



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาสารสกัดสมุนไพรชันและย่านพาโหมต่อต้านเชื้อไข้หวัดนก”



โดย รศ.ดร. งามผ่อง คงคาทิพย์ และคณะ

สิ้นสุดโครงการวันที่ 31 ตุลาคม 2549

600251143

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246717

เลขหมู่ เลขที่ พ.บ.4820023

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาสารสกัดจากสมุนไพรขมิ้นชันและย่านพาโหมต่อต้านเชื้อไข้หวัดนก”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร. งามผ่อง คงคาทิพย์	หน่วยปฏิบัติการวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ และเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นาง युพา มงคลสุข	ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพเพื่ออุตสาหกรรมสถาบันค้นคว้า และพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม การเกษตร (KAPI) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อ.ดร. ชรินทร์ ติรวัฒนวานิช	ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. รศ.ดร. ทวีศักดิ์ ส่งเสริม	ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. ผศ.ดร. ศิริรักษ์ จันทครุ	ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)



Executive summary

In 2004, Avian influenza (AI) H5N1 virus has caused adverse impact in Thailand's poultry farms (both small and industrial sizes) and in many countries in Asia, Europe and Africa. Now a neuraminidase inhibitor drug, Oseltamivir phosphate (Tamiflu) is the only drug for the treatment of H5N1 AI virus. Because of the high global demand and insufficiency of anti H5N1 drug in the world, it is necessary and worthwhile to discover some novel anti H5N1 compounds from Thai herbs and also use Thai herbs for disease prevention.

Two Thai herbs were selected for our purpose which are *Curcuma longa* (Rhizomes) and *Paederia tomentosa* (leaves and stems). Soxhlet extraction or maceration of these two plants was done by using various solvents including hexane, ethyl acetate, isopropanol, ethanol, 70% ethanol/water, water and sodium carbonate/water. The extracts were obtained after evaporation of solvents under vacuum. Then all of the extracts were tested for antiviral H5N1 (AI) activity by the *in vitro* hemagglutination – inhibition assay.

The test results showed that the extracts of *Curcuma longa* prepared with hexane, ethyl acetate, 70% ethanol/water and ethanol protected chicken Red blood cell (Rbc) from H5N1 AI virus at concentration values of 0.1 ng/ml to 1 mg/ml, 2.5 µg/ml, 25 ng/ml and 2.5 µg/ml to 250 µg/ml, respectively. While the extracts of *Paederia tomentosa* prepared with ethanol and isopropanol, inhibited H5N1 AI virus at concentration values of 100 ng/ml. Furthermore the ethanol extract (2.5 µg/ml to 2.5 mg/ml) and the isopropanol extract (0.5 ng/ml to 5 µg/ml) could protect Rbc from H5N1 AI hemagglutination.

The *C. longa* ethanol extract was further separated by vacuum liquid chromatography (VLC) to give ten partially fractions, (F₁ – F₁₀). The turmeric oil fraction (F₁) and the high polar partially purified fraction (HPCE, F₁₀) showed inhibitory effect in the concentration range of 0.1 µg/ml to 1 mg/ml, respectively. The curcuminoids obtained from the ethyl acetate extract by recrystallization showed no inhibition. Curcumin (pure compound), obtained from F₃ by recrystallization, showed no inhibition while a sesquiterpene (pure compound) obtained from F₁ by further column

chromatography (CC) and medium pressure liquid chromatography (MPLC) possessed inhibitory effect on H5N1 AI viral hemagglutination at the concentration range of 0.25 ng/ml to 25 µg/ml. (This discovery was submitted for two patents.)

The *P. tomentosa* ethanol extract was further separated by VLC to give nine partially purified fractions (NKPTE 1 – NKPTE 9). Four fractions, NKPTE 1, NKPTE 2, NKPTE 4 and NKPTE 5 were able to protect chicken Rbc from viral hemagglutination at concentrations of 0.05 ng/ml to 500 ng/ml.

Two high polar fractions NKPTE 7 and NKPTE 8 blocked viral agglutination at concentrations of 250 mg/ml to 15.625 mg/ml. Two pure compounds from *P. tomentosa* and one pure compound from *C. longa* have indirect and/or direct inhibitory effects on viral hemagglutination, respectively. These active substances from these two Thai herbs might exert their effect on molecule of hemagglutinin and/or its receptor. It is essential to further study on the mechanism of action of these active compounds and the potential use of these two Thai herbs for prevention and/or inhibition of H5N1 virus.

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและดำเนินการจดสิทธิบัตรเกี่ยวกับสารยับยั้งเชื้อไขหวัดนกชนิดใหม่ ซึ่งเกิดจากผลงานวิจัยเรื่องนี้

คณะผู้วิจัย

งามผ่อง คงคาทิพย์

ยุพา มงคลสุข

ชนินทร์ ตีรวฒนวนิช

ทวีศักดิ์ ส่งเสริม

ศิริรักษ์ จันทครุ

246717

บทคัดย่อ

การพัฒนาสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชันและย่านพาโหมต่อต้านเชื้อไข้หวัดนก

งามผ่อง คงคาทิพย์¹ ชนินทร์ ตีรวฒนวนานิช^{2(a)} ศิริรักษ์ จันทครุ^{2(b)} ทวีศักดิ์ ส่งเสริม^{2(c)} ยูพา มงคลสุข³ สุริยัน สุทธิประภา¹
ภรภัทร สำอางค์¹ และ บุญส่ง คงคาทิพย์¹

¹ หน่วยปฏิบัติการผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ (NPOS) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^{2(a)} ภาควิชาสัตววิทยา, ^{2(b)} ภาควิชากายวิภาคศาสตร์, ^{2(c)} ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (KAPI) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานการณ์การระบาดของโรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) ทำให้เกิดความเสียหายแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการทางธุรกิจอุตสาหกรรมเลี้ยงไก่ของประเทศไทยอย่างรุนแรง ดังนั้นการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดทางหนึ่ง คือ การป้องกัน การใช้สมุนไพรจึงเป็นทางเลือกหนึ่งและค้นคว้าเพื่อหาสารยับยั้งเชื้อไข้หวัดนกชนิดใหม่ จึงมีความจำเป็นและมีคุณค่ายิ่ง

คณะผู้วิจัยได้ทำการสกัดเหง้าขมิ้นชันด้วยตัวทำละลายต่างๆ ได้แก่ เฮกเซน, เอทิลอะซิเตท, น้ำ, โซเดียมคาร์บอเนต/น้ำ, 70%เอทานอล/น้ำ, ไอโซโพรพานอล และ เอทานอล ในทำนองเดียวกัน สารสกัดจากส่วนต้นและใบย่านพาโหมสามารถเตรียมได้จากการสกัดด้วย เอทานอล, ไอโซโพรพานอล และ น้ำ จากการทดลองการออกฤทธิ์ของสารสกัดที่ได้พบว่า สารสกัดของขมิ้นชันที่สกัดด้วย เฮกเซน, เอทิลอะซิเตท และ เอทานอล สามารถป้องกันการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงไก่ โดยเชื้อไวรัส H5N1 ได้ ส่วนสารสกัดย่านพาโหมที่สกัดด้วย เอทานอล และ ไอโซโพรพานอล ออกฤทธิ์ทั้งป้องกันและยับยั้งการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่ได้ในระดับความเข้มข้นช่วง 100 ng/ml จากการแยกสารสกัดของขมิ้นชันและย่านพาโหมที่ออกฤทธิ์ด้วยวิธี Vacuum Liquid Chromatography (VLC) พบว่าส่วนสกัดที่ได้ทั้ง 5 ส่วนของขมิ้นชัน มีการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัสไข้หวัดนก 2 ส่วน คือ สารสกัดด้วยเฮกเซน(น้ำมันขมิ้นชัน) และส่วนที่มีขี้ผึ้งสูงมาก (HPCE) สำหรับสารกลุ่ม Curcuminoids และสารบริสุทธิ์ Curcumin ไม่ออกฤทธิ์ ส่วนสกัดที่ได้ทั้ง 9 ส่วนของย่านพาโหม (NKPTE 1 – NKPTE 9) พบว่า NKPTE 1, NKPTE 2, NKPTE 4 และ NKPTE 5 ออกฤทธิ์ป้องกันเชื้อไข้หวัดนกในระดับความเข้มข้น 0.05 ng/ml ถึง 500 ng/ml ในขณะที่ NKPTE 7 และ NKPTE 8 ออกฤทธิ์ยับยั้งการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่ได้ในระดับความเข้มข้น 250 ng/ml ถึง 15.625 mg/ml จากการแยกสารบริสุทธิ์จากส่วนสกัดที่ออกฤทธิ์ พบว่าสารบริสุทธิ์ 1 ชนิดจากขมิ้นชันออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัสไข้หวัดนก ในขณะที่สารบริสุทธิ์สองชนิดจากย่านพาโหมออกฤทธิ์ป้องกันเชื้อไข้หวัดนก

จากผลการทดลองที่ได้สรุปว่า สมุนไพรย่านพาโหมออกฤทธิ์โดยตรง และ ขมิ้นชันออกฤทธิ์โดยอ้อมในการยับยั้งการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่ โดยเชื้อไวรัสไข้หวัดนก H5N1 โดยย่านพาโหมออกฤทธิ์โดยตรงต่อ Hamagglutinin (H) และ ขมิ้นชันออกฤทธิ์โดยอ้อมต่อ Receptor ซึ่งมีความจำเป็นต่อศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสาร และการนำสมุนไพรทั้งสองชนิดนี้ไปใช้ในการป้องกัน และ/หรือ ยับยั้งเชื้อไข้หวัดนก

Abstract

Development of Thai herbs extract, *Paederia tomentosa* and *Curcuma longa* for inhibition of Avian Influenza virus

Ngampong Kongkathip^{1*}, Chanin Teerawatanawanich^{2a}, Sirirak Chantakru^{2b}, Taweesak Songserm^{2c}, Yupa Mongkolsuk³, Suriyan Sutriprabha¹, Pompat Sam-ang¹ and Boonsong Kongkathip¹

¹ Natural Products and Organic Synthesis Research Unit (NPOS), Department of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University.

^{2a} Department of Physiology, ^{2b} Department of Anatomy and ^{2c} Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University

³ Kasetsart Agriculture and Agro-Industrial Product Improvement Institution, Kasetsart University.

The outbreak of Avian Influenza (AI) disease in Thailand has caused severe damage to poultry farms on both small and industrial sizes despite all attempts of prevention and elimination. One of alternatives for disease prevention is the use of Thai herbs. It is necessary and worthwhile to discover some novel anti-H5N1 compounds from the Thai herbs.

In the preparation of the extracts tubers of *Curcuma longa*, Rhizomes were extracted with different solvent including hexane, ethyl acetate, water, sodium carbonate/water, 70%ethanol/water, isopropanol and ethanol. Similarly the extracts from stems and leaves of *Paederia tomentosa* were prepared using solvents including ethanol, isopropanol and water. The extracts of two Thai herbs; *Paederia tomentosa* and *Curcuma longa* were tested for inhibitory effects on AI virus. Our study showed that extracts of *Curcuma longa* prepared with hexane, ethyl acetate and ethanol protected chicken red blood cell (Rbc) as well as protecting chicken Rbc from H5N1 AI viral hemagglutination when incubated with chicken Rbc prior to the assay. The extracts of *P. tomentosa* prepared with ethanol and isopropanol had ability to inhibit H5N1 AI virus in agglutination of chicken Rbc as well as protecting chicken Rbc from viral agglutination at concentrations of 100 ng/ml. Separation of active the extracts using vacuum liquid chromatography (VLC) showed that the extracts from *C. longa* contained five fractions. Two fractions which had inhibitory effects are hexane fraction (tumeric oil) and high polar partially purified fraction (HPCE) whereas curcuminoids and pure curcumin did not. The extracts from *P. tomentosa* contained nine fractions (NKPTE 1 - NKPTE 9). Four fractions including NKPTE 1, NKPTE 2, NKPTE 4 and NKPTE 5 were able to protect chicken Rbc from H5N1 AI viral hemagglutination at concentrations of 250 mg/ml to 15.625 mg/ml. One pure compound from *Curcuma longa* and two pure compounds from *Paederia tomentosa* were proved to posses inhibitory effect on H5N1 AI viral hemagglutination.

In conclusion, Thai herbs *Paederia tomentosa* and *Curcuma longa* have direct and/or indirect effects on viral hemagglutination. These active substances might exert their effect on molecule of hemagglutinin and/or its receptor. It is essential to further study on the mechanism of action of these active compounds and the potential use of these two thai herbs for prevention and/or inhibition of H5N1 virus.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
Executive summary	i
คำขอบคุณ	iii
บทคัดย่อ	iv
Abstract	v
บทนำ	1
ส่วนที่ 1	
การสกัดสารจากขมิ้นชันด้วยวิธีต่างๆและผลการทดลอง	3
ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นของสารสกัดจากขมิ้นชันชนิดต่างๆ โดย TLC	11
ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Curcuminoids ในสารสกัดขมิ้นชันชนิดต่างๆ โดย HPLC	12
การแยกสารสกัดออกเป็นส่วนสกัดและสารบริสุทธิ์จากสารสกัดขมิ้นชัน	13
ผลการแยกสารสกัดออกเป็นส่วนสกัดและสารบริสุทธิ์	18
ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์จากสารสกัดขมิ้นชัน	21
ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของสารบริสุทธิ์	22
ส่วนที่ 2	
การสกัดสารจากใบและต้นย่านพาโหมด้วยวิธีต่างๆและผลการทดลอง	24
ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นของสารสกัดจากย่านพาโหมชนิดต่างๆ โดย TLC	29
การแยกสารสกัดออกเป็นส่วนสกัดและสารบริสุทธิ์จากสารสกัดย่านพาโหม	31
ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์จากสารสกัดย่านพาโหม	32
ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นของส่วนสกัดจากสารสกัดย่านพาโหม โดย TLC	33
ส่วนที่ 3	
การเตรียมเชื้อไวรัส Avian Influenza H5N1 และหาปริมาณ	35
การทดสอบการออกฤทธิ์ของสารสกัด, ส่วนสกัด และสารบริสุทธิ์	
โดยวิธี Plaque Reduction Test	35
การทดสอบส่วนสกัดย่านพาโหมที่มีต่อการแบ่งตัวของเชื้อไวรัสในเซลล์เป้าหมาย	36
การทดสอบการออกฤทธิ์ของสารสกัด, ส่วนสกัด และสารบริสุทธิ์	
โดยวิธี <i>In vitro</i> Hemagglutination – Inhibition Assay	37
ผลการเตรียมเชื้อไวรัส Avian Influenza H5N1 และหาปริมาณ	38
ผลการทดสอบสารสกัดจากขมิ้นชันโดย Plaque Reduction Test	38
ผลการทดสอบสารสกัดจากขมิ้นชันต่อการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่	
ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก	39

	หน้า
ผลการทดสอบสารสกัดจากย่านพาโหมต่อการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่ ของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก	47
ผลการทดสอบฤทธิ์ของส่วนสกัดย่านพาโหมที่มีต่อการแบ่งตัวของเชื้อไวรัส ในเซลล์เป้าหมาย	54
สรุปผลการทดลอง	55
วิจารณ์ผลการทดลอง	57
เอกสารอ้างอิง	59
ภาพแสดงผลการทดสอบการออกฤทธิ์ของสารสกัด, ส่วนสกัด และสารบริสุทธิ์ ด้วยวิธี Plaque Reduction Test	60
ภาคผนวก	
บทความสมมุติไพโรทัยานพาโหมและขมิ้นชันต่อต้านเชื้อไข้หวัดนก H5N1	66
กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	67
รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป	68

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงลักษณะและเปอร์เซ็นต์ผลิตผลของสารสกัดด้วยเอทานอล, ไอโซโพรพานอล และ 70%เอทานอล/น้ำ	5
2	แสดงลักษณะและเปอร์เซ็นต์ผลิตผลของสารสกัดด้วยเฮกเซน และเอทิลอะซีเตท และ Curcuminoids ที่แยกได้จากสารสกัดด้วยเอทิลอะซีเตท	7
3	แสดงลักษณะและเปอร์เซ็นต์ผลิตผลของสารสกัดขมมันชั้นด้วยน้ำ และ โซเดียมคาร์บอเนต/น้ำ	10
4	แสดงปริมาณ Curcuminoids ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ในสารสกัดชนิดต่าง ๆ	12
5	ผลการแยกสารสกัดด้วยเอทานอลของขมมันชั้นด้วย Vacuum Liquid Chromatography (VLC)	18
6	ผลการแยกสารให้บริสุทธิ์จาก F ₄ ซึ่งได้จากสารสกัดขมมันชั้น	19
7	ผลการแยกสารบริสุทธิ์จาก F ₆ ซึ่งได้จากสารสกัดขมมันชั้น	19
8	ผลการแยกสารให้บริสุทธิ์จาก F ₁ ซึ่งได้จากสารสกัดขมมันชั้นด้วย Column Chromatography (CC)	20
9	ผลการแยกสารบริสุทธิ์จากส่วนสกัด T ₄	21
10	ลักษณะและเปอร์เซ็นต์ผลิตผลของสารสกัดด้วยน้ำ, เอทานอล และ ไอโซโพรพานอล จากใบและต้นย่านพาโหม	26
11	ลักษณะและเปอร์เซ็นต์ผลิตผลของสารสกัดด้วยเฮกเซน, ไดคลอโรมีเทน และ เอทานอล จากต้นย่านพาโหม	29
12	ลักษณะและน้ำหนักของส่วนสกัดที่ได้จากสารสกัดย่านพาโหมด้วยเอทานอล	33
13	ผลการทดสอบสารสกัดขมมันชั้นต่อการเกิด Viral plaque	38
14	ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อไวรัสในการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่ โดยใช้สารสกัดขมมันชั้น	39
15	ผลการทดสอบการใช้สารสกัดขมมันชั้น เพื่อปกป้องเม็ดเลือดแดงไก่จากการตกตะกอนโดยเชื้อไวรัสไขหวัดนก	42
16	ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อไวรัสในการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่ โดยใช้สารบริสุทธิ์ NKSS-20 และ สารกึ่งบริสุทธิ์ HPCE	45

ตารางที่		หน้า
17	ผลการทดสอบการใช้สารกึ่งบริสุทธิ์ HPCE และ สารบริสุทธิ์ NKSS-20 เพื่อปกป้องเม็ดเลือดแดงจากการตกตะกอนโดยเชื้อไวรัสไขหวัดนก	46
18	ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อไวรัสในการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่โดยใช้สารสกัดจากย่านพาโหม NKSS-1 และ NKPTE	47
19	ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อไวรัสในการตกตะกอนเม็ดเลือดแดงไก่โดยใช้ส่วนสกัดจากย่านพาโหม NKPTE -1, -2, -4, -5, -7 และ -8	48
20	ผลการทดสอบการใช้สารสกัดจากย่านพาโหม NKSS-1 และ NKPTE เพื่อปกป้องเม็ดเลือดแดงจากการตกตะกอนเชื้อไวรัสไขหวัดนก	51
21	ผลการทดสอบการใช้ส่วนสกัดจากย่านพาโหม NKPTE -1, -2, -4, -5, -7 และ -8 เพื่อปกป้องเม็ดเลือดแดงจากการตกตะกอนโดยเชื้อไวรัสไขหวัดนก	52

สารบัญรูป/ภาพ

รูป/ภาพ		หน้า
1	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วย TLC ของสารสกัดขมิ้นชันชนิดต่าง ๆ	11
2	โครงสร้างของ Curcumin	22
3	โครงสร้างของ Demethoxycurcumin	23
4	โครงสร้างของ Bisdemethoxycurcumin	23
5 และ 6	แสดงผลการวิเคราะห์ด้วย TLC ของสารสกัดย่านพาโหมด้วย เอทานอลและไอโซโพรพานอล	30
7	ผลการวิเคราะห์ส่วนสกัดย่านพาโหมทั้ง 9 ส่วน ด้วย TLC	34
8	แสดงเซลล์ MDCK	60
9	แสดง Viral plaque ในเซลล์ MDCK	60
10	แสดง Viral plaque ในเซลล์ MDCK หลังการเติมสารสกัด ขมิ้นชัน NKSS-1 ที่ความเข้มข้น 50 µg/mL	61
11	แสดงเซลล์ MDCK ที่ถูกทำลายจากเชื้อไวรัสไข้หวัดนก หลังการเติมสารสกัดขมิ้นชัน NKSS-1 ที่ความเข้มข้น 500 ng/mL	61
12	แสดง Viral plaque ในเซลล์ MDCK หลังการเติมสารสกัด ขมิ้นชัน NKSS-1 ที่ความเข้มข้น 0.5 ng/mL	62
13	แสดงเซลล์ MDCK ที่ถูกทำลายจากเชื้อไวรัสไข้หวัดนก หลังการเติมสารสกัดขมิ้นชัน NKSS-6 ที่ความเข้มข้น 140 ng/mL	62
14	แสดง Viral plaque ในเซลล์ MDCK หลังการเติมสารสกัด ขมิ้นชัน NKSS-6 ที่ความเข้มข้น 14 ng/mL	63
15	แสดงเซลล์ MDCK ที่ถูกทำลายจากเชื้อไวรัสไข้หวัดนก หลังการเติมสารสกัดขมิ้นชัน NKSS-6 ที่ความเข้มข้น 1.4 ng/mL	63
16	แสดงเซลล์ MDCK ที่ถูกทำลายจากเชื้อไวรัสไข้หวัดนก หลังการเติมสารสกัดขมิ้นชัน NKNL-3 ที่ความเข้มข้น 20 µg/mL	64
17	แสดง Viral plaque ในเซลล์ MDCK หลังการเติมสารสกัด ขมิ้นชัน NKNL-3 ที่ความเข้มข้น 200 ng/mL	64
18	แสดง Viral plaque ในเซลล์ MDCK หลังการเติมสารสกัด ขมิ้นชัน NKNL-3 ที่ความเข้มข้น 20 ng/mL	65
19	แสดงเซลล์ MDCK ที่ถูกทำลายจากเชื้อไวรัสไข้หวัดนก หลังการ เติมสารสกัดขมิ้นชัน NKNL-3 ที่ความเข้มข้น 2 ng/mL	65

สารบัญแผนผัง

Scheme		หน้า
1	การสกัดขมิ้นชันจากจังหวัดราชบุรีด้วยตัวทำละลายเอทานอล และ กาญจนบุรีด้วยตัวทำละลายเอทานอลและไอโซโพรพานอล โดยวิธี Soxhlet extraction	3
2	การสกัดขมิ้นชันจากกาญจนบุรีด้วยตัวทำละลาย 70% เอทานอล/น้ำ โดยวิธี Soxhlet extraction	4
3	การสกัดขมิ้นชันจังหวัดราชบุรีด้วยตัวทำละลายเฮกเซน และเอทิลอะซิเตท และ การแยกสาร Curcuminoids	6
4	การสกัดขมิ้นชันจากจังหวัดกาญจนบุรีด้วยตัวทำละลายน้ำ โดยวิธีการต้มกับน้ำ	8
5	การสกัดขมิ้นชันจากจังหวัดกาญจนบุรีด้วยตัวทำละลาย โซเดียมคาร์บอเนต/น้ำ	9
6	การแยกสารสกัดขมิ้นชันออกเป็นส่วนๆโดยวิธี Vacuum Liquid Chromatography (VLC)	14
7	การแยกสารให้บริสุทธิ์จาก F ₄ ซึ่งได้จากสารสกัดขมิ้นชัน	14
8	การแยกสารให้บริสุทธิ์จาก F ₆ ซึ่งได้จากสารสกัดขมิ้นชัน	15
9	การแยกสารให้บริสุทธิ์จาก F ₁ จากสารสกัดขมิ้นชัน	17
10	การสกัดใบและต้นย่านพาโหมด้วยน้ำ โดยวิธีการต้ม	24
11	การสกัดใบและต้นย่านพาโหมด้วยเอทานอลและไอโซโพรพานอล ด้วยวิธี Soxhlet extraction	25
12	การสกัดต้นย่านพาโหมด้วยเฮกเซน, ไดคลอโรมีเทน และเอทานอล ตามลำดับ โดยวิธี Soxhlet extraction	27