TENCOMNAO, PhD., 133 pp.

The purpose of this study was to determine the effects of turmeric (*Curcuma longa* Linn.) extracts on the receptor for advanced glycation end products (RAGE) gene expression in human cancer cells (HeLa and SW480). The cells were incubated with turmeric extract at various concentrations (0-80 μg/ml) for 48 and 72 hours. Percentage of cell viability was determined by MTS assay. The results showed that turmeric extract inhibited cell proliferation at 48 and 72 hours of incubation with IC_{50} of 19.29 and 16.93 μg/ml against HeLa, and 15.60 and 15.62 μg/ml against SW480, respectively. To investigate the anti-invasion effect of turmeric extract, cells were treated with 0-20 μg/ml of turmeric extract and evaluated by matrigel invasion assay. At the concentration of 20 μg/ml, turmeric extract inhibited invasion ability of HeLa and SW480 by 48.72±3.76% (p=0.000) and 47.02±10.37% (p=0.000) respectively. Moreover, the expression of RAGE gene was determined by RT-PCR. In HeLa cells, the level of RAGE gene expression was significantly decreased with 20 μg/ml of turmeric extract, at 24 hours incubation period ($p=0.002$). However, RAGE gene expression in SW480 cells did not show significant difference as compared to the control group ($p>0.05$). We conclude that turmeric extract has anti-proliferation and anti-invasion activity. In addition, it also reduced RAGE gene expression in HeLa cells that may be involved with these effects.

Department Clinical Chemistry Student's signature ชอเกอ ตระกานนท์
Field of study Clinical Biochemistry and Molecular Medicine Advisor's signature R. Santiyanont.
Academic year 2006 Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.รัชนา ศานติยานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา แรงสนับสนุน และกำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวิน เทนคำเนาว์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการวิจัย ที่กรุณาชี้แนะแนวทางการทำวิจัยรวมถึงอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์ ที่กรุณารับเป็นประธานในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.รัชนีพร ติยะวิสุทธิ์ศรี ที่กรุณารับเป็นกรรมการในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัยและคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์ ดร.กวิญ ลีละวัฒน์ โรงพยาบาลราชวิถี และคุณศิริลักษณ์ นารอง ที่กรุณาให้คำแนะนำและถ่ายทอดเทคนิคการทำ matrigel invasion assay

ขอขอบพระคุณ Dr.Ujjal Bhawal, Hiroshima University, Hiroshima, Japan และ Dr. Moriatsu Takada, Kobe University, Kobe, Japan ที่กรุณามอบรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ให้ใช้ประกอบการศึกษา

ขอขอบพระคุณบุคลากรทุกท่านในคณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความสะดวกในด้านอุปกรณ์ สารเคมี และสถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ แม่ พ่อ ยาย และครอบครัว ที่เป็นแรงสนับสนุนทั้งทางกายและทางจิตใจเสมอมา

สุดท้าย ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ป.โทรุ่นแรกที่คอยให้ความช่วยเหลือกันและเป็นกำลังใจให้กันเสมอ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทย) ..... ง

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

คำย่อ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

ขอบเขตของงานวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 receptor for advanced glycation end products 5

2.2 ขมิ้นชัน 16

2.3 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิจัย 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 30

3.2 การเตรียมสารสกัดขมิ้นชัน 34

3.3 การวัดปริมาณเคอร์คิวมินอยด์ ในสารสกัดขมิ้นชัน 35

3.4 การเตรียม Stock solution 36

3.5 การคัดเลือกเซลล์ที่ใช้ในการวิจัย 36

3.6 การเพาะเลี้ยงเซลล์ 39

3.7 การทดสอบ Proliferation assay 43

3.8 การทดสอบ Matrigel invasion assay 46

3.9 การทดสอบ Reverse transcription polymerase chain reaction 49

3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 56

หน้า

บทที่ 4 ผลทดลอง 57
4.1 ปริมาณเดอร์ดิวมินอยด์ในสารสกัดขมิ้นชัน 57
4.2 การคัดเลือกเซลล์ที่ใช้ในการวิจัย 59
4.3 ฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง 61
4.4 ฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการลุกลามของเซลล์มะเร็ง 70
4.5 ฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการแสดงออกยีน RAGE ในระดับ mRNA ของเซลล์มะเร็ง 90
บทที่ 5 อภิปรายผล 102
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย 107
รายการอ้างอิง 109
ภาคผนวก 128
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 133

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงลำดับเบส primers และขนาดผลผลิต RT-PCR ที่ใช้ในขั้นตอนการคัดเลือกเซลล์ที่ใช้ในการวิจัย 38

2 แสดงสภาวะที่ใช้ในการทำ RT-PCR สำหรับชุดน้ำยาสำเร็จรูป SuperScript™ III One-Step RT-PCR System with Platinum® *Taq* DNA Polymerase 38

3 แสดงลำดับเบสของ primers และขนาดผลผลิต PCR ของยีนเป้าหมายในกระบวนการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอด้วยเทคนิค polymerase chain reactions 54

4 แสดงสภาวะที่ใช้ในกระบวนการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอของแต่ละยีนเป้าหมายด้วยเทคนิค polymerase chain reactions 55

5 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ในการทดสอบ matrigel invasion assay เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10 และ 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และสารละลาย 0.1% DMSO เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 79

6 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ในการทดสอบ matrigel invasion assay เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10 และ 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และสารละลาย 0.1% DMSO เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 89

7 แสดงเปอร์เซ็นต์เซลล์มีชีวิตของการทดสอบเซลล์มะเร็ง HeLa กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง 99

8 แสดงเปอร์เซ็นต์เซลล์มีชีวิตของการทดสอบเซลล์มะเร็ง SW480 กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง 101

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงปฏิกิริยาระหว่าง RAGE กับ AGEs	7
2	แสดง RAGE Isoforms	8
3	แสดง RAGE-dependent NF-kB activation	11
4	แสดงหน้าของขมิ้นชัน	18
5	แสดงสูตรโครงสร้างของสารในกลุ่มเคอร์คิวมินอยด์	20
6	แสดงกระบวนการเมตาบอลิสมของเซลล์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจาก MTS ไปเป็นผลผลิต formazan	28
7	แสดงระบบของ invasion assay	29
8	แสดงเหง้าขมิ้นชันที่ใช้ในงานวิจัย	34
9	แสดง hemocytometer counting chamber และบริเวณที่ใช้นับเซลล์	41
10	แสดงการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง	45
11	แสดง insert ที่ใช้ในการทำ matrigel invasion assay	47
12	แสดงกราฟมาตรฐานเคอร์คิวมิน	58
13	แสดงการคัดเลือกเซลล์ที่ใช้ในการวิจัย	60

ภาพประกอบ หน้า

14 แสดงฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง HeLa เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10, 100 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 62

15 แสดงฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง SW480 เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10, 100 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 63

16 แสดงฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง HeLa เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40 และ 80 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 65

17 แสดงฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง HeLa เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40 และ 80 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 66

18 แสดงฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง SW480 เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40 และ 80 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 68

19 แสดงฤทธิ์ของสารสกัดขมิ้นชันต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเซลล์มะเร็ง SW480 เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 20, 40 และ 80 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 69

20 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 71

ภาพประกอบ หน้า

21 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 72

22 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 73

23 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 74

24 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 75

25 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 76

26 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารละลาย 0.1% DMSO เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 77

27 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง HeLa ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารละลาย 0.1% DMSO เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 78

28 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 81

ภาพประกอบ หน้า

29 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 82

30 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 83

31 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 84

32 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 85

33 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 86

34 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 40 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารละลาย 0.1% DMSO เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 87

35 แสดงภาพเซลล์มะเร็ง SW480 ที่เคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อเมมเบรนของ insert ที่ขนาดกำลังขยาย 100 เท่า เมื่อบ่มเซลล์กับสารละลาย 0.1% DMSO เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 88

36 แสดงผลผลิต RT-PCR ของเซลล์มะเร็ง HeLa ที่แยกด้วยกระแสไฟฟ้าบนแผ่น 2.5% อะกาโรส เมื่อทำการทดสอบเซลล์กับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10 และ 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 91

ภาพประกอบ หน้า

37 แสดงตัวควบคุม negative control จากการทำ RT-PCR ของเซลล์มะเร็ง HeLa 92

38 แสดงระดับการแสดงออกของยีน RAGE ในเซลล์มะเร็ง HeLa ที่บ่มกับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10 และ 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 93

39 แสดงผลผลิต RT-PCR ของเซลล์มะเร็ง SW480 ที่แยกด้วยกระแสไฟฟ้าบนแผ่น 2.5% อะกาโรส เมื่อบ่มเซลล์กับ 0, 10 และ 20 μg/ml สารสกัดขมิ้นชันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 94

40 แสดงตัวควบคุม negative control จากการทำ RT-PCR ของเซลล์มะเร็ง SW480 95

41 แสดงระดับการแสดงออกของยีน RAGE ในเซลล์มะเร็ง SW480 ที่บ่มกับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 10 และ 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 96

42 แสดงเปอร์เซ็นต์เซลล์มีชีวิตของเซลล์มะเร็ง HeLa ที่ได้รับการทดสอบกับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง 98

43 แสดงเปอร์เซ็นต์เซลล์มีชีวิตของเซลล์มะเร็ง SW480 ที่ได้รับการทดสอบกับสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง 100

คำย่อ

คำย่อ	ความหมาย
%	per cent
/	per
°C	degree Celsius
Abs	absorbance
β	beta
bp	base pair
cDNA	complementary deoxyribonucleic acid
CO_2	carbon dioxide
dATP	deoxyadenosine triphosphate
dCTP	deoxycytosine triphosphate
dGTP	deoxyguanosine triphosphate
dNTP	deoxyribonucleotide triphosphate
dTTP	deoxythymidine triphosphate
DMSO	dimethyl sulfoxide
DNA	deoxyribonucleic acid
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid
g	gravity
GAPDH	glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
GC	gas chromatography
HeLa	Human cervical adenocarcinoma cells
IC_{50}	inhibitory concentration at 50%
IUPC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LD_{50}	lethal dose, 50%
mg	milligram
ml	milliliter
mm	millimeter
mM	millimolar

mRNA	messenger ribonucleic acid
M	molar
PET	polyethylene terephthalate
RNA	ribonucleic acid
S.D.	standard deviation
SW480	Human colon adenocarcinoma cells
TLC	Thin layer chromatography
U	unit
µg	microgram
µl	microliter
µM	micromolar