รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี 2549

"ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดกวาวเครือขาว *Pueraria mirifica* กวาวเครือแดง *Butea superba* และกวาวเครือดำ *Mucuna collettii* จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทยด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์"

โดย

รศ. ดร. วิชัย เชิดชีวศาสตร์

รศ. ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์

นายเกศ พูลเจริญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาชีววิทยาและภาควิชาจุลชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดกวาวเครือขาว *Pueraria mirifica* กวาวเครือแดง *Butea superba* และกวาวเครือดำ *Mucuna collettii* จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์

1. **วัตถุประสงค์**

ศึกษาผลการออกฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ และฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดกวาวเครือขาว กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำ จากตัวอย่างกวาวเครือจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีการทดสอบแบบเอมส์ (Ames Test)

2. **แนวเหตุผล ทฤษฎีสำคัญ หรือสมมติฐาน**

ในปัจจุบันพืชสมุนไพรพื้นเมืองมีบทบาทสำคัญมากขึ้น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมร่วมกับกลุ่มผู้วิจัยเริ่มนิยมใช้องค์ประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพรมาเป็นส่วนผสมสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง อาหารเสริมสุขภาพ และเวชภัณฑ์ แล้วแต่จะเลือกนำมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากพืชสมุนไพรมีองค์ประกอบทางเคมีที่มีคุณค่า ทั้งยังเป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ง่ายตามแหล่งธรรมชาติ ส่งผลให้สามารถลดการนำเข้าของวัตถุดิบจากต่างประเทศ ช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลง และการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มาจากแหล่งธรรมชาติจะมีระดับความปลอดภัยต่อผู้บริโภคสูงกว่าใช้สารเคมีประเภทสังเคราะห์ กวาวเครือจัดเป็นพืชสมุนไพรพื้นเมืองที่มีใช้อยู่ในวิถีชีวิตของคนไทยมานาน เนื่องจากมีคุณสมบัติตามตำรับยาแผนโบราณที่กล่าวถึงสรรพคุณว่า ส่วนหัวออกฤทธิ์เป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งอ่อนเยาว์ มีผลทำให้อวัยวะสืบพันธุ์และมดลูกโต พบว่ามีโลหิตคั่งมากขึ้น ทำให้นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกให้ความสนใจต่อพืชในกลุ่มกวาวเครือมาก พืชในกลุ่มกวาวเครือในประเทศไทย สามารถแบ่งเป็นกวาวเครือขาว กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำ เนื่องจากพืชกลุ่มกวาวเครือ มีความหลากหลายทางพันธุกรรม และมีแหล่งที่พบแตกต่างกัน ทำให้มีองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และแสดงผลการยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งเต้านมได้แตกต่างกัน ในการศึกษานี้สนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านการก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างพืชในกลุ่มนี้จากตัวอย่างกวาวเครือทั่วประเทศ โดยจะวิเคราะห์ผลของฤทธิ์การเป็นสารต้านการก่อกลายพันธุ์เพื่อยืนยันสายพันธุ์ที่มีผลยับยั้งมะเร็งเต้านมหรือให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การคัดเลือกสายพันธุ์กวาวเครือที่มีคุณภาพดีสำหรับการพัฒนาเวชภัณฑ์ในการบำบัดและป้องกันการเกิดโรคมะเร็งบางชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยโดยละเอียด

ขั้นตอน	ระยะเวลาการทำวิจัย เริ่ม เดือน ตุลาคม พ.ศ 2548	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	สำรวจข้อมูลเอกสารและรวบรวมรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	—— •••••	—— •••••										
2	เตรียมสารสกัดกวาวเครือขาว กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำ			—— •••••	—— •••••								
3	เตรียมเอนไซม์ S9 และทดสอบคุณสมบัติของเชื้อ *Salmonella typhimurium* ที่ใช้ในการทดสอบ					—— •••••	—— •••••						
4	ทำการทดสอบ คุณสมบัติของสารสกัดจากกวาวเครือขาวกวาวเครือแดง และกวาวเครือดำโดยวิธีทดสอบแบบเอมส์							—— •••••	—— •••••	—— •••••	—— •••••		
5	สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง											—— •••••	—— •••••

ระยะวิจัยที่คาดว่าแล้วเสร็จ (——) ระยะเวลาเสร็จจริง (•••)

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้</u>

เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการคัดเลือกสายพันธุ์กวาวเครือที่รวบรวบได้ ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยระดับคลินิก และเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเวชภัณฑ์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์กวาวเครือที่ออกฤทธิ์การต้านมะเร็งได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

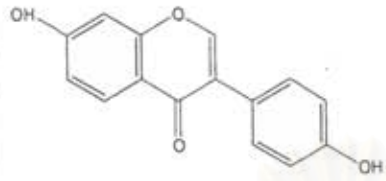
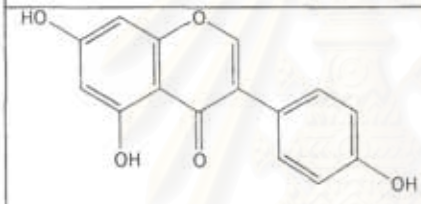
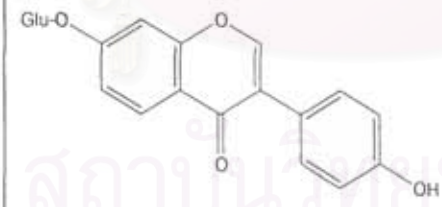
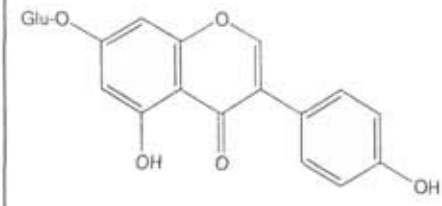
4. เหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญ

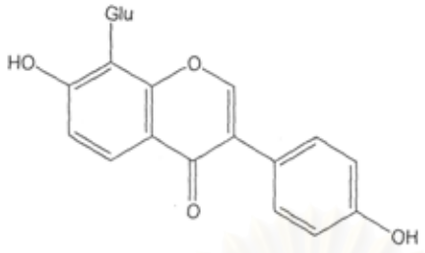
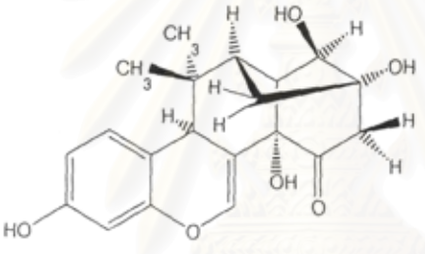
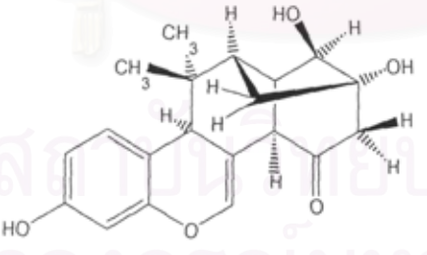
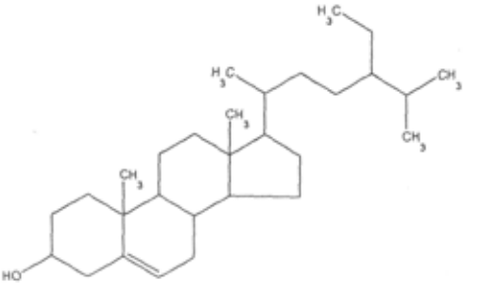
กวาวเครือจัดเป็นกลุ่มพืชสมุนไพรพื้นเมืองที่มีประวัติการใช้งานมานาน สามารถแบ่งพืชในกลุ่มกวาวเครือได้เป็น กวาวเครือขาว *Pueraria mirifica* (Kasemsanta et al., 1952) กวาวเครือแดง *Butea superba* และกวาวเครือดำ *Mucuna collettii* (Pengklai,1977) กวาวเครือขาวเริ่มเป็นที่สนใจของคนไทยจากการเผยแพร่ตำรายาหัวกวาวเครือของหลวงอนุสารสุนทร ซึ่งระบุว่าหัวกวาวเครือขาวมีคุณสมบัติออกฤทธิ์เป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง อ่อนเยาว์ และมีผลต่ออวัยวะสืบพันธุ์ (Suntara, 1931) ต่อมาได้มีการทดลองใช้สารสกัดหยาบจากหัวกวาวเครือขาวรักษาอาการปวดประจำเดือนก่อนวัยซึ่งพบว่าได้ผล โดยมดลูกมีโลหิตคั่งมากขึ้น (Sukavattana 1940) เนื่องจากหัวกวาวเครือขาวมีสารสำคัญในกลุ่มไฟโตเอสโทรเจน มีฤทธิ์คล้ายกับฮอร์โมนเอสโทรเจน ได้แก่ miroestrol (Jones and Pope 1961, Taylor et al., 1960) ซึ่งมีฤทธิ์เอสโทรเจนิกเมื่อทดสอบในหนูถีบจักรวัยอ่อน (Jones and pope 1960) และมีฤทธิ์ mammogenic ในหนูแรทตัดรังไข่ (Benson, et al., 1960) สามารถใช้แทนฮอร์โมนเอสโทรเจนในกลุ่มสตรีวัยหมดประจำเดือน ในการทดสอบกับอาสาสมัคร (Cain 1960) นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารสำคัญอีกหลายชนิดอยู่ในหัวกวาวเครือขาวได้แก่ deoxymiroestrol, puerarin, daidzin, genistin, daidzein, genistein, coumestrol, kwakhurin (Chansakaow et al., 2000[a]; Chansakaow et al., 2000[b], Ingham et al., 1986[a], Ingham, et al., 1986[b], Ingham et al., 1989, Tahara et al., 1987) พบว่าผงที่เตรียมจากหัวกวาวเครือขาวสามารถควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์และระบบฮอร์โมน โดยเฉพาะฮอร์โมนเพศหญิงคือเอสโทรเจน FSH และ LH จากการทดลองในหนูแรทและลิง (Jaroenporn et al., 2006, Malaivijitnond et al., 2004, Malaivijitnond et al., 2006, Trisomboon et al., 2004[a], Trisomboon et al., 2004[b], Trisomboon et al., 2005, Trisomboon et al., 2006[a]) และยังทำให้ลิงเพศเมียสูงอายุมีผิวที่ก้นกลับมามีสีแดงสดเหมือนลิงสาว (Trisomboon et al., 2006[b]) มีรายงานศึกษาในระดับคลินิกพบว่าผงที่เตรียมจากหัวกวาวเครือขาวสามารถฟื้นฟูสภาพของกลุ่มอาการที่เกี่ยวข้องกับอาการหมดประจำเดือนโดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเม็ดเลือด หน้าที่ของตับและไต รวมถึงสภาพทางสรีรวิทยาอื่นๆ (Muangman and Cherdshewasart, 2001) และไม่ปรากฏอาการแพ้หรือระเคืองต่อผิวหนัง โดยทดสอบสารสกัดหยาบกวาวเครือขาวกับผิวหนังของสัตว์ทดลองและอาสาสมัครสตรี (Cherdshewasart, 2003) สารสกัดหยาบกวาวเครือขาวแสดงฤทธิ์เอสโทรเจนิกแบบ biphasic โดยแสดงผลทั้งกระตุ้นและยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านมมนุษย์ (Cherdshewasart et al., 2004[a]) สารสกัดหยาบจากกวาวเครือขาวปริมาณสูงแสดงผลต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งปากมดลูก (HeLa cells, Cherdshewasart et al., 2004[b]) พบว่าสารเคมีในกวาวเครือขาวต้องผ่านเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากเซลล์ตับจึงจะมีฤทธิ์มากขึ้น (Lee et al., 2002)

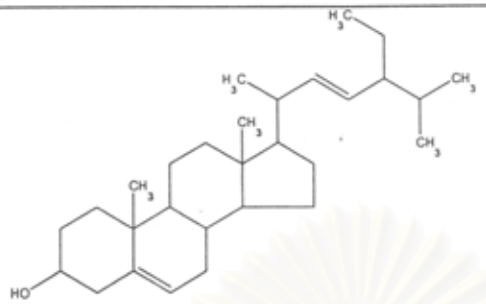
ตารางที่ 1 สารเคมีในกวาวเครือขาว

Categories	Chemical constituents	References
Isoflavonoids	Daidzein	Ingham et al., 1986[a]
	Genistein	Ingham et al., 1986[a]
	Kwakhurin	Ingham et al., 1986[a]
	Kwakhurin hydrate	Ingham et al., 1989
Isoflavone glycosides	Daidzin	Ingham et al., 1986[a]
	(daidzein-7-o-glucoside)	
	Genistin	Ingham et al., 1986[a] and 1989
	(genistein-7-o-glucoside)	
	Mirificin	Ingham et al., 1986[b]
	(puerarin6''-o-β-apiofuranoside)	
	Puerarin	Ingham et al., 1986[b] and 1989
	(daidzein-8-glucoside)	
	Puerarin 6''- monoacetate	Ingham et al., 1989
Chromenes	Miroestrol	Bound and Pope, 1960
		Jones and Pope, 1961
	Deoxymiroestrol	Chansakaow et al., 2000[a]
	Isomiroestrol	Chansakaow et al., 2000[a]
Coumestans	Coumestrol	Ingham et al., 1986[a] and 1988
	Mirificoumestan	Ingham et al., 1989
	Miricoumestan glycol	Ingham et al., 1989
	Miricoumestan hydrate	Ingham et al., 1989
Sterols	β-sitosterol	Hoyodom, 1971
	Stigmasterol	Hoyodom, 1971
Pterolcapans	Pueriicapene	Chansakaow et al., 2000[b]
	Tuberosin	Chansakaow et al., 2000[b]
Acid	Tetracosanoic acid	Chansakaow et al., 2000[b]

ตารางที่ 2 ฤทธิ์ของสารเคมีในกวาวเครือขาว

Categories	Chemical compound structures	Bioactivity effects
Isoflavone aglycoside	 Daidzein M.W. 254.24 (7-hydroxy-3-(4-hydroxyphenyl)-4H-1-benzopyran-4-4',7dihydroxyisoflavone)	• Decreased the levels of resting heart rate, blood pressure, fasting plasma glucose, blood lipids and inflammatory factors (Liu, Zhao and Zhang, 2006) • Reversed scopolamine-induced amnesia in mice which is an important factor in the treatment of Alzheimer's disease (Heo et al., 2006)
	 Genistein M.W. 270.23 (5,7-Dihydroxy-3-(4-hydroxyphenyl)-4-benzopyrone)	• Repressed telomerase activity in prostate cancer cells (Jagadeesh, et al., 2006) • Decreased nicotine metabolism in human (Nakajima et al., 2006)
Isoflavone glycosides	 Daidzin M.W. 416.4 (daidzein-7-o-glucoside)	• Stimulated glucose uptake in mice (Meezan et. al., 2005) • Promoted the osteogenesis proliferation and inhibit the adipogenesis of primary mouse bone marrow stromal cells (Li et al., 2005)
	 Genistin M.W. 432.4 (genistein-7-o-glucoside)	• Arrested the growth of malignant melanoma *in vitro* and inhibit ultraviolet light-induced oxidative DNA damage in human melanoma cells (Russo et al., 2005) • Prevented bladder cancer progression in mice (Singh et al., 2006)

Categories	Chemical compound structures	Bioactivity effects
Chromenes	 Puerarin M.W. 423.38 (daizein-8-glucoside)	• Inhibited glucose uptake into tissues and incorporation into glycogen in mice (Meezan et al., 2005) • Improved the neurological functions in male rats (Xu et al., 2005) • Exhibited anti-proliferation effect on vascular smooth muscle cell (Han, et al., 2004)
	 Miroestrol M.W. 358	• Exhibited the effect on vaginal cornification, pituitary function and pregnancy in rat (Jones et al., 1961) • Exhibited estrogenic properties in MCF-7 human breast cancer (Chansakaow et al., 2000[a]; Matsumura et al., 2005)
	 Deoxymiroestrol M.W. 352	• Exhibited estrogenic properties in MCF-7 human breast cancer (Chansakaow et al., 2000[a]; Matsumura et al., 2005)
Sterols	 β-sitosterol M.W. 414	• Exhibited cytotoxicity to BC cell line and antituberculosis activity (Kanokmedhakul et al., 2005) • Decreased secretion of apolipoprotein B48 from Caco2 human intestinal cells (Ho and Pal, 2005)

Categories	Chemical compound structures	Bioactivity effects
	 Stigmasterol M.W. 413	• Exhibited strong inhibition on the dRP lyase activity of DNA polymerase β (Shi-Sheng Li, et al., 2004)

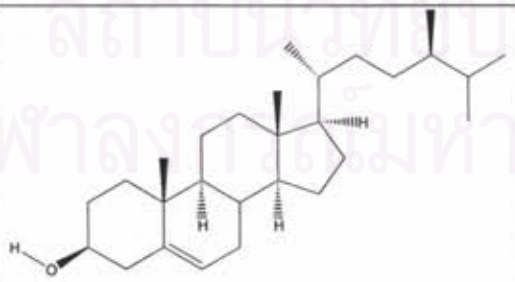
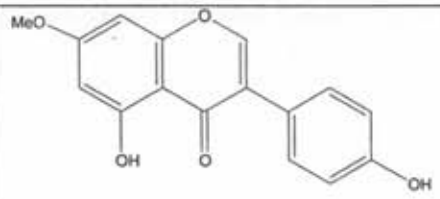
กวาวเครือแดงเป็นพืชเถา อายุยืน หัวใต้ดินมียางสีแดง สารสำคัญในกวาวเครือแดง คือ flavonoid และ flavonoid glycoside ซึ่งมีฤทธิ์เป็นตัวยับยั้ง cyclic AMP phosphodiesterase (Roengsumran et al., 2000) และพบสารflavonoid glycoside ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคในพืช (Yadava and Reddy, 1998) กวาวเครือแดงมีปริมาณ daidzein และ genistein มากกว่าในกวาวเครือขาว (Manosroi *et al.*, 2002) ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้เคยมีรายงานว่าช่วยลดการเกิดมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมาก ทำให้มีโอกาสที่จะพัฒนากวาวเครือแดงเป็นตัวยาในการรักษาโรคมะเร็งที่มีศักยภาพสูงกว่ากวาวเครือขาว พบสาร β-sitosterol และ stigmasterol ในกวาวเครือแดง ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดมีคุณสมบัติลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง (Awad and Fink, 2000) พบสาร medicarpin, formononetin, 7, 4'-dimethoxyisoflavone, prunetin and 7-hydroxy-6, 4'-dimethoxyisoflavone, ซึ่งมีฤทธิ์ cytotoxic effects (Ngamrojvanich et al., 2006) มีรายงานว่ากวาวเครือแดง สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางเพศของผู้ชายได้ โดยไม่มีผลข้างเคียง (Cherdshewasart and Nimsakul, 2003) สารสกัดหยาบจากกวาวเครือแดงแสดงผลต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งต้านนม มนุษย์ (MCF-7 cells, Cherdshewasart et al., 2004[a]) สารสกัดหยาบจากกวาวเครือแดงปริมาณสูงแสดงผลต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งปากมดลูก (HeLa cells, Cherdshewasart et al., 2004[b])

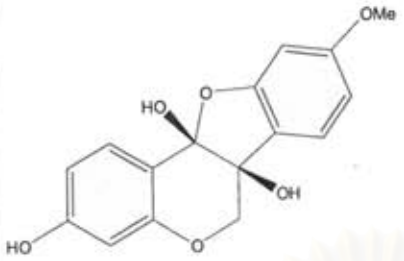
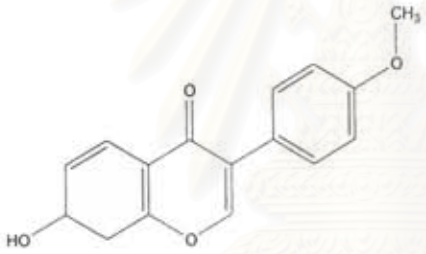
ตารางที่ 3 สารเคมีในกวาวเครือแดง

Categories	Chemical constituents	References
Carboxylic acid	Straight acid carboxylic acid (C_{22}-C_{26})	Rakslip, 1995
	3-hexacosanoloxy-propane-1,2- diol	Ngamrojanavanich et al., 2006
Steroid	Campesterol	Ngamrojanavanich et al., 2006
Steroid glycoside	β-sitosteryl	Ngamrojanavanich et al., 2006

	1-3-O-β-D-glucopyranside	
	Stigmasteryl	Ngamrojanavanich *et al.*, 2006
	1-3-O-β-D-glucopyranside	
Flavonoid	3,7,3'-trihydro-4'-methoxyflavone	Rakslip, 1995
	Prunetin	Ngamrojanavanich et al., 2006
	(5,4'-dihydroxy-7-methoxy-isoflavone)	
	Medicarpin	Ngamrojanavanich et al., 2006
	(3-hydroxy-9-methoxypterocarpan)	
	Formononetin	Ngamrojanavanich et al., 2006
	(7-hydroxy-4'-methoxy-isoflavone)	
Flavonoid glycoside	7-hydroxy-6-4'-dimethoxyisoflavone	Subba and Seshadri, 1949
	3,5,7,3',4'-pentahydroxy-8-methoxy-flavonol-3-O-β-	Yavada and Reddy, 1998[a]
	D-xylopyranosyl-(1,2)- α-L- rhamnopyransoside	
	3,7-dihydroxy-8-methoxyflavone-7-O-α-L-	Yavada and Reddy, 1998[b]
	rhamnopyransoside	

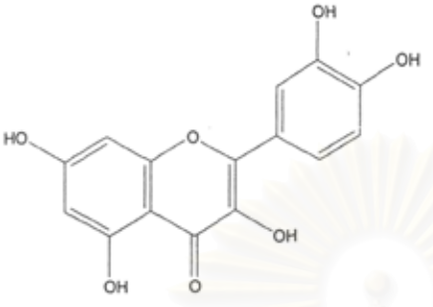
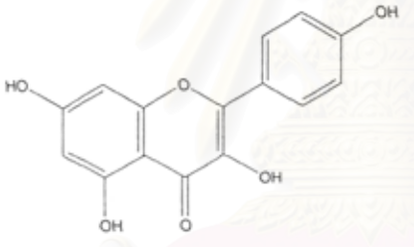
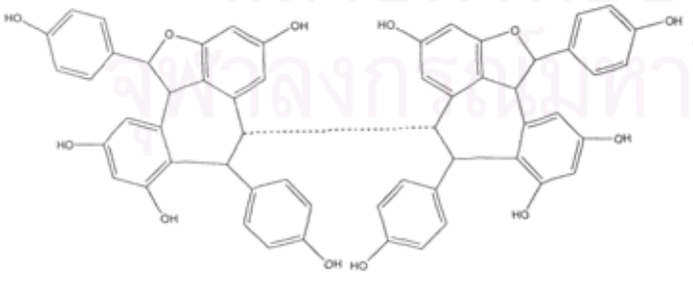
ตารางที่ 4 ฤทธิ์ของสารเคมีในกวาวเครือแดง

Category	Chemical compound structures	Bioactivity
Steroid	 Campesterol M.W. 401 (24-α-methyl-5-cholesten-3-β-ol)	• decreased plasma cholesterol levels of patients with xanthomatosis (Connor et al., 2005)
Flavonoid	 Prunetin M.W 284	• Exhibited inhibitory effects on phosphodiesterase isozymes with IC_{50} values of 60 μM (Ko et al., 2004)

Category	Chemical compound structures	Bioactivity
	 Medicarpin M.W 270.28 (3-hydroxy-9-methoxypterocarpan)	• Showed strong activity of the antimitotic effects on sea urchin eggs with IC_{50} values of 0.02 M (Militao et al., 2005) • Showed cytotoxic activity when evaluated against five human cancer cell lines (Falcao et al., 2005) • Exhibited inhibitory effects on induced human lymphocyte blastogenesis *in vitro* with IC_{50} values ranging from 3.0 to 7.7 mg/ml (Taniguchi et al., 2000)
	 Formononetin M.W. 268.27 (7-hydroxy-4'-methoxy-isoflavone)	• Showed estrogenic activity *in vitro* and *in vivo* (Booth et al., 2006) • Exhibited the potent antioxidant activity both in the cell-free and the cell system of PC12 cells (Yu et al., 2005) • Human liver microsomes converted formononetin to daidzein which inhibited cytochromes P450 (Roberts et al., 2004)

กวาวเครือดำ เป็นไม้เถาขนาดใหญ่ ทุกส่วนของลำต้นเมื่อแห้งแล้ว จะเปลี่ยนเป็นสีดำ กวาวเครือดำมีสารสำคัญ 3 ชนิด คือ campherol quercitin และ hopeapherol ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้ง cyclic AMP phosphodiesterase (Roengsumran *et al.*, 2002) คล้ายกวาวเครือแดง แต่ออกฤทธิ์ที่รุนแรงกว่าสารสกัดหยาบจากกวาวเครือดำ แสดงผลต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งต้านนมมนุษย์อย่างรุนแรง (Cherdshewasart et al., 2004[a]) เช่นเดียวกับการแสดงผลการต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งปากมดลูก (HeLa cells, Cherdshewasart et al., 2004[b])

ตารางที่ 5 ฤทธิ์ของสารเคมีในกวาวเครือดำ

Category	Chemical compound structures	Bioactivity
Flavonoid	 Quercetin M.W. 302.24 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-4H-chromen-4-one)	• Accelerated the tumor necrosis factor-alpha induced growth inhibition and apoptosis in MC3T3-E1 osteoblastic cells (Son et al., 2005) • Up regulated expression of several tumor suppressor genes (van Erk et al., 2005) • Reduced superoxide dismutase activity and increase the malonaldehyde content in BNL SV A.8 cells (Son et al., 2004)
	 Kaempferol M.W. 286.24 (3,5,7-trihydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-4H-1-benzopyran-4-one)	• Inhibited apoptosis in vascular smooth muscle induced by a component of oxidized LDL (Ruiz et al., 2006) • Exhibited the strong antioxidant activity (Yu et al., 2005) • Exhibited the strong antibacterial and antiviral (HSV-1) activity (Ulanowska et al., 2006; Lyu et al., 2005) • Inhibited aflatoxin B(1) biosynthesis in *Aspergillus flavus* (Norton, 1999)
	 Hopeaphenol M.W. 906.94	• Exhibited murine leukemia P-388 cells with IC_{50} of 5.7 μM (Sahidin et al., 2005) • Exhibited moderate activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Mycobacterium smegmatis* (Zgoda-Pols et al., 2002) • Showed potent inhibition on the biosynthesis of leukotriene B4 and strong antagonism of the histamine acceptor (Huang et al., 2001)

การออกฤทธิ์ของสารของพืชในกลุ่มกวาวเครือขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นต่างๆ ทำให้เกิดการตอบสนองต่อเซลล์ที่แตกต่างกันเนื่องจากที่ความเข้มข้นหนึ่ง อาจกระตุ้นภูมิต้านทานหรือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ หรืออาจทำหน้าที่คล้ายฮอร์โมนและที่สำคัญอาจออกฤทธิ์ต้านเอสโทรเจน ทั้งนี้สารชนิดใดชนิดหนึ่งที่จะนำมาใช้กับมนุษย์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการทดสอบอย่างแน่ชัดถึงกลไกที่มีผลข้างเคียงหรือมีความเสี่ยงในการเกิดโรค เช่น มะเร็ง อีกทั้งพืชในกลุ่มกวาวเครือยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง จึงจำเป็นที่จะต้องคัดเลือกและคัดสรรสายพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเกิดโรคมะเร็ง ทำให้เป็นแนวทางในการพัฒนาเวชภัณฑ์ที่ใช้รักษาโรคมะเร็งให้เกิดประโยชน์ในระดับคลินิกและเชิงพาณิชย์ต่อไป

ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรมีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะการพัฒนาเวชภัณฑ์จากสมุนไพร เพื่อนำไปรักษาโรคต่างๆ หรือแม้กระทั่งนำมาผลิตเป็นเครื่องสำอาง การศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสมุนไพรที่มีสารไฟโตเอสโทรเจนซึ่งพบมากในพืชตระกูลถั่วได้รับความสนใจทางด้านการแพทย์และโภชนาการอย่างมาก มีรายงานพบว่ากลุ่มประชากรที่มีการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของถั่วเหลืองซึ่งมีสารประกอบของไฟโตเอสโทรเจนสูงมีผลในการช่วยลดการเกิดมะเร็ง ได้แก่มะเร็งปากมดลูก มะเร็งลำไส้ และมะเร็งต่อมลูกหมาก (Adlercreutz *et al.*,1991; Ingram et al,1997; Klippel *et al.*,1997) สารในกลุ่มไฟโตเอสโทรเจนโดยเฉพาะในถั่วเหลืองมีองค์ประกอบของสารเคมีในกลุ่มของไอโซฟลาโวน คือ genisteinและ daidzein ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ (Weisberger *et al.*,1998) ในส่วนของการศึกษาฤทธิ์การก่อมะเร็งโดยการตรวจสอบแบบ Ames test กับสาร genistein พบว่าผลการทดสอบเป็นลบ ซึ่งแสดงว่าไม่มีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง ดังนั้นเหตุผลสำคัญของงานวิจัยนี้ จึงเป็นการคัดสรรหาคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของพืชกลุ่มกวาวเครือ ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่ว อีกทั้งพืชกลุ่มกวาวเครือเป็นพืชที่มีการกระจายของประชากรมาก ทำให้มีความหลากหลายของสายพันธุ์สูง (Cherdshewasart et al., 2006) จึงจำเป็นต่อการคัดเลือกสายพันธุ์กวาวเครือที่มีคุณภาพดี เพื่อหาสายพันธุ์กวาวเครือที่มีฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

วิธีการทดสอบแบบเอมส์ (Ames and Maron,1983; Mortelmans and Zeiger, 2000) เป็นวิธีที่ใช้หาความเป็นฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* ซึ่งสารที่ออกฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์คือ สารที่มีคุณสมบัติที่ทำให้ลำดับเบสของสิ่งมีชีวิตเกิดความผิดปกติหรือเสียหาย ซึ่งส่วนใหญ่มักส่งผลให้เกิดโรคมะเร็ง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หาสารที่ออกฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ได้อีก สารที่มีฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์คือ สารที่มีคุณสมบัติไปยับยั้งสารที่ทำให้เกิดความผิดปกติหรือเสียหายแก่ลำดับเบสของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีโอกาสสูงที่สารเหล่านี้จะเป็นสารที่ออกฤทธิ์ต้านการเกิดมะเร็งได้ บางครั้งสารก่อกลายพันธุ์บางชนิดจำเป็นต้องอาศัยการกระตุ้นจากเม

ตาบอลิซึมจึงจะออกฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ ดังนั้นการทดสอบแบบเอมส์จึงมีการพัฒนาการตรวจสอบ โดยจำลองภาวะให้มีเมตาบอลิซึมที่คล้ายกับการอยู่ในระบบของสิ่งมีชีวิต โดยเลือกเติมเอนไซม์จากตับ ซึ่งใช้เป็นตัวแทนเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต ทำให้สามารถตรวจสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ได้เหมือนกับอยู่ในระบบของสิ่งมีชีวิต (Ames *et al.*, 1975)

5. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

5.1. เตรียมสารสกัดจากกวาวเครือขาว กวาวเครือแดงและกวาวเครือดำ แสดงผลน้ำหนักของสารสกัดอย่างหยาบตาม ภาคผนวก ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

5.1.1 แหล่งที่มาจากตัวอย่างพืช: รวบรวมกวาวเครือชนิดต่างๆ ดังนี้คือ กวาวเครือขาวจาก 28 จังหวัด กวาวเครือแดงจาก 23 จังหวัด และกวาวเครือดำจาก 4 จังหวัด

5.1.2 การสกัดสารจากพืช ใช้ผงแห้งส่วนรากของตัวอย่างพืช นำมาแช่เอทานอลบริสุทธิ์ (Merck, Germany) เป็นเวลา 4 วัน หลังจากนั้นกรองแยก ส่วนที่เป็นของเหลวด้วยกระดาษกรอง (Whatman filter No.1, Whatman, USA) นำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (EYELA, Japan) แล้วเก็บส่วนที่เป็นสารสกัดหยาบ (Crude) มาใช้ในกระบวนการทดสอบต่อไป

5.2. เตรียม S9 และทดสอบคุณสมบัติของเชื้อ *Samonella typhimurium* ที่ใช้ในการทดสอบ (แสดงผลการตรวจสอบโปรตีนของ S9 และตรวจสอบคุณสมบัติเชื้อ *Samonella typhimurium* ตามดังแสดงในภาคผนวก รูปภาพที่ 1-4)

5.2.1 เตรียม S9 (Ames et al., 1975) สำหรับชุดการทดลองที่ต้องผ่านกระบวนการกระตุ้นโดยผ่านเมตาบอลิซึม โดยเลือกใช้ตับหนูเพศผู้ สายพันธุ์ Sprague-Dawley น้ำหนัก 160-200 g (สำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ ศาลายา มหาวิทยาลัยมหิดล) พร้อมฉีดสาร phenobarbital (Sigma, St.Louis, Missouri, USA) ร่วมกับ β-napthoflavone (Sigma, St. Louis, Missouri, USA) ในการกระตุ้นให้ตับหนูสร้างเอนไซม์ที่ต้องการเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน จากนั้นนำตับหนูไปบดด้วยเครื่อง homogenizer ปั่นที่ความเร็ว 9000 x g แยกเอาส่วนที่เป็นส่วนน้ำใสเก็บไว้ แล้วนำไปตรวจสอบปริมาณโปรตีนจากเอนไซม์ที่ได้ ด้วยวิธีของ Lowry (Lowry *et al.*,1951) ซึ่งเอนไซม์ S9 ที่สามารถใช้ได้ในการทดลองเอมส์จะต้องมีโปรตีนมากกว่า 40 mg/ml (มีปริมาณ Cytochrome P450 ประมาณ 5.63 nmol/mg โปรตีน) ดังแสดงในภาคผนวก รูปภาพที่ 4

5.2.2 เตรียมแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* สายพันธุ์ TA98 (*hisD3052*, *rfa*, *uvr*B, pKM101) และ TA100 (*hisG46*, *rfa*, *uvr*B, pKM101) ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จากแผนก ชีวเคมีและสารก่อมะเร็ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติของเชื้อทั้ง 6 ประการ คือ

5.2.2.1 Histidine requirement (His^-): การตรวจสอบความต้องการฮีสทีดีนในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ภาคผนวก รูปภาพที่ 1

5.2.2.2 *rfa* mutation (*rfa*$^-$): การตรวจสอบความสามารถในการซึมผ่านของสารเข้าสู่แบคทีเรีย เนื่องจากแบคทีเรียขาดสารไลโปโพลีแซคคาไรด์ที่เคลือบบนผนังเซลล์ ภาคผนวก รูปภาพที่ 2

5.2.2.3 *uvrB* mutation(*uvr*B$^-$): การตรวจสอบความสามารถในการซ่อมแซม DNA ของแบคทีเรีย ภาคผนวก รูปภาพที่ 2

5.2.2.4 R-factor mutation (pKM101): การตรวจสอบพลาสมิดในตัวแบคทีเรีย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพบการก่อกลายพันธุ์ได้ดียิ่งขึ้น เป็นการเติมพลาสมิดชนิด pKM101 ทำให้แบคทีเรียมีคุณสมบัติดื้อยาปฏิชีวนะ Ampicillin ภาคผนวก รูปภาพที่ 2

5.2.2.5 Spontaneous reversion: การตรวจสอบการกลายพันธุ์ได้เอง โดยไม่มีการเหนี่ยวนำจากสารเคมีใดๆ ภาคผนวก รูปภาพที่ 3

5.2.2.6 Sensitivity to standard mutagen: การตรวจสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ โดยเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน ส่วนมากจะเลือกใช้ขึ้นกับชนิดของแบคทีเรีย ภาคผนวก รูปภาพที่ 3

5.3. ทำการทดสอบคุณสมบัติของสารสกัดจากกวาวเครือขาว, กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำโดยวิธีทดสอบแบบเอมส์

5.3.1 การตรวจสอบคุณสมบัติฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดกวาวเครือทุกสายพันธุ์ที่รวบรวบได้ โดยแบ่ง เป็น 2 ชุดการทดลอง

ชุดการทดสอบที่ 1 ไม่มี S9 mixture

กลุ่ม1 ทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดตัวอย่าง: ผสมสารสกัดลงในตัวทำละลาย (DMSO) และสารละลาย phosphate buffer pH 7.4 แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

กลุ่ม 2 ทดสอบฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดตัวอย่าง: ผสมสารสกัดลงในสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน และสารละลาย phosphate buffer pH 7.4 แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

กลุ่ม 3 ทดสอบ spontaneous reversion ของแบคทีเรีย: ผสมตัวทำละลาย (DMSO) และสารละลาย phosphate buffer pH 7.4 แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

กลุ่ม 4 ทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน : ผสมสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน ลงในน้ำกลั่น และสารละลาย phosphate buffer pH 7.4 แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

ชุดการทดสอบที่ 2 มี S9 mixture

กลุ่ม 1 ทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดตัวอย่าง: ผสมสารสกัดลงในตัวทำละลาย (DMSO) และเอนไซม์ S9 mixture แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

กลุ่ม 2 ทดสอบฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดตัวอย่าง: ผสมสารสกัดลงในสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน และเอนไซม์ S9 mixture แล้วใส่ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

กลุ่ม 3 ทดสอบ spontaneous reversion ของแบคทีเรีย: ผสมตัวทำละลาย (DMSO) และ S9 mixture แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

กลุ่ม 4 ทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน : ผสมสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน ลงในน้ำกลั่น และ S9 mixture แล้วใส่เชื้อ *Salmonella typhimurium* ตามลำดับ

5.3.2 นำแต่ละกลุ่มการทดสอบไปบ่ม ที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 20 นาทีแล้วเติม Top agar

5.3.3 นำมาเทลงใน Minimal Glucose Agar (MGA) plate ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจน Top agar ที่เคลือบผิวแห้ง

5.3.4 นำไปบ่มในตู้อุณหภูมิ 37 °C นาน 48 ชั่วโมง

5.3.5 นับจำนวน revertant colonies โดยหักค่าที่เกิดจากจำนวน spontaneous colony แล้วนำมาคำนวณหาค่า เปอร์เซ็นต์ก่อกลายพันธุ์และเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ (Srimuangboon, 2000) เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดที่นำมาทดสอบ

6. **การวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

การทดสอบสารแต่ละชุดทำซ้ำชุดละ 3 ซ้ำ และในแต่ละกลุ่มการทดสอบ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) พร้อมวิเคราะห์ผลด้วยวิธี One Way ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS Version 10 และได้ประเมินค่าความเป็นพิษของสารสกัดจากตัวอย่างพืชแต่ละชนิดต่อความอยู่รอด (Survival Test) ของ *Salmonella typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 ที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 mg/plate ซึ่งพบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชตัวอย่างที่ต่ำกว่า 2.5 mg/plate ปราศจากความเป็นพิษต่อ *Salmonella typhimurium* ทั้งสองสายพันธุ์

7. ผลการทดลอง

จากการสกัดสารจากพืชตัวอย่างที่เก็บได้จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทยโดยใช้ผงแห้งส่วนรากของตัวอย่างพืช นำมาแช่เอทานอลบริสุทธิ์ เป็นเวลา 4 วัน ในอัตรา 1 : 10 ส่วน หลังจากนั้นกรองแยก ส่วนที่เป็นของเหลวด้วยกระดาษกรอง (Whatman filter No.1, Whatman, USA) นำไประเหยตัวทำละลายออก ด้วยเครื่อง rotary evaporator แล้วเก็บส่วนที่เป็นสารสกัดหยาบ (Crude) ซึ่งได้แสดงลักษณะและน้ำหนักของของสารสกัดอย่างหยาบไว้ในตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะของสารสกัดอย่างหยาบของกวาวเครือขาว กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำหลังจากสกัดด้วยเอทานอลและระเหยตัวทำละลาย

ตัวอย่างพืช	ลักษณะของสารสกัดอย่างหยาบ
กวาวเครือขาว *(P. mirifica)*	สารสกัดมีลักษณะหนืดสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคล้าย Peanut
กวาวเครือแดง *(B. superba)*	สารสกัดมีลักษณะหนืดสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นคล้าย Peanut
กวาวเครือดำ *(M. collettii)*	สารสกัดมีลักษณะหนืดสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นแรงเฉพาะตัว

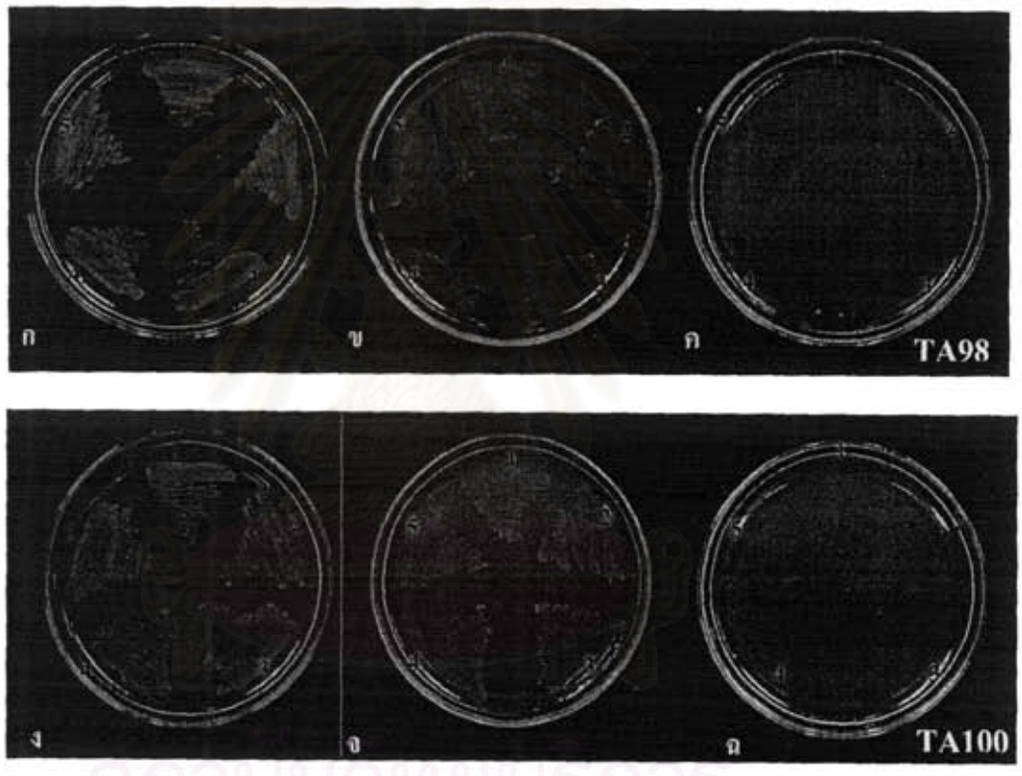
ตารางที่ 7 แสดงน้ำหนักของสารสกัดอย่างหยาบกวาวเครือขาว กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำ

แหล่งที่เก็บตัวอย่างพืช		ค่าร้อยละน้ำหนักของสารสกัดอย่างหยาบ (g/100g powder)		
อำเภอ	จังหวัด	*P. mirifica*	*B. superba*	*M. collettii*
แม่สรวย/เวียงป่าเป้า/แม่ฟ้าหลวงหลวง	เชียงราย	7.68	5.34	6.38
เชียงดาว/แม่ริม/ดอยสะเก็ด	เชียงใหม่	3.76	7.74	5.78
เมือง/ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	4.62	4.64	-
เชียงม่วน	พะเยา	3.70	-	-
เวียงสา	น่าน	1.39	-	-
เกาะคา/แม่ทะ/ห้างฉัตร	ลำปาง	7.50	5.28	4.12
วังชิ้น	แพร่	4.26	-	-
บ้านโฮ่ง	ลำพูน	4.74	-	-
ทองแสนขัน/ทองแสนขัน	อุตรดิตถ์	4.34	4.44	-
เมือง	สุโขทัย	4.44		

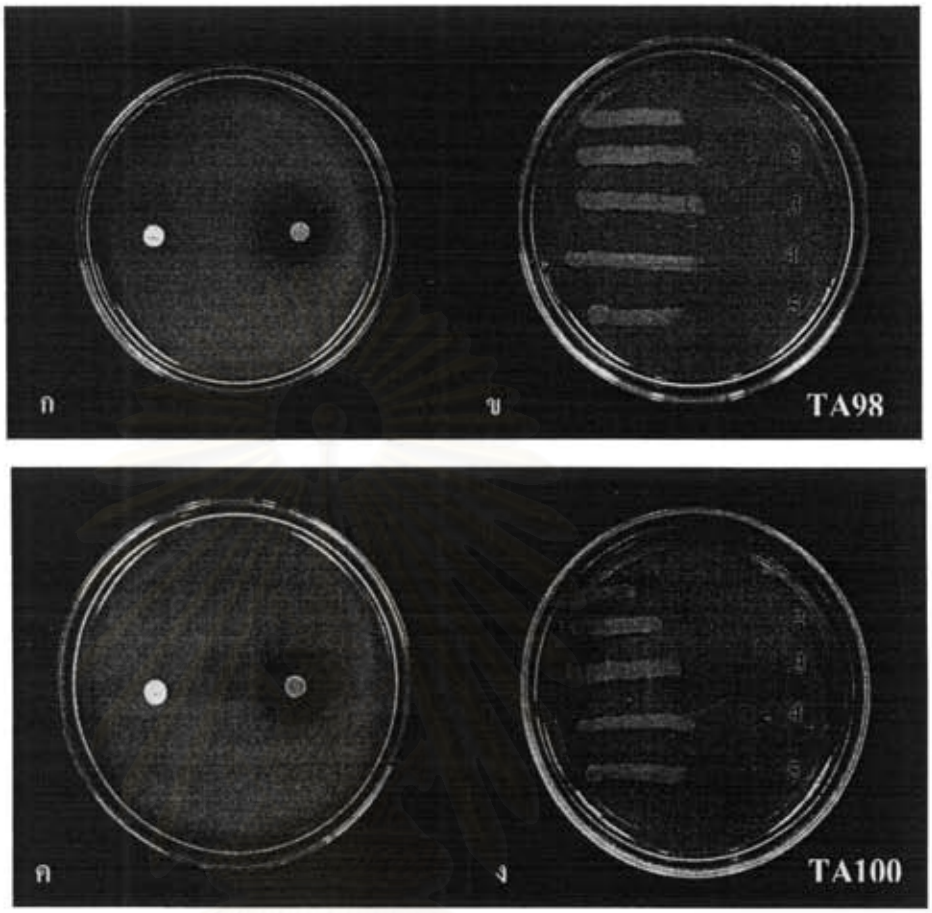
ตารางที่ 7 แสดงน้ำหนักของสารสกัดอย่างหยาบกวาวเครือขาว กวาวเครือแดง และกวาวเครือดำ (ต่อ)

แหล่งที่เก็บตัวอย่างพืช		ค่าร้อยละน้ำหนักของสารสกัดอย่างหยาบ (g/100g powder)		
อำเภอ	จังหวัด	*P. mirifica*	*B. superba*	*M. collettii*
ท่าสองยาง/แม่ระมาด	ตาก	4.90	4.44	-
วังทอง/นครไทย	พิษณุโลก	4.76	7.58	-
หล่มเก่า/หล่มเก่า	เพชรบูรณ์	6.48	5.40	-
คลองลาน	กำแพงเพชร	5.36	-	-
ตากฟ้า/ตากฟ้า	นครสวรรค์	6.02	5.40	-
ทัพทัน/ทัพทัน	อุทัยธานี	6.02	5.40	-
วังสะพุง	เลย	5.76	-	-
กุดบาก/กุดบาก	สกลนคร	6.44	5.64	-
ศรีบุญเรือง/ศรีบุญเรือง	หนองบัวลำภู	4.26	5.96	
กัณทรลักษณ์	ศีรสะเกษ	-	5.48	-
กระนวน	ขอนแก่น	-	6.12	-
ภูเขียว/ภูเขียว	ชัยภูมิ	4.06	2.58	-
ปากช่อง/ปักธงชัย	นครราชสีมา	5.64	2.24	-
พระพุทธบาท/พระพุทธบาท	สระบุรี	5.30	4.13	-
ท่าวุ้ง/ท่าวุ้ง	ลพบุรี	5.70	4.66	-
ศรีสวัสดิ์/ทองผาภูมิ/ศรีสวัสดิ์	กาญจนบุรี	5.88	5.22	5.36
นาดี/นาดี	ปราจีนบุรี	2.76	4.60	-
ปากท่อ/ปากท่อ	ราชบุรี	4.86	5.20	-
หนองหญ้าปล้อง	เพชรบุรี	4.58	-	-
ศรีราชา	ชลบุรี	-	3.69	-
มะขาม	จันทบุรี	-	5.34	-
สนามชัยเขต	ฉะเชิงเทรา	-	7.66	-
เมือง	ประจวบคีรีขันธ์	7.92	-	-
ท่าแซะ	ชุมพร	3.97	-	-

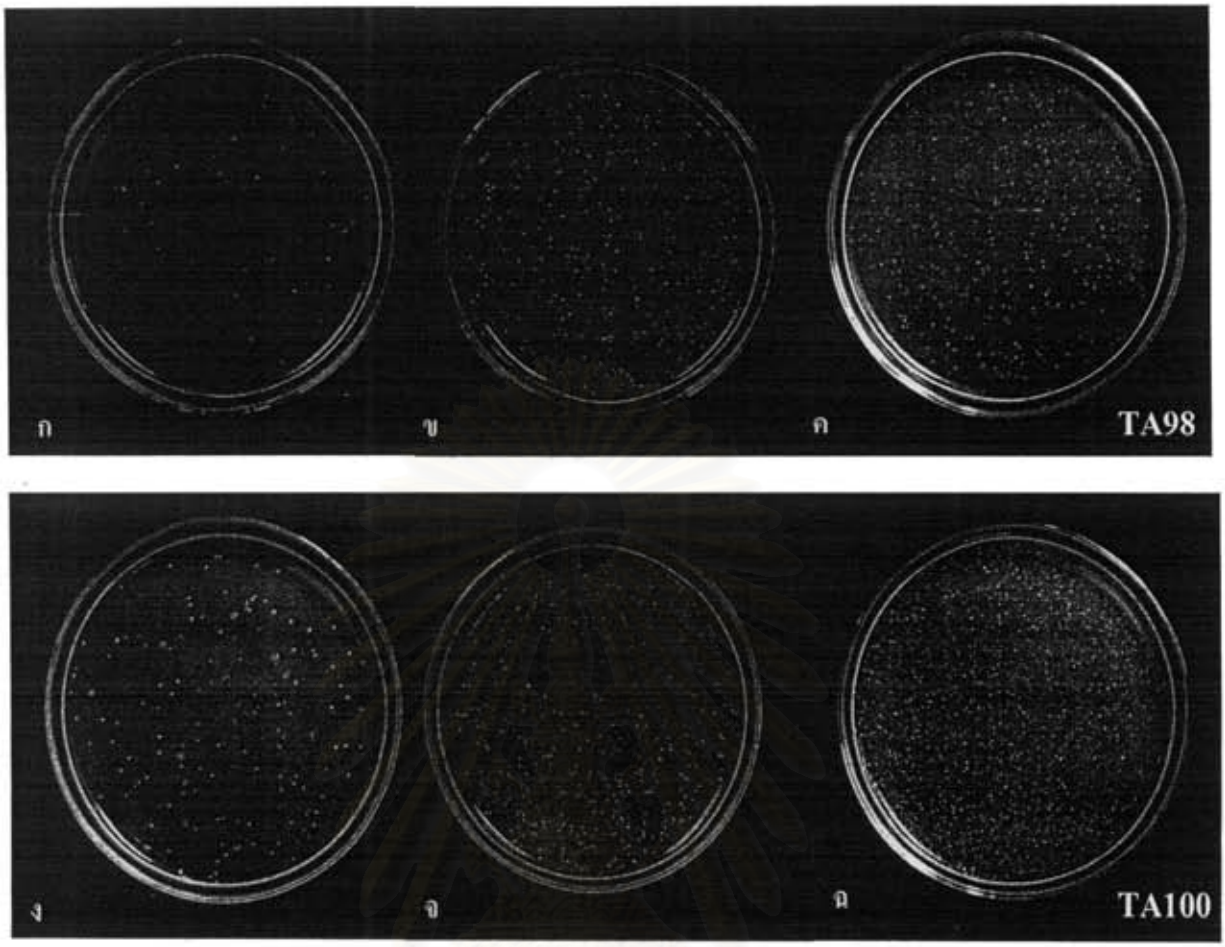
ก่อนเริ่มทดสอบหาฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์จึงจำเป็นต้องทดสอบว่าเชื้อที่ใช้ในการทดสอบมีคุณสมบัติที่ตรงตามกับต้องการด้วยหรือไม่ดังแสดงในภาพที่ 1,2 และ 3 และในการทดสอบแบบเอมส์ในเงื่อนไขการทดสอบที่จำลองเมตาบอลีซึมโดยใช้ S9 ซึ่งเตรียมได้จากหนูเพศผู้สายพันธุ์ Sprage Dawley ต้องมีโปรตีนใน S9 ที่เตรียมได้ไม่ต่ำกว่า 40 mg/ml จึงจะสามารถใช้ในการทดสอบแบบเอมส์ได้ ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้ทดสอบหาโปรตีนใน S9 ด้วยวิธีของ Lowry เทียบกับกราฟโปรตีนมาตรฐาน พบว่ามีโปรตีน 41.86 mg/ml ใน S9 ที่เตรียมไว้ดังแสดงในรูปภาพที่ 4



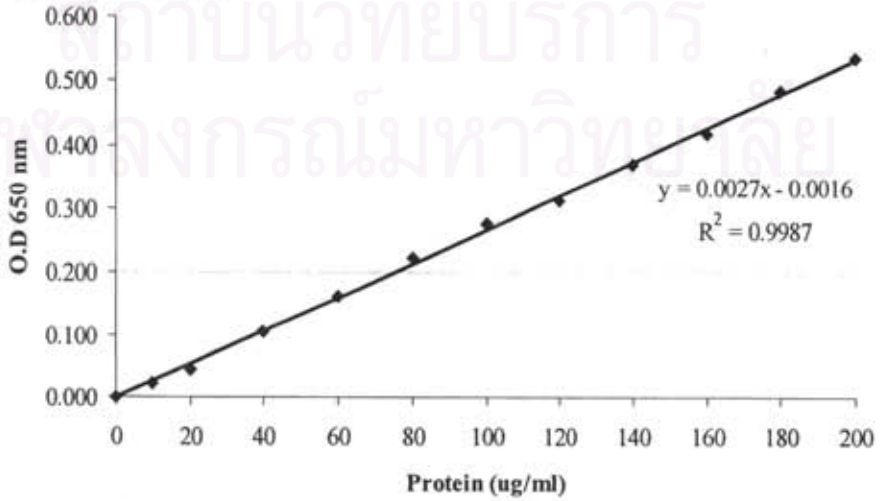
รูปภาพที่ 1 การยืนยันจีโนไทป์ของ *S. typhimurium* สายพันธุ์ 98 และ 100 โดยแยกโคโลนีเดี่ยวที่มา streak จากจานเพาะเชื้ออาหาร MGA ที่เคลือบยาปฏิชีวนะ Ampicillin โดยรูป 1-ก,1-ง แสดงการเจริญของเชื้อบนจานเพาะเชื้ออาหาร MGA ที่เคลือบด้วย histidine และ biotin ส่วนรูป 1-ข และ 1-จ แสดงการเจริญของเชื้อบนจานเพาะเชื้ออาหาร MGA ที่เคลือบด้วย biotin เพียงอย่างเดียว และเชื้อไม่สามารถเจริญบนจานเพาะเชื้ออาหาร MGA ที่ไม่มี histidine ซึ่งแสดงดังในรูป 1-ค และ1-ฉ



รูปภาพที่ 2 การยืนยันลักษณะทางจีโนไทป์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ 98 และ 100 (pKM101^{+}, *rfa*$^{+}$, *uvrB* $^{-}$) โดยแยกโคโลนีเดี่ยวที่มา streak จากจานเพาะเชื้ออาหาร MGA ที่เคลือบยาปฏิชีวนะ Ampicillin (2-ก และ 2-ค) ด้วยเทคนิค pour plate; และ streak เชื้อเป็นทางยาวบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหารชนิดเดียวกัน (2-ข และ 2-ง) ไม่เกิด Clear zone รอบแผ่นยาปฏิชีวนะ Ampicillin (ด้านซ้ายมือของรูป 2-ก และ 2-ค) ซึ่งแสดงว่าเชื้อมีพลาสมิด pKM101 และสังเกตเห็น clear zones รอบ crystal violet disc (ด้านซ้ายมือของรูป 2-ก และ 2-ค) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อสูญเสียคุณสมบัติการเลือกผ่านของสารโมเลกุลใหญ่ และไม่มีการเจริญของเชื้อทางด้านขวามือของรูป 2-ข และ 2-ง ซึ่งฉายแสง UV นานเป็นเวลา 7 วินาที



รูปภาพที่ 3 การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยปราศจากสารเคมีใดๆ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MGA plate (ก,ง) และ และเหนี่ยวนำการกลายพันธุ์ด้วยสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 ความเข้มข้น (ข) 0.1 µg/plate, (จ) 0.01 µg/plate; และสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P ความเข้มข้น(ค)10 µg/plate, (ฉ) 5 µg/plate ของ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100



รูปภาพที่ 4 กราฟโปรตีนมาตรฐาน BSA มีปริมาณโปรตีนตั้งแต่ 0-200 µg/ml ซึ่งตรวจสอบสอบด้วยวิธี Lowry จากกราฟโปรตีนมาตรฐาน BSA สามารถตรวจสอบปริมาณโปรตีนของ S9 ที่เตรียมได้เท่ากับ 41.86 mg/ml

ได้ทำการทดสอบเบื้องต้น โดยหาความเข้มข้นที่ปราศจากความเป็นพิษต่อ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 พบว่า สารสกัดกวาวเครือดำแสดงฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 153 และ 763 µg/ml สารสกัดกวาวเครือแดงออกฤทธิ์ในระดับปานกลางโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1,137 และ 2,096 µg/ml ในขณะที่กวาวเครือขาวแสดงฤทธิ์อ่อนที่สุด สารสกัดกวาวเครือขาวในปริมาณ 0.625 , 1.25 และ 2.5 µg/plate ไม่แสดงผลเป็นพิษต่อเซลล์แบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการทดสอบด้วย DMSO (negative control) โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3,205 และ 5,469 µg/ml ในการแสดงผลกับแบคทีเรียดังกล่าวตามลำดับ ในการทดลองครั้งนี้จึงปรับใช้กวาวเครือดำในปริมาณต่ำกว่ากวาวเครือขาวและกวาวเครือแดง เพื่อให้สามารถทำการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 ต่อสารสกัดหยาบของตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืช	ความเข้มข้น (mg/plate)	เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด (mean ± S.E.M.)	
		TA98	TA100
กวาวเครือขาว	2.5	74.41 ± 5.22^{b}	78.28 ± 2.69^{b}
(P. mirifica)	5.0	41.81 ± 2.17^{a}	51.04 ± 1.73^{a}
	10.0	36.67 ± 3.57^{a}	54.23 ± 3.03^{a}
	20.0	35.36 ± 1.94^{a}	48.54 ± 3.04^{a}
กวาวเครือแดง	2.5	60.72 ± 4.17^{c}	41.74 ± 1.47^{c}
(B. superba)	5.0	24.27 ± 3.20^{b}	32.03 ± 1.58^{b}
	10.0	6.40 ± 0.05^{a}	29.43 ± 1.12^{b}
	20.0	4.45 ± 0.31^{a}	13.83 ± 3.39^{a}
กวาวเครือดำ	0.5	34.15 ± 3.69^{c}	77.93 ± 3.59^{c}
(M. collettii)	1.25	13.58 ± 3.79^{b}	75.63 ± 3.16^{c}
	2.5	0.68 ± 0.37^{a}	29.42 ± 0.65^{b}
	5.0	0.13 ± 0.08^{a}	16.17 ± 0.46^{a}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of each plant extracts are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

ตารางที่ 9 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100

Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Chiang Rai	0.625	-33.00 ±11.17^{b*}	-24.76 ±13.82^{a*}	18.43 ± 0.97^{ab}	44.24 ± 3.76^{b*}
	1.25	-4.30 ± 7.75^{a}	0.03 ± 2.47^{ab}	30.24 ± 6.50^{b*}	45.66 ± 4.84^{b*}
	2.50	-32.40 ±11.24^{b*}	5.12 ± 3.83^{b}	4.34 ± 8.04^{ab}	47.75 ± 1.66^{b*}
Chiang Mai	0.625	-28.80 ± 5.82*	20.96 ± 11.36^{b*}	-48.69 ±13.98^{a*}	14.40 ± 5.18^{bc*}
	1.25	-28.53 ± 6.16^{a*}	1.93 ± 7.79^{a}	-32.03 ± 3.78^{a*}	24.88 ± 8.42^{cd*}
	2.50	-34.71 ± 3.48^{a*}	26.53 ± 4.98^{b*}	-56.81 ±19.92^{a*}	36.60 ± 4.01^{d*}
Mae Hong	0.625	11.52 ± 5.49^{b*}	0.81 ± 1.46^{a}	19.23 ± 1.96^{b*}	12.21 ± 4.59^{b*}
Son	1.25	11.96 ± 3.99^{b*}	4.28 ± 9.47^{a}	34.00 ± 6.43^{c*}	19.13 ± 1.77^{b*}
	2.50	13.15 ± 4.03^{b*}	5.54 ± 3.46^{a}	36.13 ± 4.16^{c*}	13.53 ± 3.28^{b*}
Payao	0.625	9.95 ± 0.14^{b*}	5.95 ± 6.15^{a}	7.65 ± 6.49^{ab}	4.57 ± 3.41^{a}
	1.25	7.23 ± 4.25^{a}	6.15 ± 9.52^{a}	24.87 ± 5.90^{c*}	45.79 ± 1.33^{b*}
	2.50	21.52 ± 4.05^{c*}	14.00 ± 4.43^{a}	16.95 ± 8.47^{b*}	39.50 ± 4.11^{b*}
Nan	0.625	2.54 ± 5.22^{a}	15.94 ± 6.37^{b*}	19.40 ± 4.93^{b*}	-10.27 ± 10.57^{a}
	1.25	24.92 ± 7.06^{b*}	36.22 ± 2.37^{c*}	21.83 ± 1.66^{b*}	-1.13 ± 2.76^{a}
	2.50	0.68 ± 4.93^{a}	24.47 ± 6.95^{bc*}	18.95 ± 4.21^{b*}	-4.66 ± 4.88^{a}
Lampang	0.625	0.29 ± 6.14^{a}	8.57 ± 10.84^{ab}	26.05 ± 2.92^{c*}	15.55 ± 8.83^{b*}
	1.25	3.58 ± 3.97^{a}	11.64 ± 7.36^{b}	21.97 ± 7.87^{c*}	15.94 ± 7.81^{b*}
	2.50	13.29 ± 7.32^{b*}	-22.16 ± 6.66^{a*}	14.94 ± 9.86^{bc*}	28.32 ± 2.63^{b*}
Phrae	0.625	-10.34 ± 7.98^{a}	4.86 ± 6.29^{ab}	-7.49 ± 7.09^{a}	-8.35 ± 4.06^{a}
	1.25	-4.32 ± 4.33^{a}	17.38 ± 2.36^{b*}	-7.92 ± 11.69^{a}	6.87 ± 4.59^{b}
	2.50	-0.32 ± 2.70^{a}	16.10 ± 6.47^{b*}	5.62 ± 7.77^{a}	48.79 ± 1.63^{c*}

*$P < 0.05$ as compared with control.

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

ตารางที่ 9 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Lumphun	0.625	$18.14 \pm 7.49^{c*}$	4.25 ± 6.63^{a}	5.17 ± 1.29^{ab}	8.99 ± 3.57^{ab}
	1.25	$16.41 \pm 5.16^{bc*}$	-4.22 ± 7.79^{a}	7.19 ± 3.24^{ab}	$20.21 \pm 4.45^{b*}$
	2.50	2.77 ± 4.03^{ab}	9.54 ± 3.78^{a}	$11.33 \pm 4.21^{b*}$	$21.17 \pm 7.96^{b*}$
Uttraradith	0.625	$26.44 \pm 3.38^{c*}$	-7.56 ± 8.88^{a}	$19.83 \pm 4.00^{b*}$	-4.78 ± 9.26^{a}
	1.25	$23.39 \pm 0.97^{c*}$	1.72 ± 66.58^{a}	$19.81 \pm 10.52^{b*}$	-2.89 ± 3.54^{a}
	2.50	$12.47 \pm 1.81^{b*}$	$21.75 \pm 5.48^{b*}$	$42.89 \pm 2.13^{c*}$	-0.43 ± 5.33^{a}
Sukhothai	0.625	$20.02 \pm 7.26^{b*}$	$-26.55 \pm 5.52^{a*}$	$20.70 \pm 5.43^{b*}$	$26.44 \pm 4.36^{b*}$
	1.25	$32.96 \pm 0.43^{c*}$	$-16.67 \pm 2.79^{ab*}$	$25.08 \pm 1.19^{bc*}$	$34.24 \pm 2.27^{c*}$
	2.50	$-15.14 \pm 2.38^{a*}$	-6.22 ± 5.48^{c}	$33.29 \pm 4.79^{c*}$	$55.95 \pm 1.52^{d*}$
Phitsanulok	0.625	3.27 ± 6.87^{a}	2.13 ± 7.04^{b}	4.75 ± 2.05^{a}	$13.12 \pm 4.63^{b*}$
	1.25	5.50 ± 9.19^{a}	$-18.41 \pm 7.86^{a*}$	$30.72 \pm 2.10^{b*}$	0.07 ± 4.13^{a}
	2.50	-4.28 ± 9.88^{a}	-0.01 ± 4.13^{b}	$38.61 \pm 4.22^{c*}$	$33.85 \pm 8.29^{c*}$
Phetchabun	0.625	$-13.06 \pm 4.62^{a*}$	$28.05 \pm 12.54^{c*}$	$13.57 \pm 7.89^{b*}$	$12.25 \pm 4.80^{b*}$
	1.25	-5.87 ± 4.92^{ab}	$16.48 \pm 6.66^{c*}$	$18.27 \pm 1.46^{c*}$	$27.14 \pm 3.16^{c*}$
	2.50	$17.05 \pm 1.71^{c*}$	$20.85 \pm 0.23^{b*}$	$10.92 \pm 0.87^{b*}$	$34.43 \pm 2.82^{c*}$
Kam	0.625	2.62 ± 4.28^{bc}	-10.16 ± 4.22^{a}	$23.50 \pm 2.81^{c*}$	$-12.63 \pm 2.97^{a*}$
phaeng Phet	1.25	$10.67 \pm 3.53^{c*}$	7.02 ± 6.14^{b}	$17.21 \pm 7.61^{bc*}$	5.98 ± 5.03^{b}
	2.50	$-15.09 \pm 1.48^{a*}$	1.97 ± 4.16^{ab}	7.85 ± 4.50^{ab}	-3.72 ± 5.83^{ab}
Nakhon	0.625	-5.40 ± 5.22^{a}	$14.07 \pm 7.45^{b*}$	$28.57 \pm 6.69^{c*}$	$18.96 \pm 3.44^{c*}$
Sawan	1.25	-7.61 ± 3.81^{a}	$18.33 \pm 2.25^{b*}$	$36.82 \pm 5.19^{c*}$	$12.07 \pm 1.43^{b*}$
	2.50	-2.94 ± 3.57^{a}	$23.58 \pm 1.26^{b*}$	$14.78 \pm 3.55^{b*}$	$21.93 \pm 0.75^{c*}$

*$P < 0.05$ as compared with control.

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

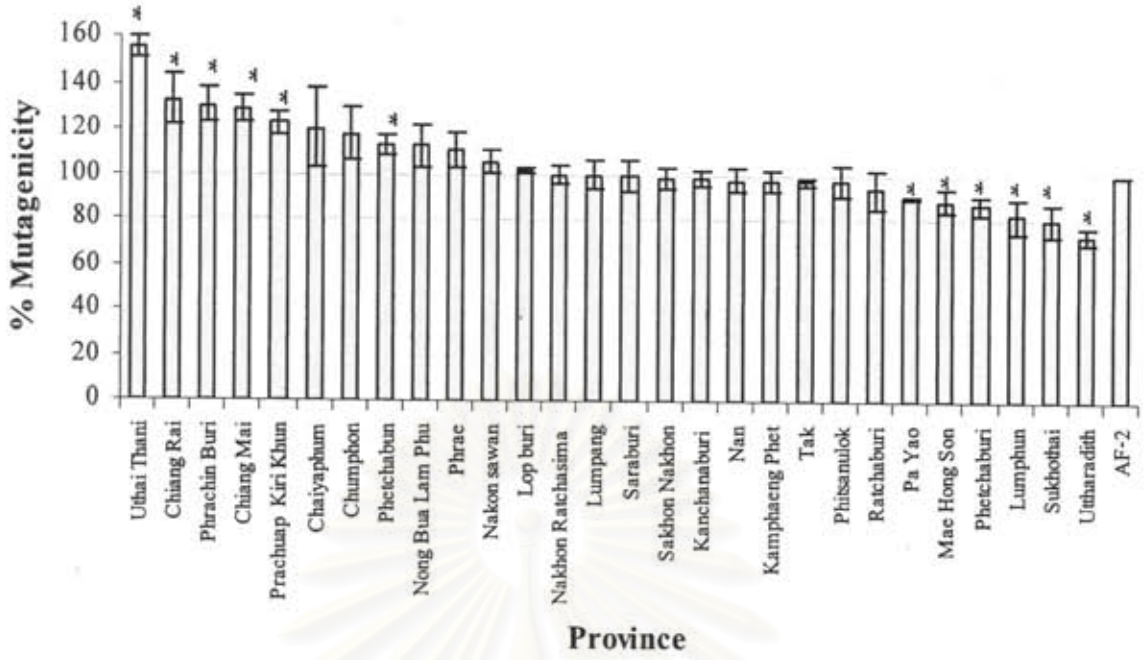
ตารางที่ 9 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Uthai Thani	0.625	-55.18 ± 4.81^{a*}	-16.88 ±10.52^{a*}	-2.18 ± 8.51^{a}	-0.43 ± 3.26^{a}
	1.25	-11.02 ± 6.69^{b}	21.73 ± 7.58^{c*}	17.03 ± 7.74^{b*}	21.72 ± 6.71^{b*}
	2.50	-5.37 ± 1.96^{b}	28.28 ± 2.36^{c*}	25.75 ± 4.43^{b*}	20.64 ± 4.18^{b*}
Saraburi	0.625	0.73 ± 6.73^{a}	-9.07 ± 10.01^{a}	13.32 ± 1.71^{b*}	14.57 ± 4.52^{b*}
	1.25	7.00 ± 6.11^{a}	-6.28 ± 9.46^{a}	26.90 ± 7.19^{c*}	42.04 ± 3.61^{c*}
	2.50	0.69 ± 4.50^{a}	-6.94 ± 8.96^{a}	38.21 ± 2.09^{d*}	20.30 ± 2.47^{b*}
Lop Buri	0.625	-1.78 ± 1.07^{a}	3.98 ± 7.77^{a}	24.87 ± 5.55^{b*}	3.42 ± 0.16^{a}
	1.25	-1.77 ± 0.43^{a}	22.03 ± 4.62^{b*}	24.87 ± 3.56^{b*}	16.66 ± 2.21^{b*}
	2.50	7.17 ± 2.94^{b*}	9.66 ± 5.42^{ab}	7.94 ± 13.03^{ab}	25.87 ± 4.32^{c*}
Phrachin Buri	0.625	-30.45 ± 7.58^{a*}	-31.68 ±12.24^{a*}	-1.05 ± 1.87^{a}	21.93 ± 6.63^{b*}
	1.25	-33.94 ± 8.52^{a*}	-8.67 ± 3.44^{b*}	8.22 ± 4.34^{b*}	42.70 ± 9.18^{c*}
	2.50	-18.01 ±11.06^{b*}	-12.11 ± 1.14^{b*}	8.16 ± 2.62^{b*}	54.74 ± 6.86^{c*}
Ratchaburi	0.625	6.36 ± 8.61^{ab}	2.19 ± 2.41^{ab}	2.82 ± 7.38^{a}	4.94 ± 3.43^{a}
	1.25	2.08 ± 2.19^{a}	10.55 ± 7.07^{ab}	1.74 ± 7.07^{a}	27.58 ± 1.96^{b*}
	2.50	13.24 ± 3.47^{b*}	14.63 ± 5.48^{b*}	1.80 ± 5.44^{a}	32.67 ± 4.61^{b*}
Phetcha buri	0.625	13.45 ± 3.72^{b*}	9.15 ± 6.97^{a}	19.48 ± 3.00^{a*}	-2.56 ± 5.14^{a}
	1.25	14.78 ± 3.48^{b*}	12.85 ± 4.89^{a}	27.45 ± 1.18^{b*}	16.06 ± 1.46^{c*}
	2.50	16.10 ± 6.24^{b*}	27.96 ± 3.68^{b*}	19.97 ± 3.82^{a*}	7.99 ± 3.04^{bc}
Sakon Nakhon	0.625	1.57 ± 4.64^{a}	-4.64 ± 1.93^{a}	15.75 ± 3.11^{b*}	12.00 ± 10.57^{ab}
	1.25	6.43 ± 9.03^{a}	-2.57 ± 7.69^{a}	18.49 ± 1.21^{b*}	21.02 ± 9.99^{b*}
	2.50	-1.62 ± 2.18^{a}	0.31 ± 3.73^{a}	11.93 ± 4.42^{b*}	19.98 ± 7.84^{b*}

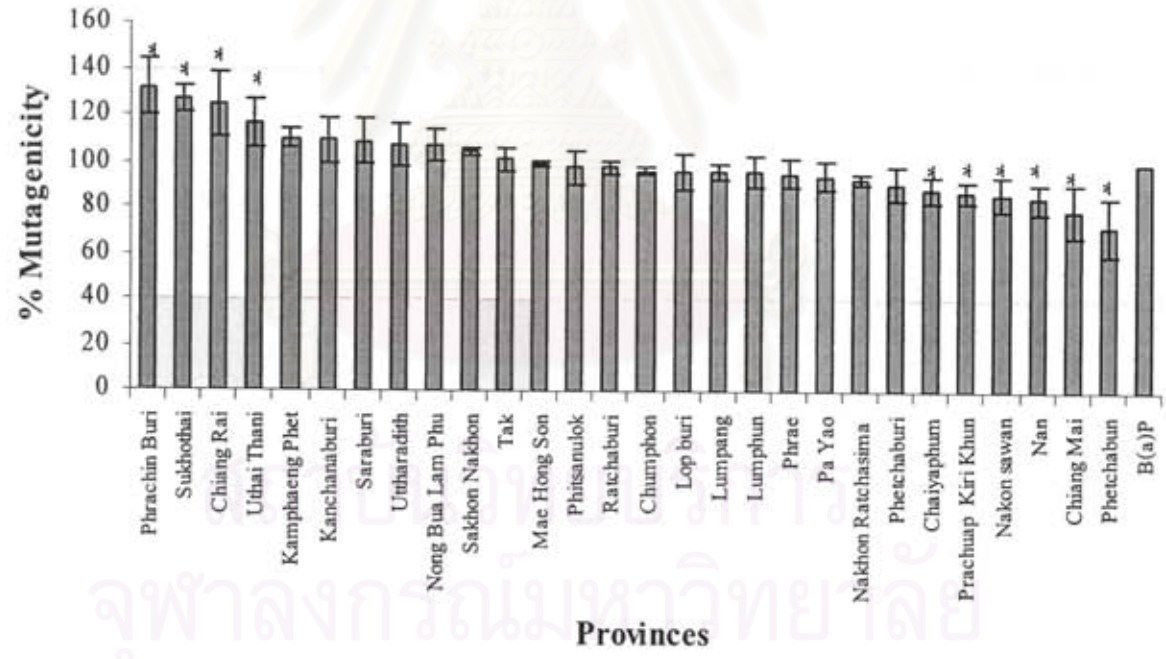
*$P < 0.05$ as compared with control.

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

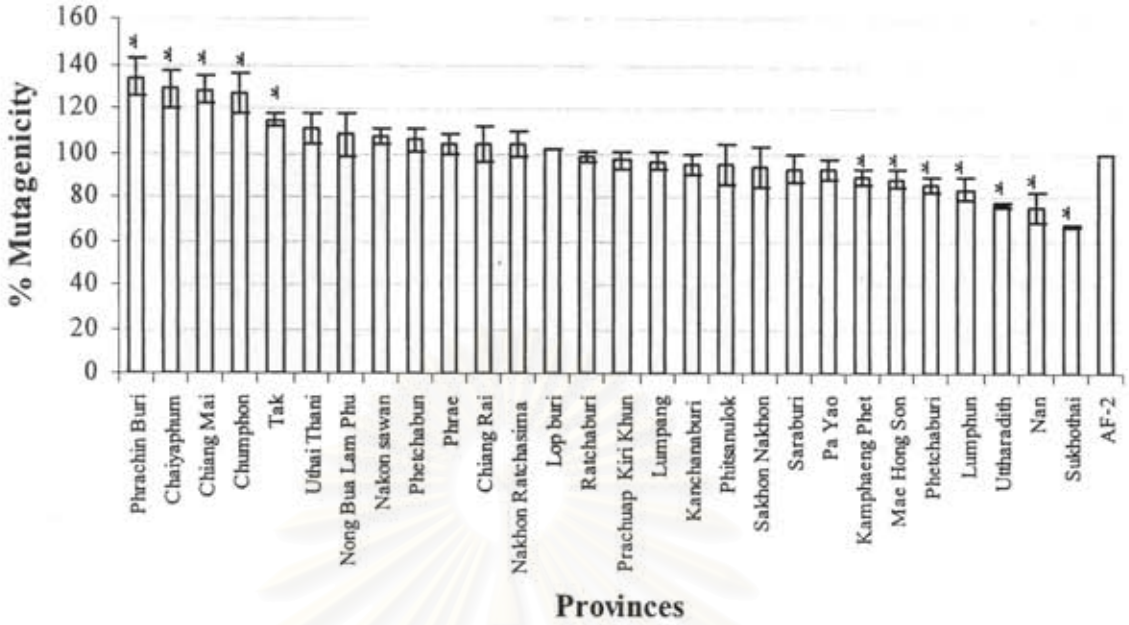


(ก)

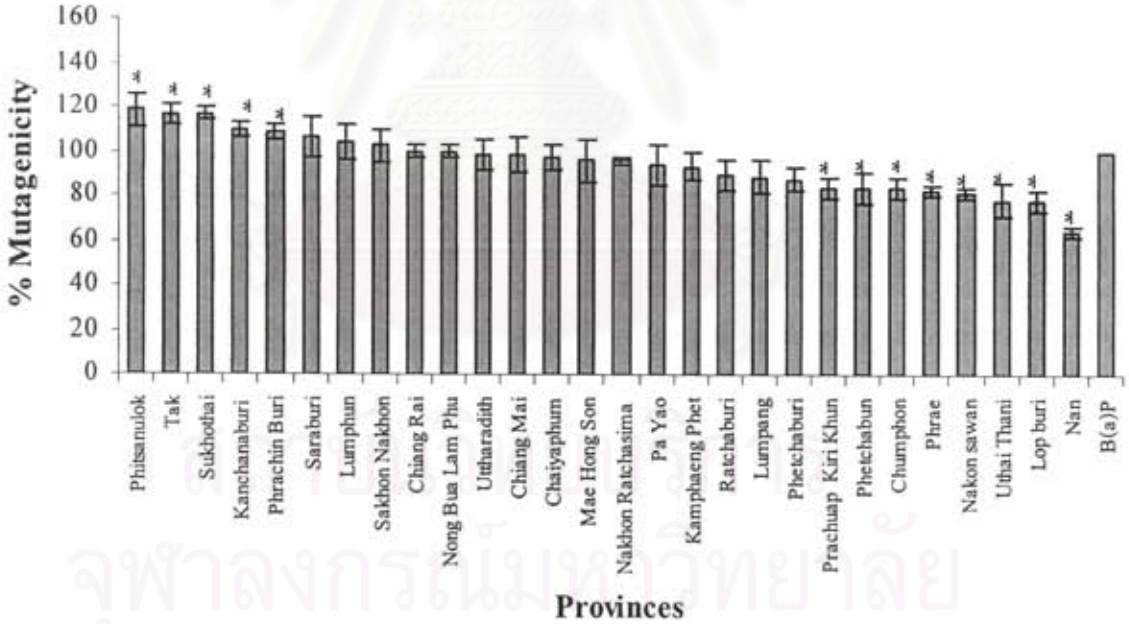


(ข)

รูปภาพที่ 5 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 0.625 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity)

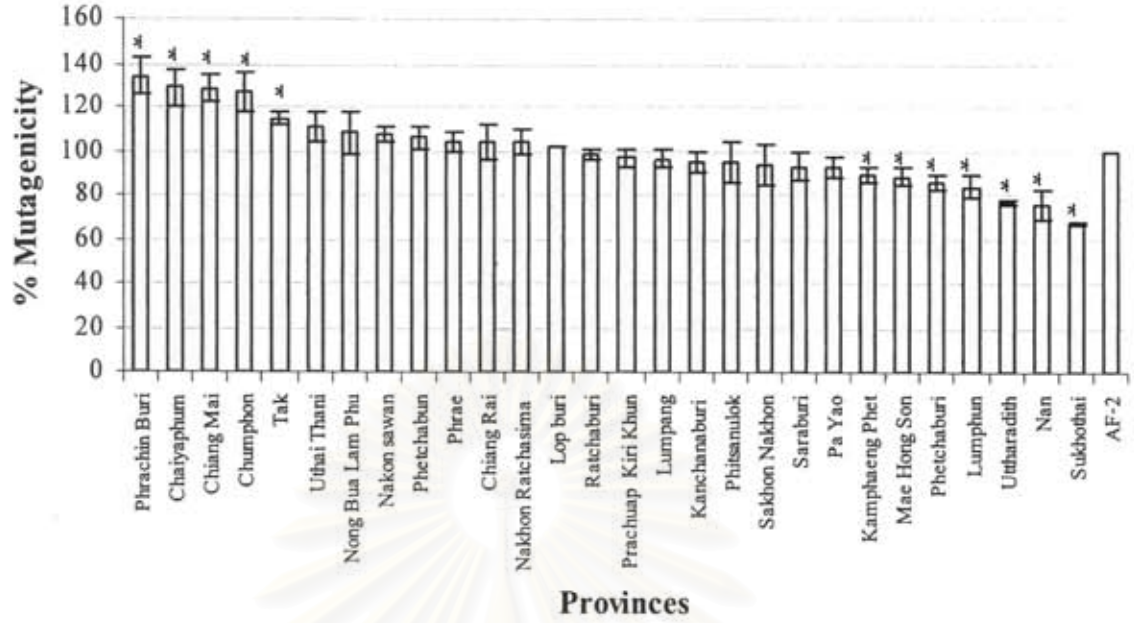


(ก)

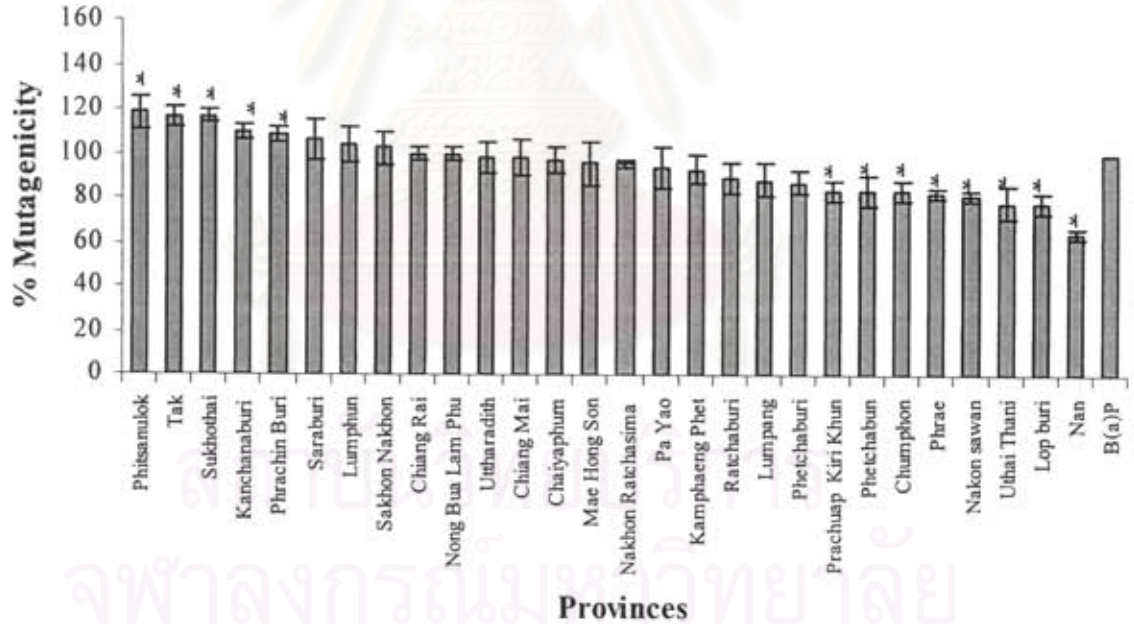


(ข)

รูปภาพที่ 6 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 μg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 μg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 1.25 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity)

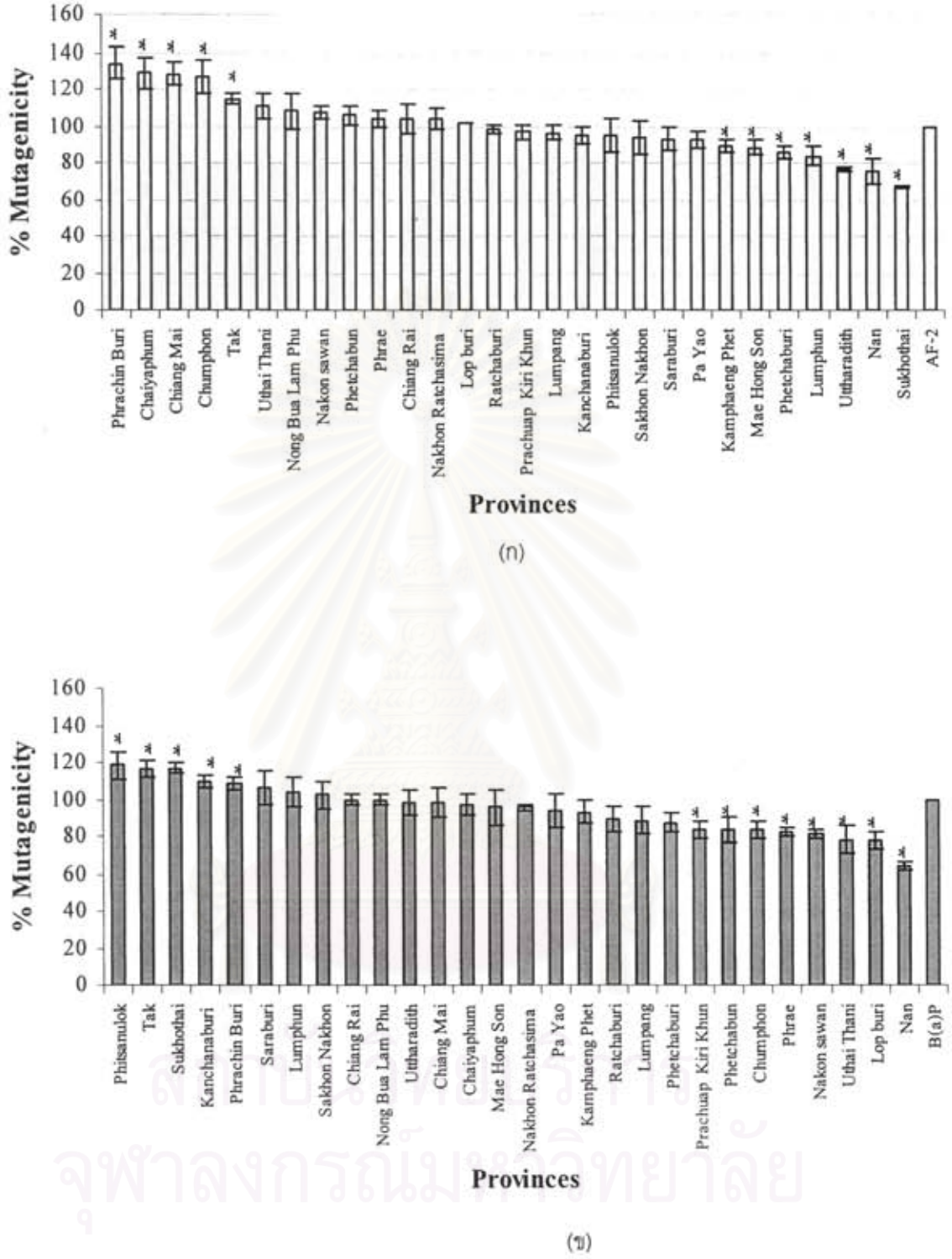


(ก)

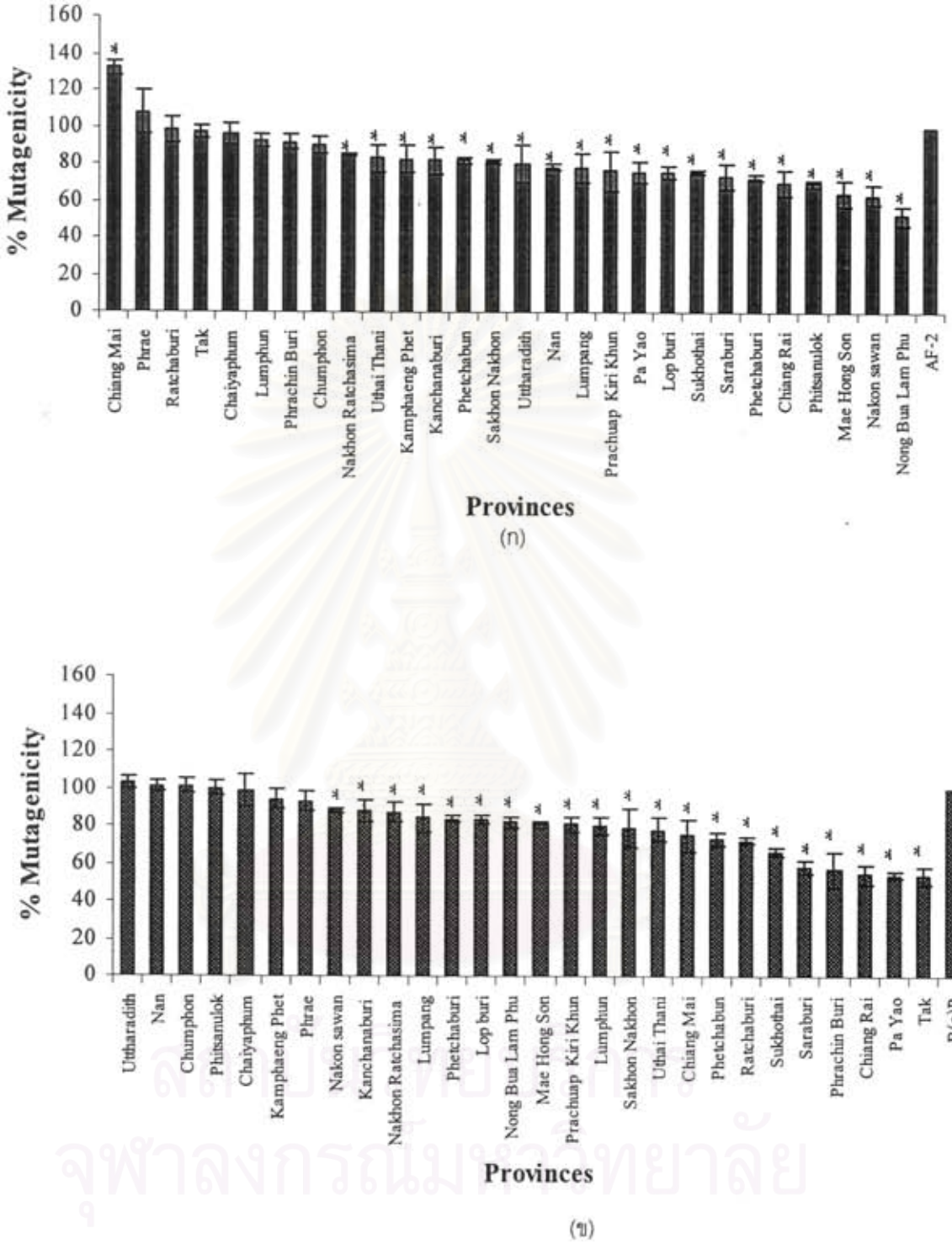


(ข)

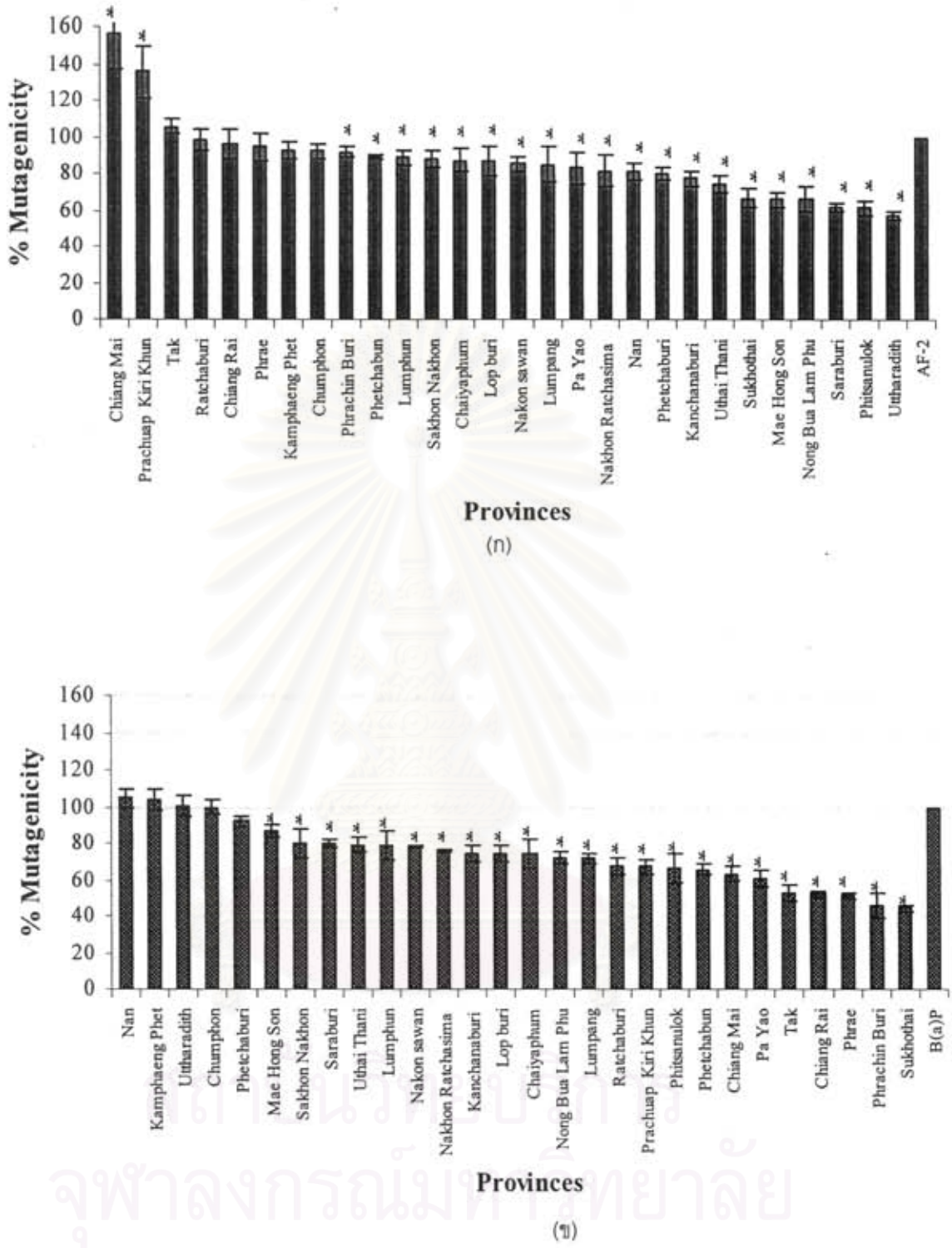
รูปภาพที่ 6 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 μg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 μg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 2.50 mg/plate. (**P* < 0.05 as compared with control, set as 100% mutagenicity)



รูปภาพที่ 7 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 0.625 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity)



รูปภาพที่ 8 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 1.25 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity)



รูปภาพที่ 9 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาวต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 μg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 μg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 2.50 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity

ตารางที่ 10 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Chiang Rai	0.625	-5.55 ± 9.76^{a}	22.55 ± 3.69^{b*}	-20.49 ± 5.49^{a*}	-33.54 ± 6.74^{a*}
	1.25	-2.84 ± 6.07^{a}	24.08 ± 4.35^{b*}	-6.01 ± 6.63^{ab}	13.46 ± 2.64^{c*}
	2.50	27.91 ± 7.58^{b*}	59.75 ± 2.58^{c*}	3.13 ± 5.69^{b}	26.23 ± 4.93^{d*}
Chiang Mai	0.625	9.47 ± 16.18^{a}	10.96 ± 5.79^{ab}	-2.35 ± 9.83^{a}	27.10 ± 6.05^{b*}
	1.25	13.67 ± 9.69^{a}	15.89 ± 3.42^{b*}	-13.45 ± 9.15^{a}	30.13 ± 4.72^{bc*}
	2.50	50.39 ± 3.79^{b*}	11.48 ± 8.69^{ab}	1.62 ± 5.82^{a}	39.72 ± 2.08^{c*}
Mae Hong Son	0.625	-29.30 ± 6.53^{a*}	3.56 ± 3.85^{a}	-6.93 ± 8.57^{a}	4.68 ± 4.31^{a}
	1.25	11.11 ± 13.94^{b}	2.22 ± 7.51^{a}	-4.65 ± 5.12^{a}	16.83 ± 2.63^{b*}
	2.50	-39.27 ± 4.27^{a*}	20.49 ± 9.67^{a}	-3.44 ± 8.71^{a}	14.06 ± 0.36^{b*}
Lampang	0.625	-20.41 ±10.07^{ab}	4.05 ± 3.22^{a}	-1.58 ± 5.19^{a}	8.04 ± 1.31^{a}
	1.25	-34.48 ±14.38^{a*}	9.65 ± 15.31^{ab}	-3.00 ± 2.69^{a}	5.28 ± 9.04^{a}
	2.50	-5.46 ± 7.64^{b}	21.29 ± 9.01^{b*}	-6.83 ± 0.25^{a}	32.41 ± 0.85^{b*}
Uttraradith	0.625	-17.20 ± 1.05^{a*}	17.10 ± 8.45^{bc*}	-1.44 ± 8.68^{a}	1.81 ± 3.33^{a}
	1.25	-7.84 ± 8.95^{ab}	9.38 ± 3.82^{ab}	-8.71 ± 8.88^{a}	3.67 ± 8.29^{a}
	2.50	-27.94 ± 7.81^{a*}	25.32 ± 1.39^{c*}	9.32 ± 5.29^{a}	9.52 ± 2.17^{a}
Phitsanulok	0.625	8.52 ± 5.41^{b}	24.04 ± 11.65^{b*}	0.59 ± 3.69^{a}	51.32 ± 3.23^{b*}
	1.25	-36.04 ± 6.36^{a*}	36.78 ±5.39a^{bc*}	4.92 ± 2.64^{a}	40.13 ± 15.35^{b*}
	2.50	-34.95 ±17.86^{a*}	52.24 ± 7.67b^{c*}	5.08 ± 1.54^{a}	41.53 ± 3.10^{b*}
Phetchabun	0.625	-32.61 ± 6.47^{b*}	38.89 ± 7.24^{a*}	-2.81 ± 11.59^{a}	-10.98 ± 9.89^{a}
	1.25	-1.23 ± 6.18^{c}	58.76 ± 5.81^{b*}	12.97 ± 10.49^{a}	-0.94 ± 8.64^{ab}
	2.50	-52.02 ± 7.31^{a*}	81.79 ± 2.96^{c*}	2.92 ± 8.33^{a}	20.12 ± 8.83^{b}

*$P < 0.05$ as compared with control.

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

ตารางที่ 10 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Nakhon Sawan	0.625	-21.45 ± 7.33^{a*}	6.43 ± 10.28^{a}	-5.87 ± 4.13^{a}	10.13 ± 4.53^{a}
	1.25	5.38 ± 13.66^{b}	9.19 ± 6.29^{a}	31.68 ± 10.03^{c*}	27.34 ± 5.92^{b*}
	2.50	-4.71 ± 2.37^{b}	7.29 ± 10.91^{a}	15.86 ± 9.97^{bc}	9.07 ± 11.96^{a}
Saraburi	0.625	15.82 ± 13.12^{a}	4.05 ± 3.35^{a}	3.85 ± 4.03^{a}	21.39 ± 3.31^{b*}
	1.25	-3.79 ± 7.81^{a}	1.21 ± 7.32^{ab}	21.27 ± 3.60^{b*}	20.15 ± 2.18^{b*}
	2.50	2.28 ± 8.32^{a}	-13.37 ± 6.26^{a}	25.33 ± 0.63^{b*}	40.62 ± 4.49^{c*}
Lop Buri	0.625	-59.12 ±12.79^{a*}	13.44 ± 5.63^{a*}	-14.02 ± 7.66^{a*}	-15.35 ± 3.69^{b*}
	1.25	-33.34 ±19.19^{a*}	46.05 ± 1.65^{b*}	3.16 ± 3.33^{b}	2.39 ± 12.00^{ab}
	2.50	12.89 ± 9.96^{b}	61.12 ± 6.10^{c*}	25.87 ± 3.87^{c*}	56.80 ± 5.07^{c*}
Prachinburi	0.625	1.98 ± 3.83^{a}	7.19 ± 8.08^{a}	9.98 ± 8.07^{a}	5.05 ± 5.12^{ab}
	1.25	21.59 ± 7.36^{b*}	7.72 ± 0.58^{a}	10.27 ± 4.46^{a}	17.93 ± 9.28^{b*}
	2.50	-1.00 ± 4.75^{a}	24.07 ± 4.26^{b*}	38.33 ± 4.49^{b*}	5.51 ± 1.36^{ab}
Ratchaburi	0.625	-20.38 ± 6.87^{a*}	5.73 ± 10.52^{a}	-27.49 ± 5.92^{a*}	24.86 ± 3.67^{b*}
	1.25	-1.72 ± 5.17^{b}	32.38 ± 1.56^{b*}	-11.02 ± 3.00^{b}	28.51 ± 13.52^{b*}
	2.50	-31.19 ± 4.09^{a*}	1.63 ± 9.19^{a}	-12.79 ± 6.45^{b}	35.98 ± 4.23^{b*}
Chachoeng soa	0.625	6.06 ± 12.32^{a}	-28.61 ± 8.15^{a*}	13.67 ± 2.29^{b*}	22.85 ± 14.20^{b*}
	1.25	13.60 ± 8.16^{ab}	-7.34 ± 2.59^{b*}	10.33 ± 4.60^{b*}	44.26 ± 6.88^{c*}
	2.50	14.31 ± 4.59^{b*}	-32.22 ± 6.19^{a*}	2.13 ± 7.69^{ab}	29.69 ± 3.93^{b*}
Sakon Nakhon	0.625	2.09 ± 6.49^{a}	-6.58 ± 12.39^{a}	23.44 ± 1.46^{ab*}	-12.98 ± 3.36^{a*}
	1.25	-6.58 ± 7.76^{a}	12.01 ± 8.03^{a}	43.46 ± 6.73^{b*}	19.01 ±14.19^{bcd}
	2.50	12.99 ± 18.36^{a}	7.38 ± 5.81^{a}	12.85 ± 10.22^{a}	29.71 ± 3.11^{d*}

*$P < 0.05$ as compared with control.

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

ตารางที่ 10 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Loei	0.625	$35.74 \pm 4.81^{b*}$	$-18.23 \pm 11.25^{b*}$	$12.12 \pm 2.76^{b*}$	$20.28 \pm 2.93^{b*}$
	1.25	$55.88 \pm 6.48^{c*}$	$29.32 \pm 9.16^{c*}$	$23.36 \pm 2.88^{c*}$	$32.37 \pm 5.92^{b*}$
	2.50	$60.82 \pm 8.99^{c*}$	$38.53 \pm 1.62^{c*}$	$23.86 \pm 4.41^{c*}$	$50.22 \pm 8.83^{c*}$
Nong Bua Lam Phu	0.625	-1.02 ± 6.31^{a}	$-9.54 \pm 1.10^{a*}$	$11.86 \pm 3.29^{bc*}$	$22.30 \pm 5.14^{b*}$
	1.25	2.74 ± 1.67^{a}	$20.63 \pm 8.09^{c*}$	$22.34 \pm 7.22^{c*}$	$30.84 \pm 6.41^{b*}$
	2.50	$20.03 \pm 0.83^{b*}$	$30.54 \pm 2.44^{c*}$	$25.39 \pm 6.26^{c*}$	$29.86 \pm 14.39^{b*}$
Khon Kaen	0.625	-9.25 ± 11.72^{a}	-3.74 ± 4.49^{a}	$26.56 \pm 13.68^{bc*}$	$29.99 \pm 5.69^{b*}$
	1.25	-2.71 ± 12.97^{a}	-4.78 ± 2.74^{a}	$35.41 \pm 9.60^{b*}$	$28.13 \pm 9.17^{b*}$
	2.50	-3.79 ± 12.33^{a}	$26.00 \pm 6.67^{b*}$	$22.81 \pm 9.52^{bc*}$	$26.12 \pm 2.40^{b*}$
Chaiyaphum	0.625	-9.19 ± 13.63^{a}	$36.15 \pm 1.98^{b*}$	9.33 ± 6.31^{a}	$34.52 \pm 4.09^{b*}$
	1.25	7.54 ± 10.07^{a}	$36.66 \pm 5.68^{b*}$	17.93 ± 14.18^{a}	$47.42 \pm 2.26^{c*}$
	2.50	$40.19 \pm 0.87^{b*}$	$47.08 \pm 9.29^{b*}$	11.74 ± 10.54^{a}	$31.47 \pm 3.73^{b*}$
Nakhon Ratchasima	0.625	7.93 ± 8.65^{a}	4.79 ± 6.01^{a}	5.82 ± 3.74^{a}	16.74 ± 4.63^{a}
	1.25	$21.94 \pm 11.57^{b*}$	10.30 ± 6.29^{a}	10.55 ± 7.75^{a}	12.99 ± 7.83^{a}
	2.50	$17.22 \pm 3.39^{b*}$	14.58 ± 4.22^{a}	13.89 ± 6.84^{a}	18.07 ± 9.59^{a}
Srisaket	0.625	-1.88 ± 6.04^{a}	-8.53 ± 8.39^{a}	1.95 ± 7.51^{ab}	7.69 ± 3.76^{a}
	1.25	-5.75 ± 5.82^{a}	3.28 ± 8.48^{a}	-12.99 ± 5.88^{a}	$20.94 \pm 4.44^{b*}$
	2.50	-5.33 ± 6.76^{a}	2.98 ± 4.57^{a}	3.98 ± 1.22^{ab}	$36.47 \pm 6.35^{b*}$
Tak	0.625	5.55 ± 4.07^{a}	0.35 ± 9.70^{a}	$26.57 \pm 5.95^{b*}$	7.89 ± 4.55^{a}
	1.25	$26.74 \pm 7.54^{b*}$	$37.64 \pm 8.59^{b*}$	$40.18 \pm 10.73^{b*}$	$25.75 \pm 2.08^{b*}$
	2.50	$13.96 \pm 5.19^{b*}$	$41.92 \pm 1.57^{b*}$	$28.26 \pm 7.66^{b*}$	$38.02 \pm 2.66^{c*}$

$^{*}P < 0.05$ as compared with control.

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

ตารางที่ 10 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

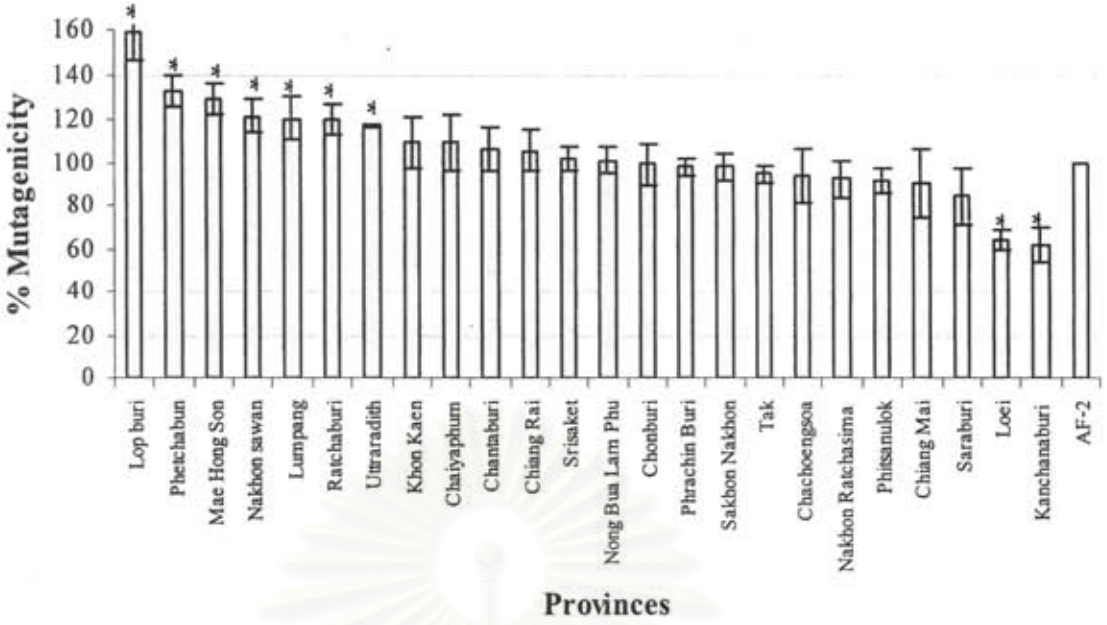
Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Kanchana buri	0.625	$38.31 \pm 8.27^{b*}$	$-17.12 \pm 5.85^{a*}$	$41.08 \pm 1.37^{c*}$	$-15.24 \pm 3.11^{a*}$
	1.25	5.68 ± 13.17^{a}	-13.15 ± 17.69^{ab}	$21.42 \pm 3.88^{b*}$	-4.83 ± 0.68^{ab}
	2.50	$33.98 \pm 5.14^{b*}$	$-16.58 \pm 8.59^{a*}$	$53.36 \pm 3.55^{d*}$	$33.79 \pm 6.90^{c*}$
Chonburi	0.625	0.89 ± 9.96^{a}	$15.96 \pm 9.12^{a*}$	5.81 ± 1.09^{bc}	-3.02 ± 8.54^{a}
	1.25	$24.27 \pm 1.98^{b*}$	$41.99 \pm 2.25^{b*}$	$12.94 \pm 5.05^{c*}$	$50.28 \pm 6.31^{b*}$
	2.50	9.04 ± 9.27^{ab}	$94.15 \pm 1.42^{c*}$	$-11.86 \pm 3.34^{a*}$	$88.61 \pm 0.24^{c*}$
Chantaburi	0.625	-6.19 ± 10.44^{a}	9.43 ± 5.98^{a}	-0.03 ± 3.42^{a}	$25.55 \pm 5.03^{b*}$
	1.25	5.99 ± 11.72^{ab}	10.94 ± 4.49^{a}	5.58 ± 5.59^{a}	$33.72 \pm 9.12^{b*}$
	2.50	$28.76 \pm 7.61^{b*}$	$34.88 \pm 5.79^{b*}$	$37.54 \pm 13.44^{b*}$	$35.96 \pm 5.94^{b*}$

*$P < 0.05$ as compared with control.

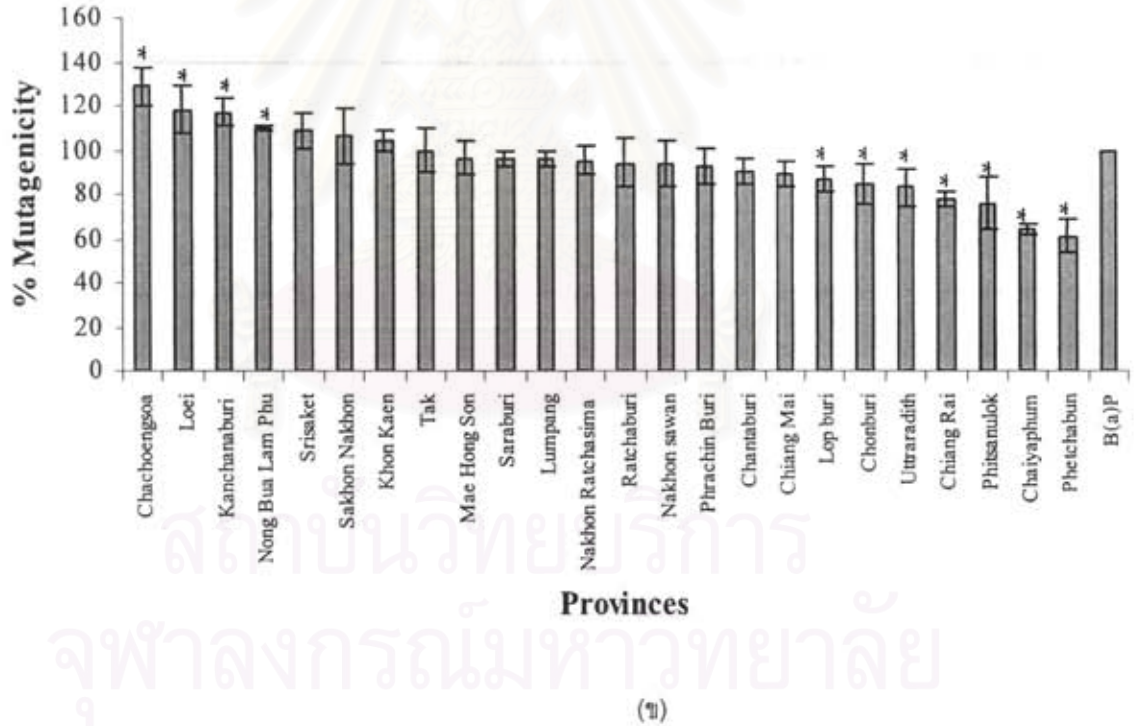
Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

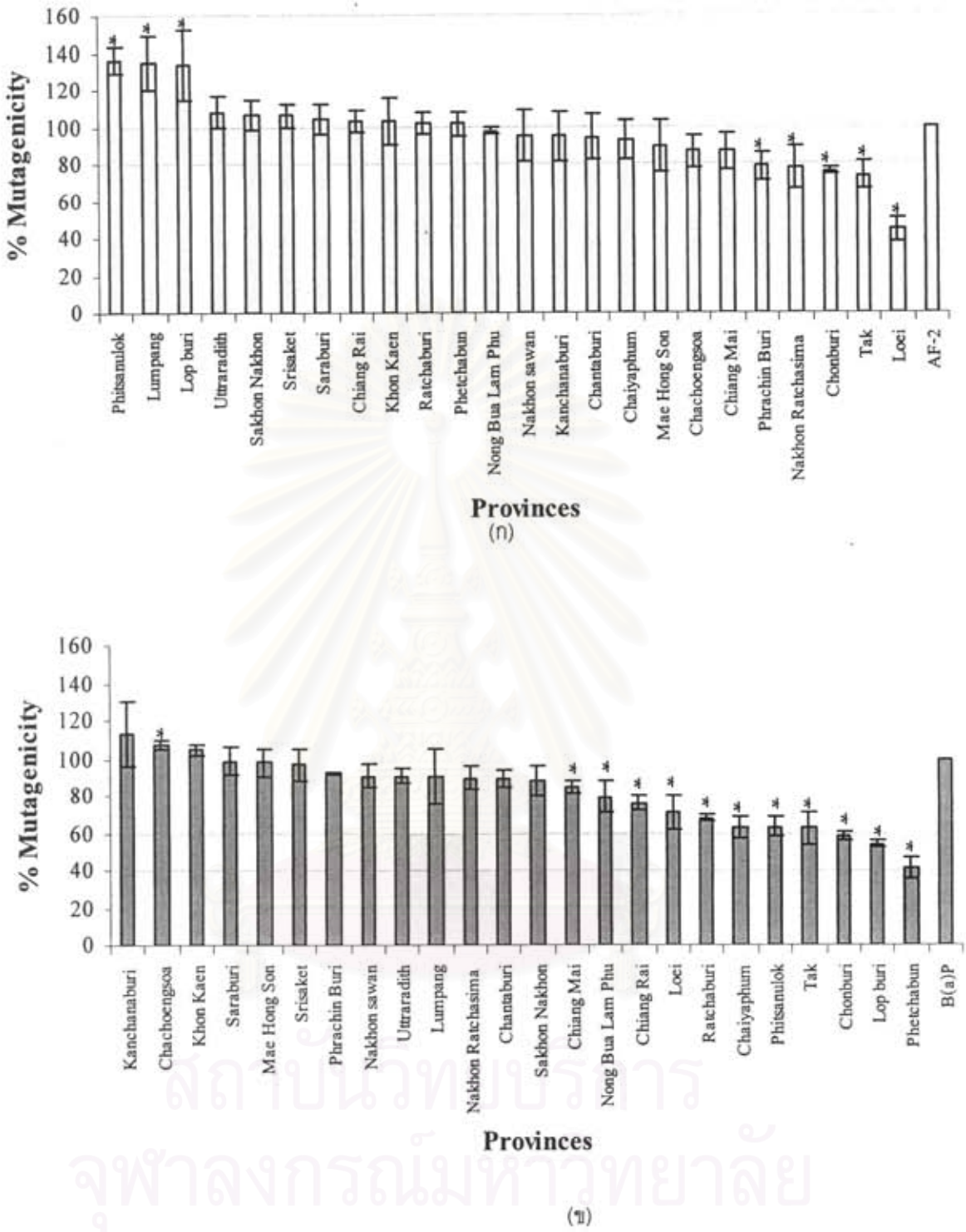


(ก)



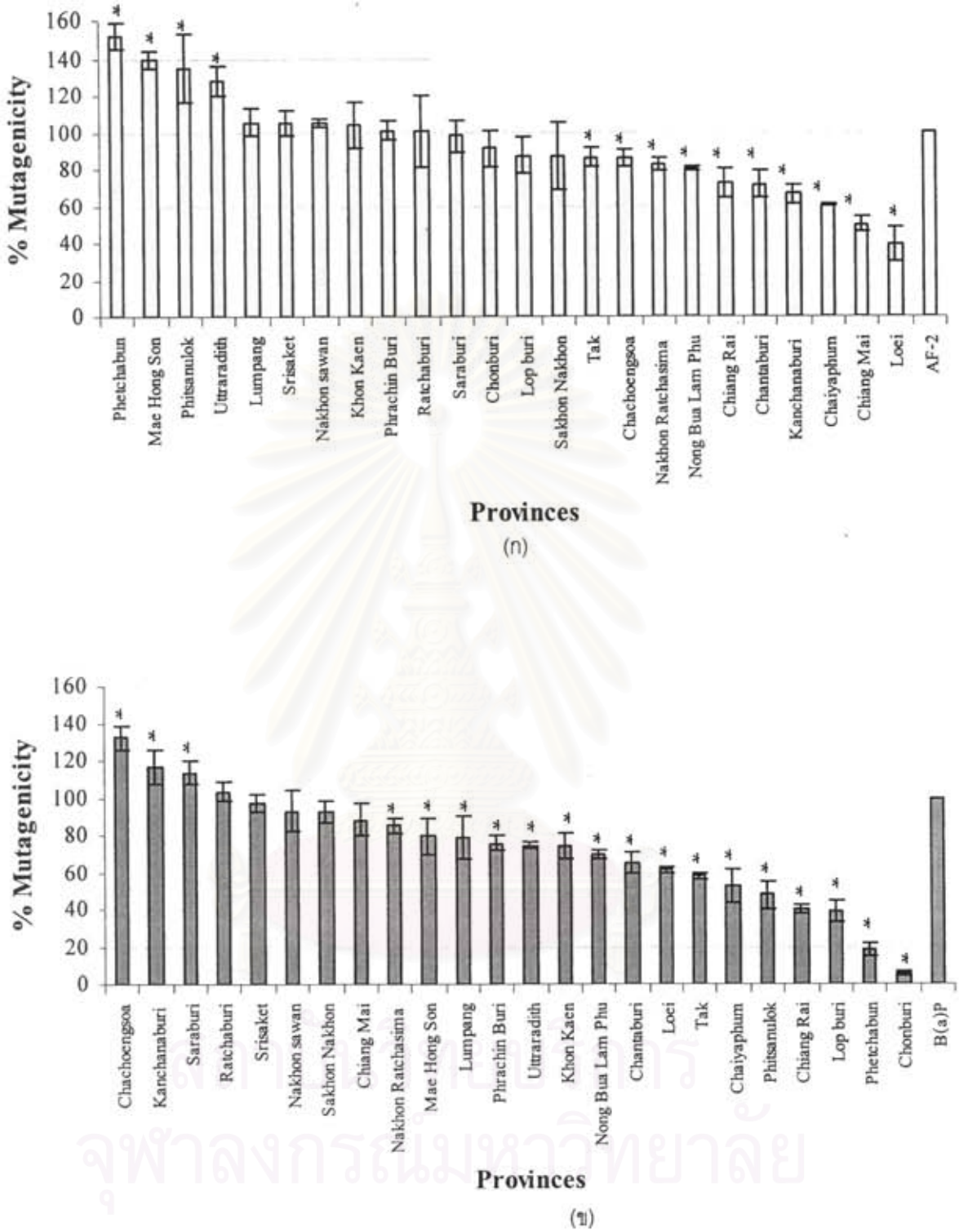
(ข)

รูปภาพที่ 10 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 0.625 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity)

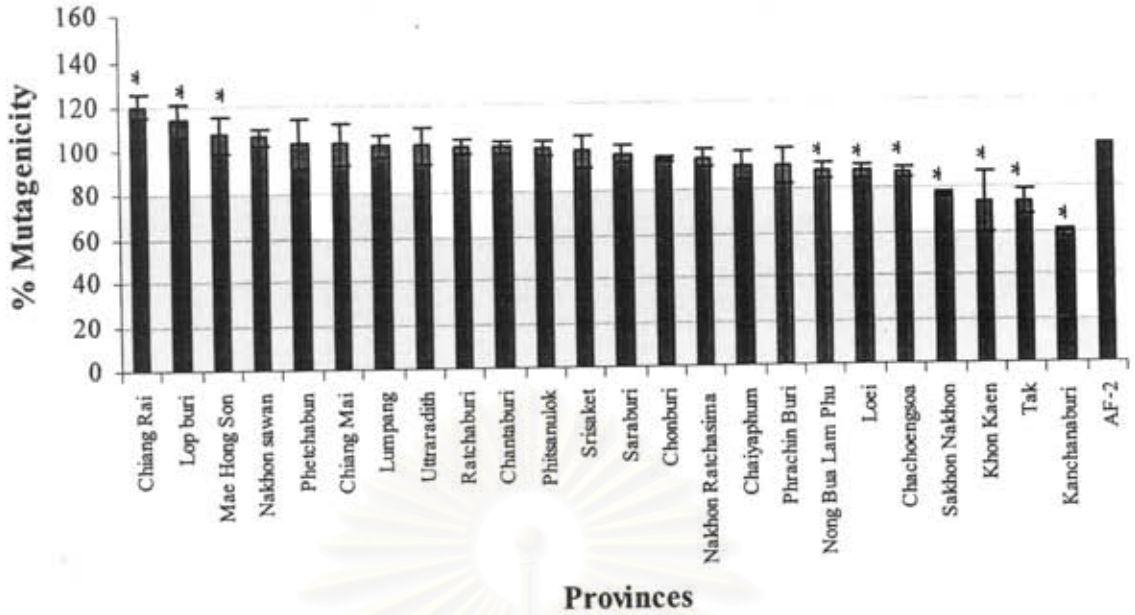


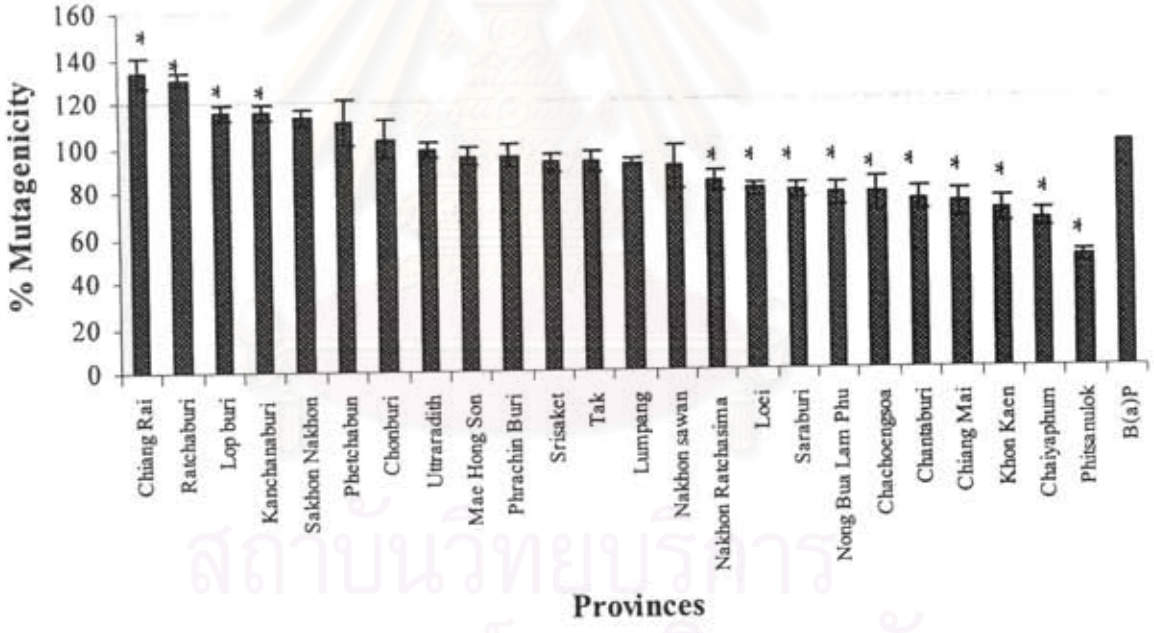
รูปภาพที่ 10 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 μg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 μg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 1.25 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



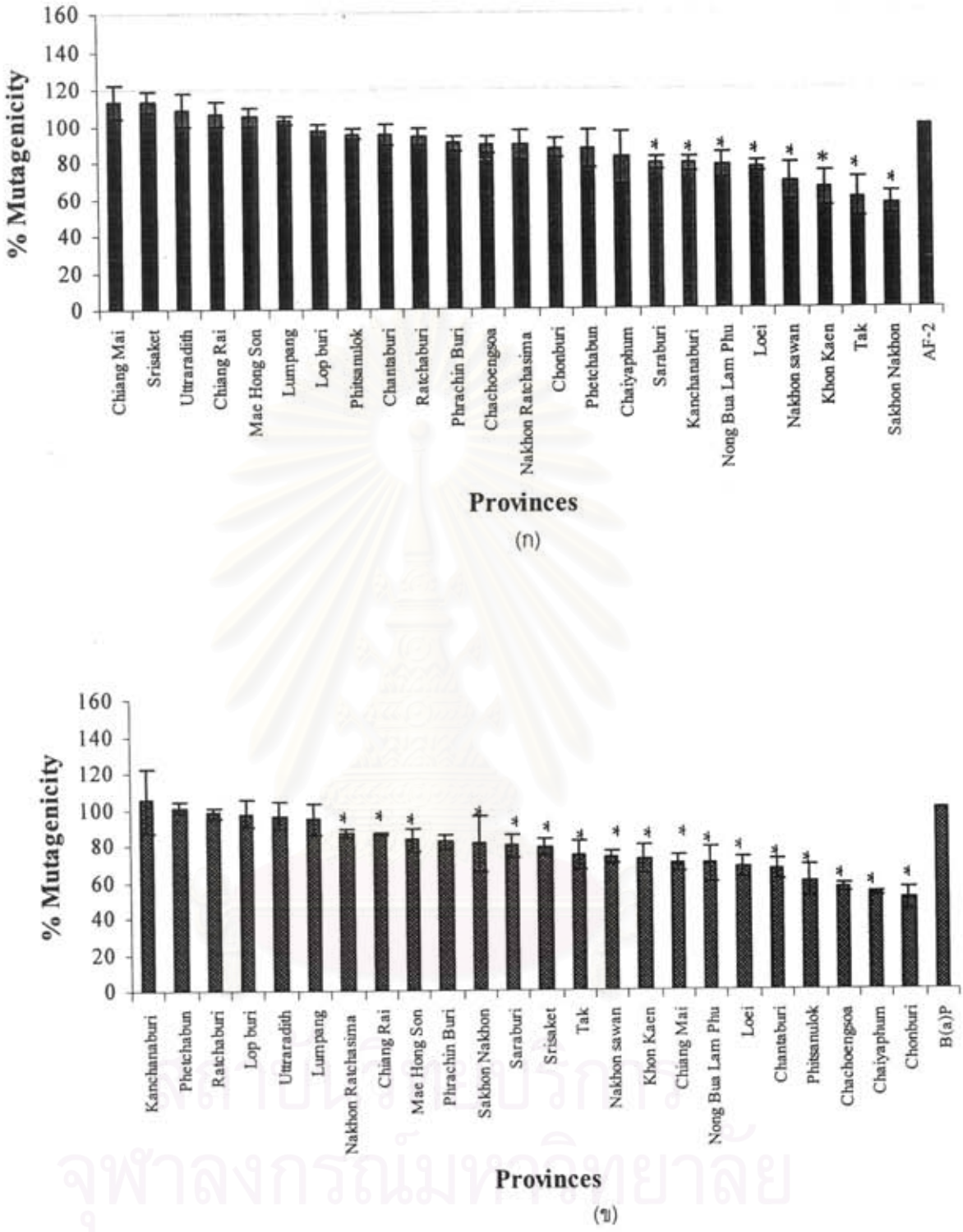
รูปภาพที่ 11 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 μg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 μg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 2.50 mg/plate. (*$P < 0.05$ as compared with control, set as 100% mutagenicity)



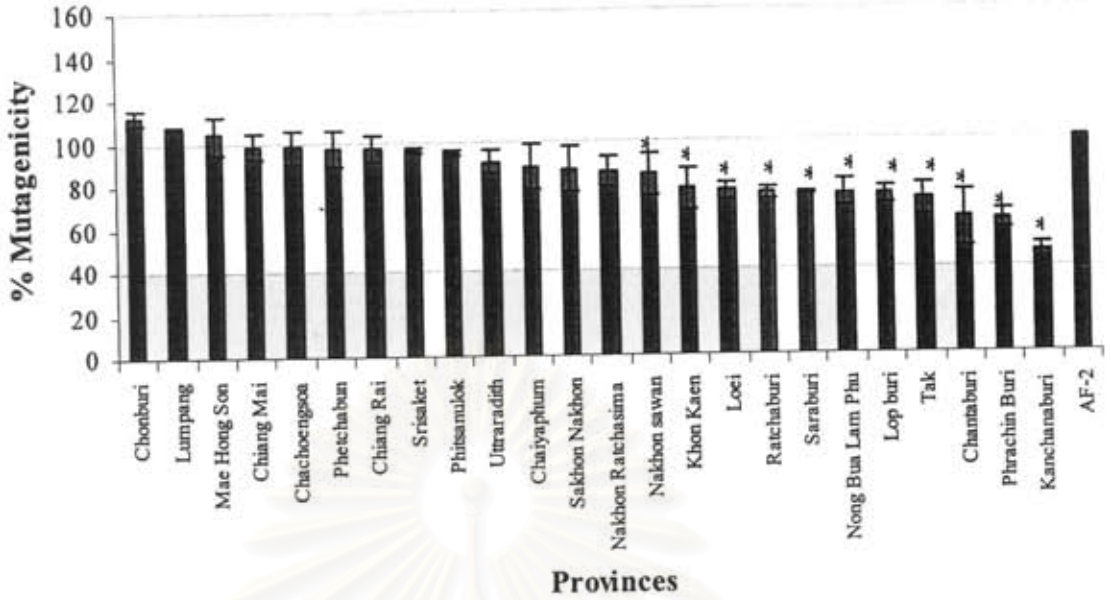


(ข)

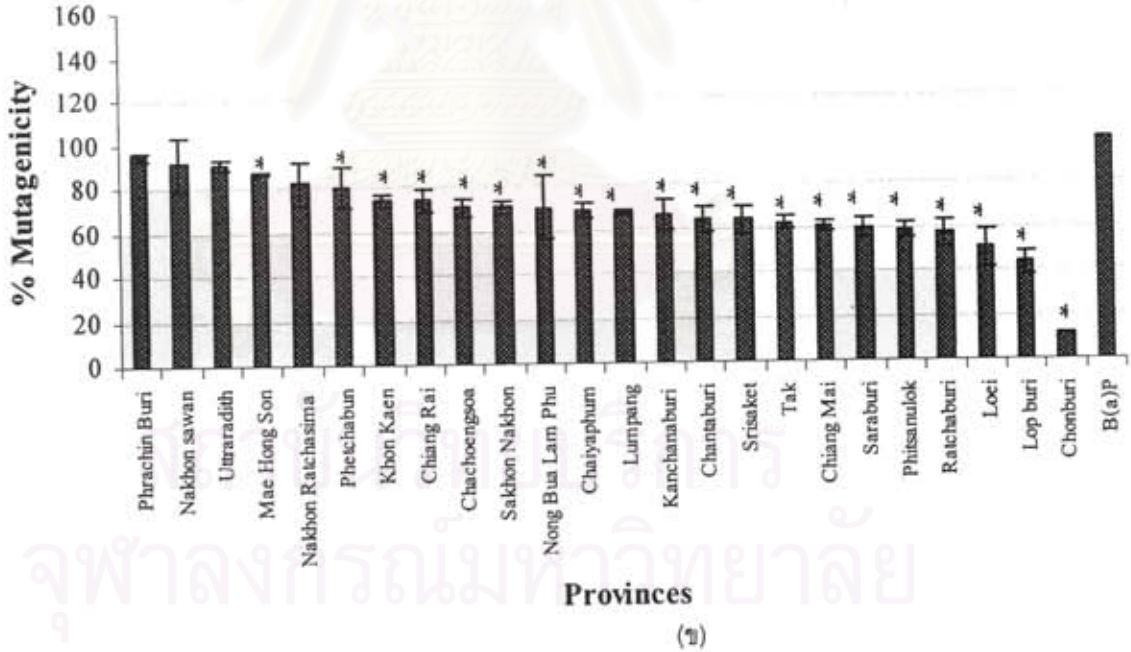
รูปภาพที่ 12 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 0.625 mg/plate. (**P* < 0.05 as compared with control, set as 100% mutagenicity)



รูปภาพที่ 13 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 1.25 mg/plate. (**P* < 0.05 as compared with control, set as 100% mutagenicity)



(ก)



(ข)

รูปภาพที่ 14 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 2.50 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)

ตารางที่ 11 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

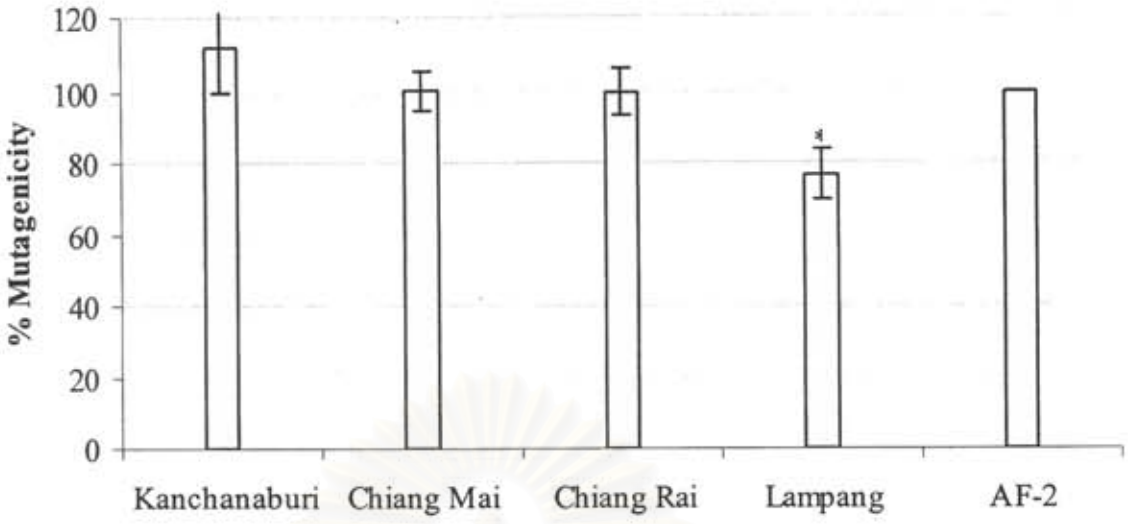
Province	Dose (mg/plate)	PI (%inhibition)			
		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Chiang Rai	0.625	0.40 ± 6.09^{a}	$20.22 \pm 3.51^{b*}$	2.82 ± 3.31^{b}	5.80 ± 6.48^{a}
	1.25	5.04 ± 5.63^{a}	$26.13 \pm 3.96^{b*}$	-8.77 ± 4.15^{a}	-1.66 ± 1.98^{a}
	2.50	0.95 ± 6.36^{a}	$38.03 \pm 2.29^{c*}$	$16.88 \pm 3.94^{c*}$	$39.46 \pm 4.81^{b*}$
Chiang Mai	0.625	-0.28 ± 5.26^{a}	-5.18 ± 14.22^{ab}	$22.37 \pm 3.27^{b*}$	$24.91 \pm 4.17^{b*}$
	1.25	-6.34 ± 4.93^{a}	$-18.05 \pm 2.09^{b*}$	3.89 ± 3.95^{a}	$45.58 \pm 1.88^{c*}$
	2.50	$14.47 \pm 5.59^{b*}$	2.51 ± 1.26^{ab}	$22.29 \pm 6.83^{b*}$	$50.55 \pm 4.90^{c*}$
Lampang	0.625	$23.42 \pm 7.17^{b*}$	0.87 ± 6.34^{a}	8.64 ± 10.39^{b}	$29.05 \pm 5.31^{c*}$
	1.25	4.13 ± 6.08^{a}	$19.77 \pm 11.78^{b*}$	-8.44 ± 3.71^{b}	8.49 ± 7.98^{ab}
	2.50	-0.44 ± 4.42^{a}	$27.34 \pm 4.55^{b*}$	$-26.64 \pm 3.96^{a*}$	$16.84 \pm 4.49^{bc*}$
Kanchana buri	0.625	-11.84 ± 12.06^{a}	$25.71 \pm 4.89^{b*}$	5.07 ± 8.22^{ab}	$53.57 \pm 2.88^{b*}$
	1.25	3.51 ± 9.40^{a}	$78.21 \pm 1.65^{c*}$	$16.32 \pm 1.37^{b*}$	$87.76 \pm 2.71^{c*}$
	2.50	-7.27 ± 8.12^{a}	$80.97 \pm 1.32^{c*}$	4.39 ± 13.20^{ab}	$92.87 \pm 0.54^{c*}$

*$P < 0.05$ as compared with control.

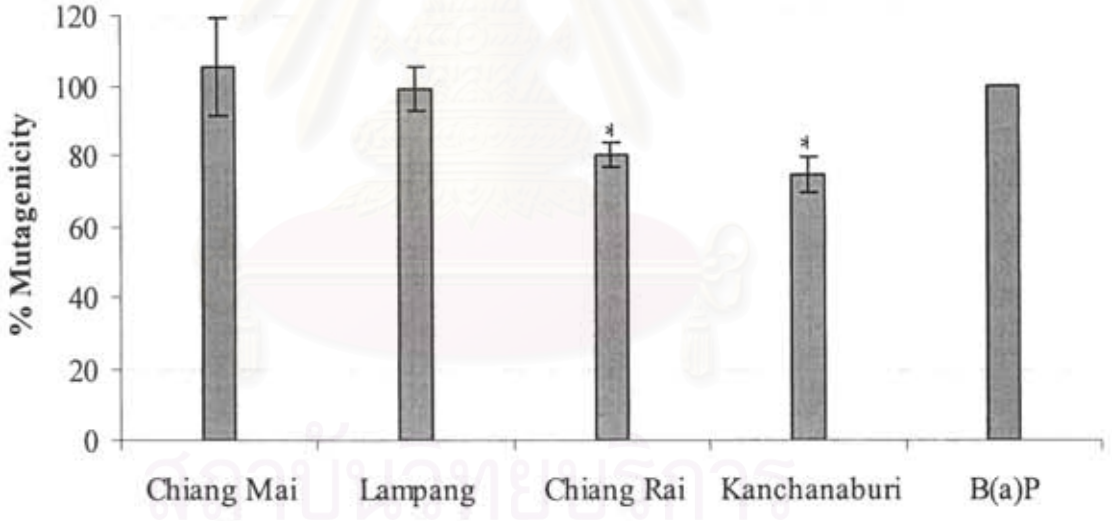
Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test.

Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



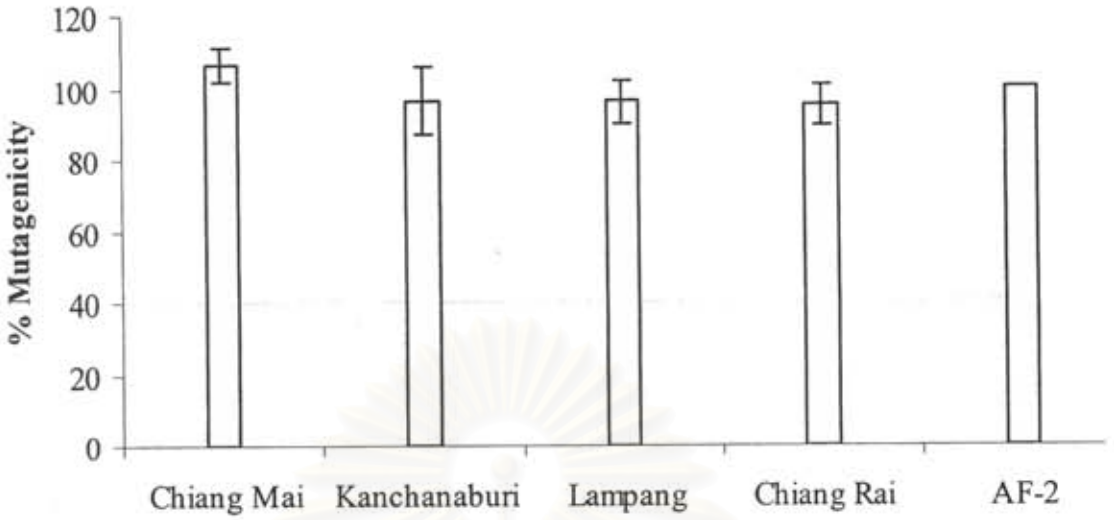
(ก)



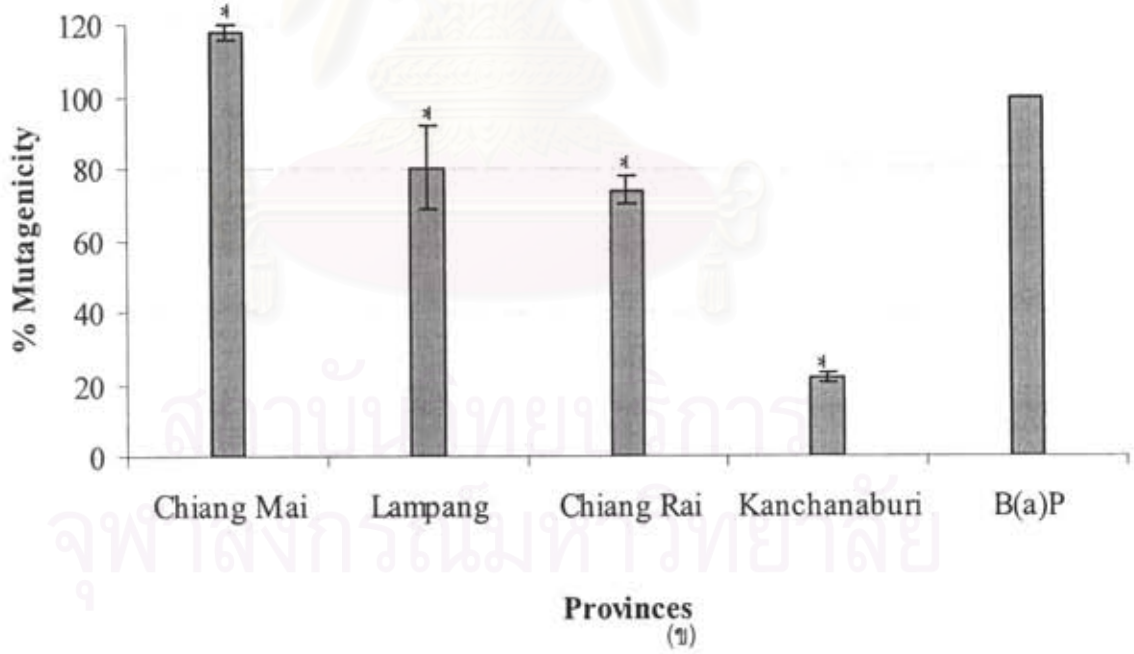
(ข)

รูปภาพที่ 15 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 0.625 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

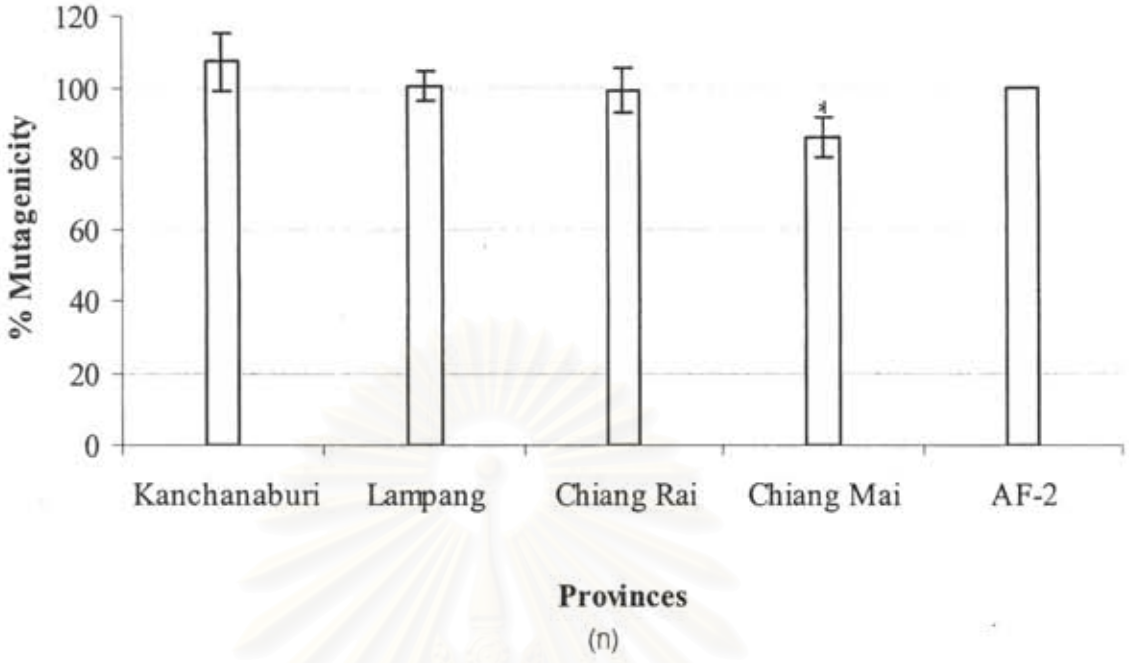


(ก)

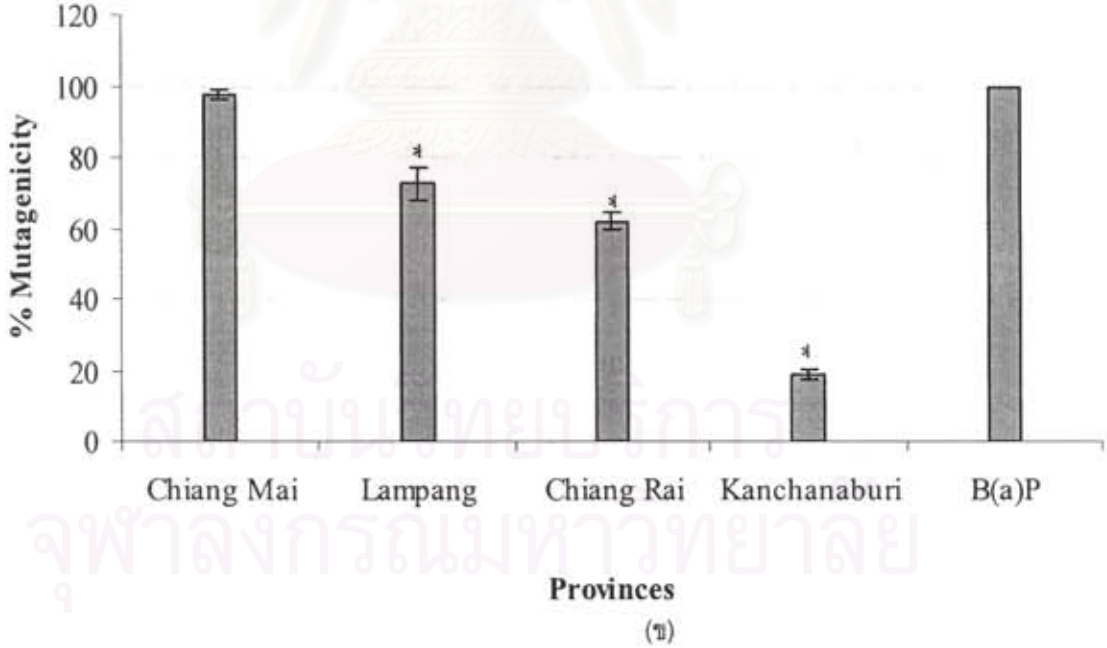


(ข)

รูปภาพที่ 16 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 1.25 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)

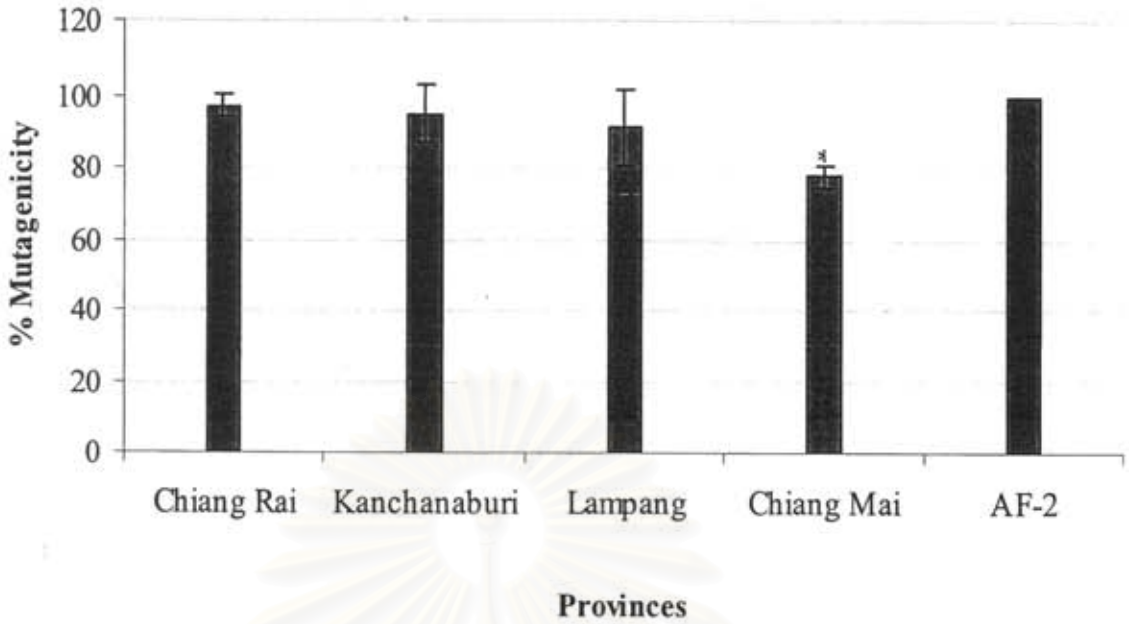


(ก)

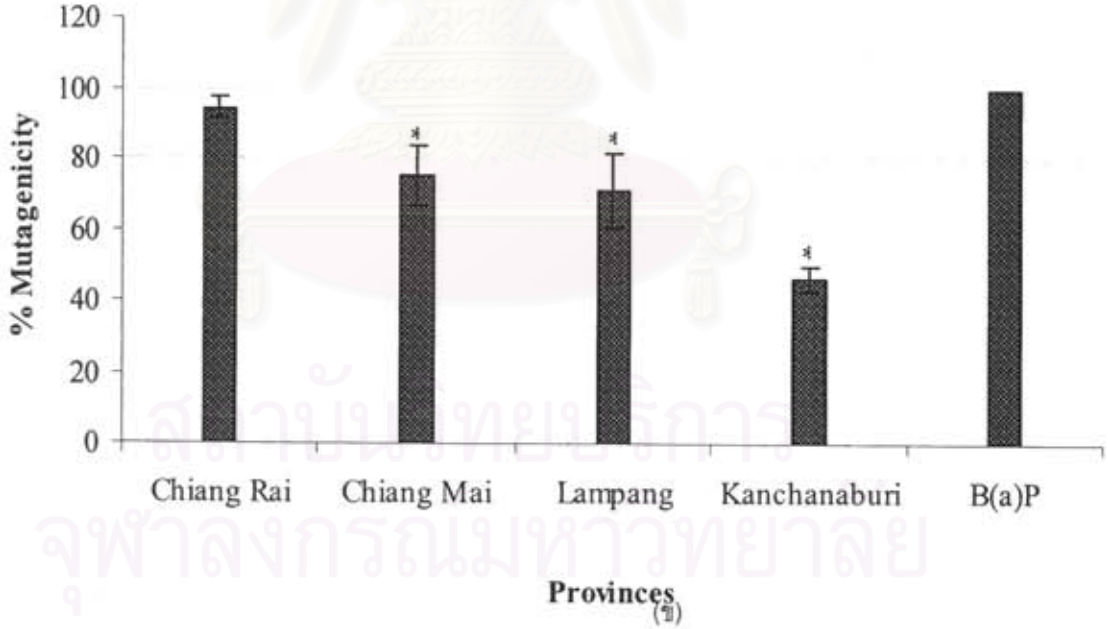


(ข)

รูปภาพที่ 17 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA98 ที่ความเข้มข้น 2.50 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)



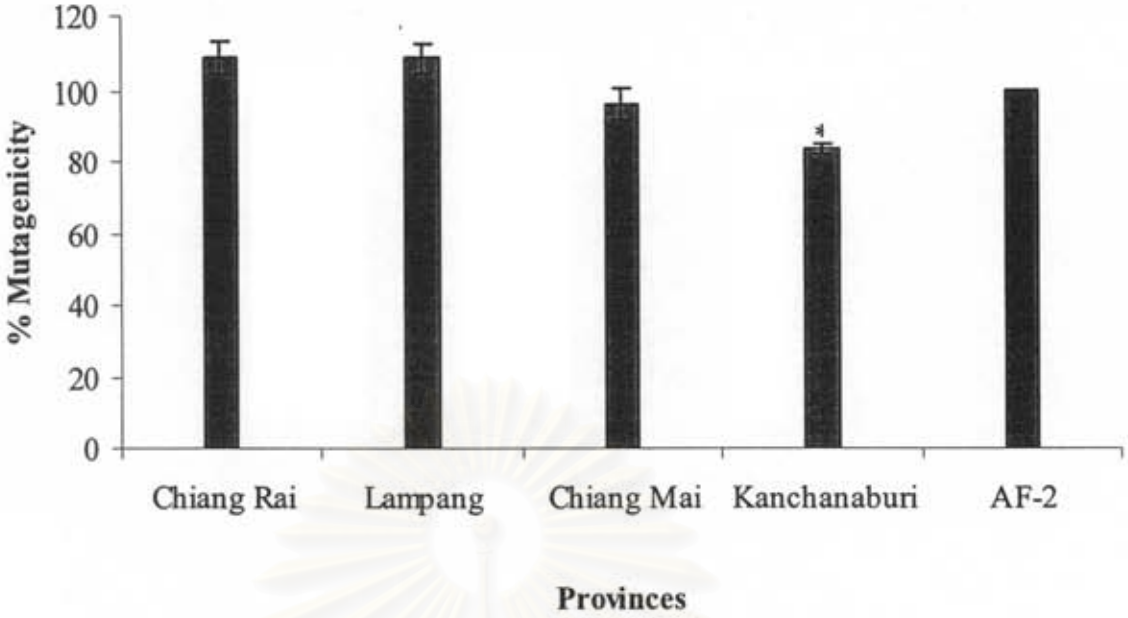
(ก)



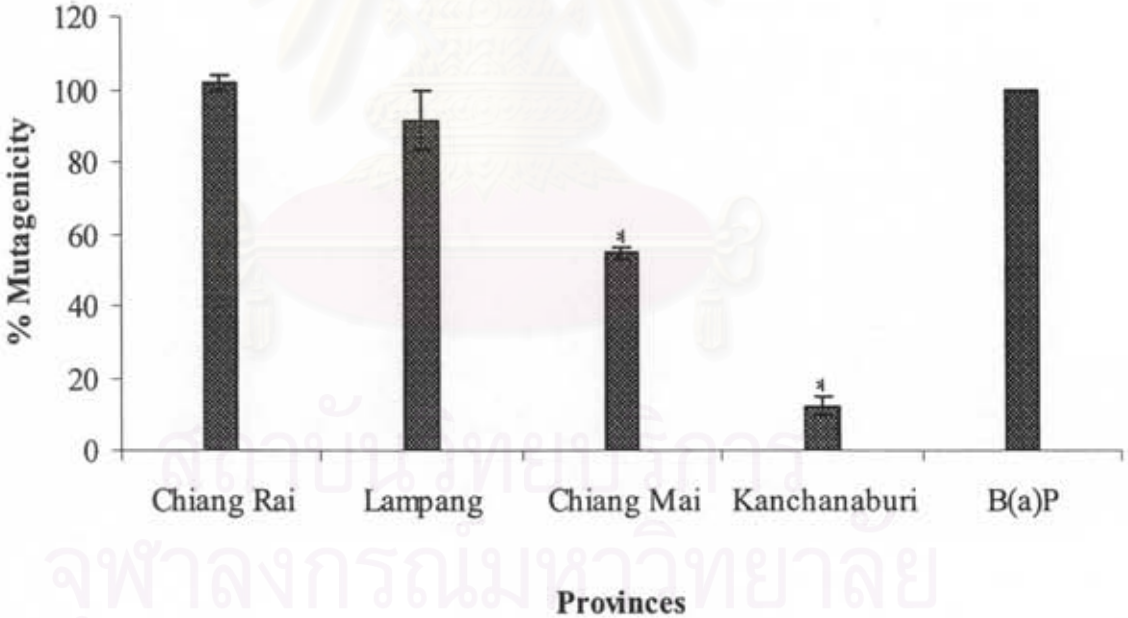
(ข)

รูปภาพที่ 18 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 μg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 μg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 0.625 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

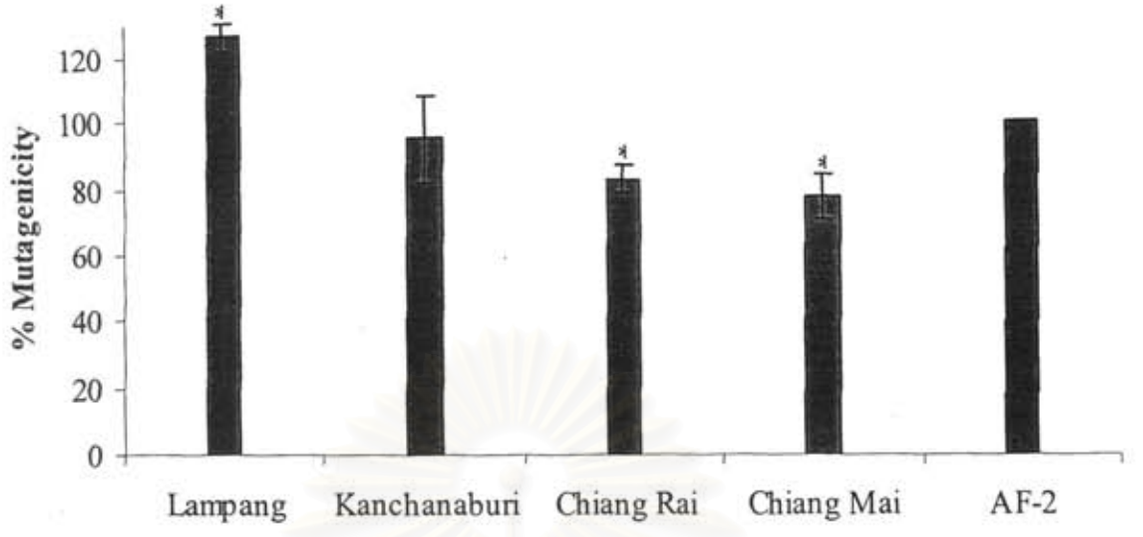


(ก)

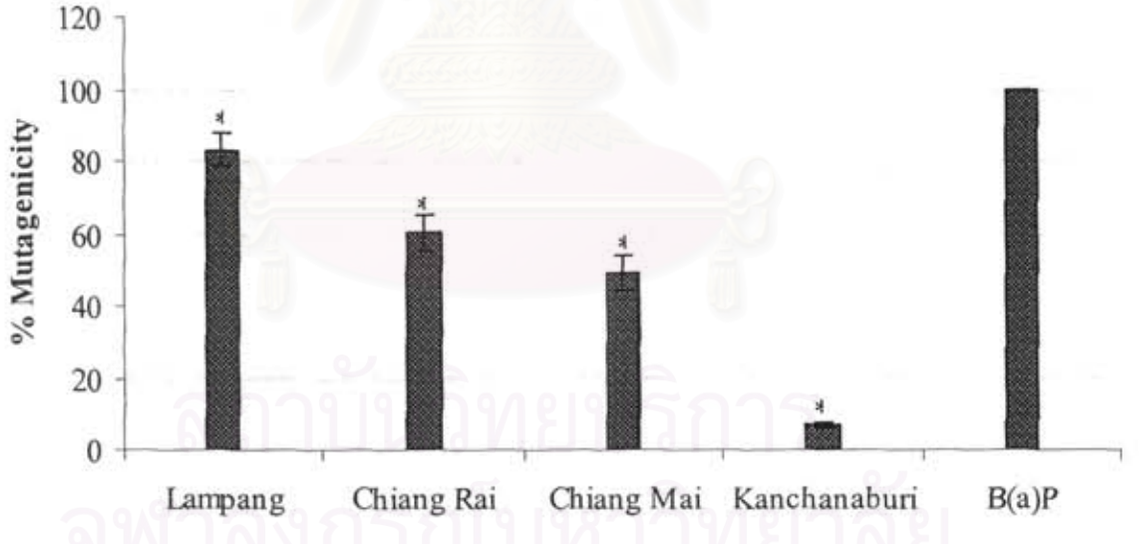


(ข)

รูปภาพที่ 19 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 1.25 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)



(ก)



(ข)

รูปภาพที่ 20 ฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดงต่อ (ก) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน AF-2 0.1 µg/plate และ (ข) สารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน B(*a*)P 10 µg/plate *S. typhimurium* strain TA100 ที่ความเข้มข้น 2.50 mg/plate. (*$P < 0.05$ as 100% mutagenicity)

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Mae Hong Son	DMSO	29 ± 1^{a}	35 ± 1^{a}	99 ± 3^{a}	114 ± 4^{a}	29 ± 1^{a}	35 ± 1^{a}	99 ± 3^{a}	114 ± 4^{a}
	0.625	31 ± 2^{a}	39 ± 8^{a}	114 ± 8^{a}	123 ± 9^{a}	208 ± 11^{bc}	333 ± 14^{b}	327 ± 10^{c}	787 ± 23^{b}
	1.25	32 ± 4^{a}	50 ± 5^{a}	111 ± 2^{a}	127 ± 19^{a}	207 ± 11^{bc}	319 ± 17^{b}	269 ± 34^{b}	728 ± 32^{b}
	2.50	32 ± 4^{a}	46 ± 1^{a}	112 ± 6^{a}	131 ± 3^{a}	204 ± 9^{b}	318 ± 21^{b}	258 ± 10^{b}	776 ± 12^{b}
	AF-2,B*(a)*P	256 ± 21^{b}	388 ± 27^{b}	331 ± 11^{b}	874 ± 39^{b}	235 ± 5^{c}	337 ± 20^{b}	406 ± 14^{d}	899 ± 20^{c}
Payao	DMSO	23 ± 1^{a}	34 ± 4^{a}	89 ± 1^{a}	97 ± 4^{a}	23 ± 1^{a}	34 ± 4^{a}	89 ± 1^{a}	97 ± 4^{a}
	0.625	28 ± 2^{a}	47 ± 4^{ab}	96 ± 2^{a}	107 ± 5^{a}	251 ± 11^{bc}	244 ± 5^{b}	434 ± 23^{cd}	923 ± 84^{c}
	1.25	29 ± 2^{a}	32 ± 5^{a}	90 ± 2^{a}	102 ± 7^{a}	255 ± 27^{bc}	242 ± 14^{b}	355 ± 12^{bc}	521 ± 25^{b}
	2.50	25 ± 1^{a}	55 ± 4^{b}	111 ± 4^{a}	100 ± 9^{a}	219 ± 17^{b}	224 ± 14^{b}	392 ± 22^{b}	578 ± 17^{b}
	AF-2,B*(a)*P	298 ± 6^{b}	317 ± 8^{c}	317 ± 17^{b}	938 ± 45^{b}	279 ± 16^{c}	261 ± 12^{b}	477 ± 32^{d}	963 ± 57^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Nan	DMSO	25 ± 0^a	34 ± 0^a	76 ± 2^a	117 ± 5^a	25 ± 0^a	34 ± 0^a	76 ± 2^a	117 ± 5^a
	0.625	28 ± 1^a	33 ± 2^a	86 ± 7^a	112 ± 5^a	293 ± 7^c	341 ± 28^c	349 ± 11^b	901 ± 60^b
	1.25	28 ± 0^a	37 ± 1^a	93 ± 2^a	108 ± 2^a	225 ± 15^b	259 ± 18^b	340 ± 15^b	826 ± 61^b
	2.50	37 ± 3^a	37 ± 1^a	89 ± 7^a	115 ± 3^a	299 ± 11^c	305 ± 20^{bc}	351 ± 10^b	860 ± 46^b
	AF-2,B*(a)*P	289 ± 10^b	362 ± 2^b	386 ± 11^b	904 ± 38^b	301 ± 9^c	405 ± 14^d	434 ± 13^c	822 ± 24^b
Lumpang	DMSO	36 ± 4^a	57 ± 2^a	101 ± 14^a	120 ± 6^a	36 ± 4^a	57 ± 2^a	101 ± 14^a	120 ± 6^a
	0.625	28 ± 1^a	43 ± 5^a	91 ± 1^a	124 ± 3^a	244 ± 11^c	304 ± 45^b	281 ± 16^b	1053 ± 68^b
	1.25	30 ± 1^a	43 ± 5^a	85 ± 8^a	80 ± 5^a	236 ± 4^{bc}	296 ± 70^b	293 ± 8^b	1053 ± 88^b
	2.50	28 ± 1^a	61 ± 8^a	89 ± 6^a	94 ± 8^a	211 ± 12^b	403 ± 24^b	319 ± 13^b	900 ± 36^b
	AF-2,B*(a)*P	241 ± 10^b	328 ± 12^b	415 ± 40^b	1424 ± 85^b	245 ± 7^c	330 ± 12^b	381 ± 27^c	1257 ± 47^c

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Phare	DMSO	26 ± 0^{a}	27 ± 1^{a}	80 ± 1^{a}	117 ± 2^{a}	26 ± 0^{a}	27 ± 1^{a}	80 ± 1^{a}	117 ± 2^{a}
	0.625	23 ± 2^{a}	30 ± 3^{a}	79 ± 10^{a}	129 ± 2^{a}	289 ± 7^{b}	358 ± 16^{cd}	472 ± 5^{c}	889 ± 22^{d}
	1.25	28 ± 2^{a}	28 ± 0^{a}	79 ± 9^{a}	128 ± 6^{a}	278 ± 16^{b}	311 ± 2^{b}	472 ± 23^{c}	765 ± 41^{c}
	2.50	28 ± 1^{a}	33 ± 4^{a}	91 ± 10^{a}	113 ± 7^{a}	264 ± 5^{b}	316 ± 23^{bc}	414 ± 11^{b}	420 ± 11^{b}
	AF-2,B*(a)*P	276 ± 18^{b}	386 ± 19^{b}	419 ± 25^{b}	811 ± 26^{b}	269 ± 26^{b}	377 ± 7^{d}	443 ± 25^{bc}	821 ± 14^{cd}
Lumphun	DMSO	26 ± 2^{a}	36 ± 2^{a}	113 ± 6^{a}	121 ± 3^{a}	26 ± 2^{a}	36 ± 2^{a}	113 ± 6^{a}	121 ± 3^{a}
	0.625	27 ± 1^{a}	35 ± 0^{a}	107 ± 8^{a}	122 ± 8^{a}	209 ± 13^{b}	319 ± 30^{b}	414 ± 14^{b}	1099 ± 32^{c}
	1.25	27 ± 1^{a}	33 ± 2^{a}	114 ± 7^{a}	127 ± 10^{a}	214 ± 10^{b}	345 ± 22^{b}	404 ± 6^{bc}	961 ± 16^{b}
	2.50	30 ± 2^{a}	29 ± 1^{a}	113 ± 4^{a}	117 ± 4^{a}	249 ± 5^{c}	299 ± 30^{b}	386 ± 14^{bc}	947 ± 62^{b}
	AF-2,B*(a)*P	220 ± 10^{b}	322 ± 14^{b}	403 ± 12^{b}	1046 ± 38^{b}	256 ± 7^{c}	332 ± 8^{b}	436 ± 9^{c}	1211 ± 57^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica)* เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Uttaradith	DMSO	28 ± 4^{a}	40 ± 3^{a}	96 ± 1^{a}	102 ± 8^{a}	28 ± 4^{a}	40 ± 3^{a}	96 ± 1^{a}	102 ± 8^{a}
	0.625	28 ± 0^{a}	40 ± 4^{a}	112 ± 9^{a}	101 ± 5^{a}	172 ± 10^{b}	316 ± 26^{c}	312 ± 24^{c}	792 ± 51^{b}
	1.25	27 ± 2^{a}	41 ± 3^{a}	107 ± 5^{a}	128 ± 17^{a}	179 ± 3^{b}	288 ± 13^{c}	308 ± 30^{c}	780 ± 18^{b}
	2.50	26 ± 1^{a}	41 ± 4^{a}	113 ± 10^{a}	139 ± 8^{a}	205 ± 6^{c}	229 ± 9^{b}	221 ± 1^{b}	764 ± 57^{b}
	AF-2,B*(a)*P	226 ± 13^{b}	311 ± 7^{b}	405 ± 27^{b}	854 ± 39^{b}	234 ± 7^{d}	294 ± 8^{c}	388 ± 14^{d}	759 ± 24^{b}
Sukhothai	DMSO	30 ± 2^{a}	37 ± 1^{a}	111 ± 3^{a}	131 ± 1^{a}	30 ± 2^{a}	37 ± 1^{a}	111 ± 3^{a}	131 ± 1^{a}
	0.625	29 ± 2^{a}	39 ± 3^{a}	105 ± 7^{a}	131 ± 4^{a}	215 ± 16^{c}	400 ± 12^{d}	318 ± 8^{c}	936 ± 33^{c}
	1.25	26 ± 3^{a}	33 ± 3^{a}	118 ± 2^{a}	133 ± 5^{a}	181 ± 3^{b}	369 ± 11^{cd}	302 ± 11^{bc}	841 ± 57^{c}
	2.50	26 ± 2^{a}	40 ± 3^{a}	97 ± 12^{a}	135 ± 1^{a}	310 ± 1^{e}	335 ± 6^{bc}	268 ± 15^{b}	562 ± 31^{b}
	AF-2,B*(a)*P	284 ± 14^{b}	335 ± 6^{b}	402 ± 33^{b}	929 ± 11^{b}	270 ± 4^{d}	317 ± 16^{b}	403 ± 16^{d}	1285 ± 111^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Phitsanu	DMSO	32 ± 1^{a}	42 ± 5^{a}	112 ± 3^{a}	118 ± 5^{a}	32 ± 1^{a}	42 ± 5^{a}	112 ± 3^{a}	118 ± 5^{a}
lok	0.625	37 ± 3^{a}	34 ± 1^{a}	124 ± 5^{a}	128 ± 10^{a}	223 ± 6^{b}	337 ± 32^{b}	307 ± 7^{c}	896 ± 22^{bc}
	1.25	29 ± 0^{a}	39 ± 5^{a}	121 ± 12^{a}	113 ± 1^{a}	217 ± 7^{b}	405 ± 17^{c}	223 ± 9^{b}	1040 ± 137^{c}
	2.50	30 ± 1^{a}	38 ± 4^{a}	124 ± 4^{a}	126 ± 4^{a}	241 ± 18^{b}	342 ± 10^{b}	198 ± 13^{b}	677 ± 98^{b}
	AF-2,B*(a)*P	284 ± 14^{b}	309 ± 4^{b}	337 ± 13^{b}	1168 ± 114^{b}	233 ± 16^{b}	343 ± 11^{b}	322 ± 3^{c}	1034 ± 32^{c}
Phetcha	DMSO	23 ± 0^{a}	44 ± 1^{a}	96 ± 2^{a}	134 ± 4^{a}	23 ± 0^{a}	44 ± 1^{a}	96 ± 2^{a}	134 ± 4^{a}
bun	0.625	27 ± 1^{a}	40 ± 4^{a}	109 ± 8^{a}	155 ± 1^{a}	255 ± 13^{d}	233 ± 29^{b}	273 ± 25^{b}	784 ± 46^{c}
	1.25	24 ± 0^{a}	41 ± 1^{a}	94 ± 2^{a}	131 ± 4^{a}	238 ± 8^{cd}	273 ± 9^{b}	260 ± 3^{b}	650 ± 27^{b}
	2.50	31 ± 2^{a}	62 ± 3^{a}	113 ± 4^{a}	145 ± 3^{a}	187 ± 6^{b}	260 ± 12^{b}	283 ± 8^{bc}	585 ± 22^{b}
	AF-2,B*(a)*P	234 ± 6^{b}	311 ± 18^{b}	331 ± 18^{b}	990 ± 69^{b}	225 ± 3^{c}	329 ± 15^{c}	$318 \pm {}^{7c}$	893 ± 17^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Kamphaengphet	DMSO	27 ± 2^{a}	35 ± 2^{a}	99 ± 5^{a}	116 ± 5^{a}	27 ± 2^{a}	35 ± 2^{a}	99 ± 5^{a}	116 ± 5^{a}
	0.625	28 ± 4^{a}	28 ± 1^{a}	98 ± 3^{a}	118 ± 4^{a}	216 ± 12^{bc}	310 ± 17^{b}	350 ± 11^{b}	1028 ± 2^{d}
	1.25	27 ± 4^{a}	34 ± 1^{a}	91 ± 4^{a}	117 ± 4^{a}	198 ± 8^{b}	261 ± 16^{b}	377 ± 17^{bc}	857 ± 24^{b}
	2.50	30 ± 4^{a}	32 ± 2^{a}	100 ± 1^{a}	118 ± 2^{a}	255 ± 2^{d}	275 ± 19^{b}	422 ± 17^{cd}	946 ± 40^{c}
	AF-2,B*(a)*P	253 ± 14^{b}	313 ± 5^{b}	429 ± 8^{b}	951 ± 40^{b}	221 ± 4^{c}	282 ± 14^{b}	459 ± 23^{d}	914 ± 24^{bc}
Nakhonsawan	DMSO	28 ± 1^{a}	33 ± 1^{a}	88 ± 2^{a}	122 ± 4^{a}	28 ± 1^{a}	33 ± 1^{a}	88 ± 2^{a}	122 ± 4^{a}
	0.625	28 ± 1^{a}	31 ± 2^{a}	102 ± 7^{a}	122 ± 2^{a}	223 ± 6^{b}	247 ± 18^{b}	309 ± 22^{b}	1040 ± 33^{b}
	1.25	23 ± 1^{a}	32 ± 3^{a}	90 ± 3^{a}	116 ± 4^{a}	228 ± 7^{b}	235 ± 6^{b}	274 ± 24^{b}	1129 ± 24^{c}
	2.50	25 ± 1^{a}	30 ± 2^{a}	93 ± 11^{a}	125 ± 7^{a}	218 ± 10^{b}	220 ± 7^{b}	369 ± 9^{c}	1002 ± 15^{b}
	AF-2,B*(a)*P	241 ± 4^{b}	324 ± 16^{b}	411 ± 23^{b}	1212 ± 11^{b}	212 ± 4^{b}	288 ± 5^{c}	434 ± 13^{d}	1284 ± 14^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Uthai Thani	DMSO	29 ± 2^a	38 ± 2^a	110 ± 7^a	113 ± 5^a	29 ± 2^a	38 ± 2^a	110 ± 7^a	113 ± 5^a
	0.625	29 ± 2^a	38 ± 2^a	115 ± 4^a	135 ± 6^a	399 ± 13^c	395 ± 54^c	513 ± 32^c	759 ± 9^c
	1.25	24 ± 2^a	41 ± 3^a	115 ± 5^a	120 ± 8^a	284 ± 2^b	268 ± 52^b	419 ± 8^b	595 ± 63^b
	2.50	24 ± 1^a	40 ± 2^a	118 ± 4^a	121 ± 3^a	272 ± 16^b	244 ± 0^b	377 ± 7^b	600 ± 25^b
	AF-2,B*(a)*P	227 ± 7^b	341 ± 33^b	478 ± 12^b	827 ± 38^b	258 ± 16^b	341 ± 9^{bc}	512 ± 39^c	757 ± 21^c
Saraburi	DMSO	24 ± 1^a	28 ± 2^a	84 ± 6^a	121 ± 3^a	24 ± 1^a	28 ± 2^a	84 ± 6^a	121 ± 3^a
	0.625	27 ± 1^a	34 ± 2^a	93 ± 1^a	115 ± 2^a	213 ± 8^b	314 ± 8^b	276 ± 3^d	774 ± 15^c
	1.25	28 ± 2^a	29 ± 2^a	88 ± 6^a	107 ± 6^a	200 ± 9^b	309 ± 25^b	232 ± 20^c	525 ± 21^b
	2.50	26 ± 2^a	30 ± 2^a	87 ± 2^a	124 ± 3^a	214 ± 4^b	311 ± 26^b	196 ± 3^b	724 ± 32^c
	AF-2,B*(a)*P	298 ± 12^b	299 ± 23^b	323 ± 17^b	868 ± 13^b	216 ± 5^b	292 ± 21^b	318 ± 6^c	909 ± 31^d

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Lop Buri	DMSO	26 ± 1^{a}	41 ± 2^{a}	132 ± 6^{b}	124 ± 4^{a}	26 ± 1^{a}	41 ± 2^{a}	132 ± 6^{a}	124 ± 4^{a}
	0.625	31 ± 0^{a}	39 ± 3^{a}	99 ± 7^{a}	138 ± 3^{ab}	212 ± 1^{c}	322 ± 23^{c}	261 ± 12^{b}	1054 ± 18^{d}
	1.25	31 ± 0^{a}	60 ± 1^{b}	98 ± 5^{a}	166 ± 16^{b}	212 ± 1^{c}	261 ± 8^{b}	261 ± 4^{b}	910 ± 36^{c}
	2.50	41 ± 3^{a}	51 ± 6^{ab}	96 ± 8^{a}	141 ± 11^{ab}	193 ± 5^{b}	303 ± 12^{bc}	276 ± 34^{b}	808 ± 35^{b}
	AF-2,B*(a)*P	264 ± 15^{b}	320 ± 5^{c}	347 ± 12^{c}	1084 ± 15^{c}	208 ± 1^{c}	336 ± 9^{c}	349 ± 16^{c}	1092 ± 18^{d}
Phrachin Buri	DMSO	27 ± 2^{a}	45 ± 1^{a}	101 ± 5^{a}	119 ± 1^{a}	27 ± 2^{a}	45 ± 1^{a}	101 ± 5^{a}	119 ± 34^{a}
	0.625	28 ± 2^{a}	44 ± 3^{a}	102 ± 5^{a}	122 ± 2^{a}	335 ± 16^{c}	407 ± 26^{c}	310 ± 10^{c}	704 ± 47^{c}
	1.25	28 ± 0^{a}	41 ± 4^{a}	100 ± 5^{a}	117 ± 0^{a}	344 ± 26^{c}	338 ± 15^{b}	281 ± 9^{b}	508 ± 35^{b}
	2.50	27 ± 3^{a}	39 ± 2^{a}	100 ± 4^{a}	118 ± 10^{a}	$303 \pm 3b^{c}$	349 ± 18^{b}	281 ± 3^{b}	404 ± 76^{b}
	AF-2,B*(a)*P	269 ± 25^{b}	307 ± 1^{b}	363 ± 18^{b}	902 ± 45^{b}	257 ± 31^{b}	311 ± 13^{b}	307 ± 5^{c}	912 ± 73^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Ratchaburi	DMSO	26 ± 1^{a}	36 ± 1^{a}	108 ± 0^{a}	115 ± 5^{a}	26 ± 1^{a}	36 ± 1^{a}	108 ± 0^{a}	115 ± 5^{a}
	0.625	24 ± 2^{a}	37 ± 5^{a}	112 ± 8^{a}	113 ± 10^{a}	231 ± 8^{bc}	357 ± 5^{cd}	367 ± 6^{b}	1134 ± 99^{c}
	1.25	27 ± 2^{a}	35 ± 2^{a}	111 ± 8^{a}	133 ± 3^{a}	243 ± 4^{bc}	325 ± 19^{bc}	372 ± 10^{b}	859 ± 30^{b}
	2.50	22 ± 1^{a}	38 ± 5^{a}	115 ± 10^{a}	125 ± 2^{a}	216 ± 10^{b}	311 ± 13^{b}	373 ± 18^{b}	800 ± 62^{b}
	AF-2,B*(a)*P	262 ± 13^{b}	340 ± 15^{b}	342 ± 5^{b}	1353 ± 118^{b}	250 ± 14^{c}	365 ± 8^{d}	382 ± 27^{b}	1190 ± 75^{c}
Phetchaburi	DMSO	28 ± 2^{a}	44 ± 4^{a}	104 ± 1^{a}	124 ± 3^{a}	28 ± 2^{a}	44 ± 4^{a}	104 ± 1^{a}	124 ± 3^{a}
	0.625	26 ± 3^{a}	42 ± 1^{a}	108 ± 7^{a}	123 ± 4^{a}	220 ± 6^{b}	334 ± 17^{cd}	331 ± 7^{c}	882 ± 31^{d}
	1.25	25 ± 1^{a}	45 ± 2^{a}	117 ± 4^{a}	115 ± 6^{a}	217 ± 10^{b}	320 ± 9^{c}	299 ± 0^{b}	724 ± 26^{b}
	2.50	26 ± 4^{a}	47 ± 0^{a}	124 ± 0^{a}	121 ± 9^{a}	214 ± 14^{b}	265 ± 10^{b}	329 ± 12^{c}	792 ± 11^{bc}
	AF-2,B*(a)*P	267 ± 15^{b}	358 ± 16^{b}	363 ± 10^{b}	992 ± 22^{b}	255 ± 5^{c}	369 ± 10^{d}	412 ± 6^{d}	862 ± 30^{cd}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trail.

DMSO was negative control, AF_2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF_2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. minifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Prachuap	DMSO	24 ± 1^a	38 ± 1^a	112 ± 3^a	133 ± 12^a	24 ± 1^a	38 ± 1^a	112 ± 3^a	133 ± 12^a
Kiri Khun	0.625	23 ± 2^a	48 ± 6^a	112 ± 7^a	132 ± 4^a	312 ± 6^c	275 ± 13^b	472 ± 10^d	1089 ± 29^c
	1.25	23 ± 1^a	38 ± 1^a	114 ± 6^a	128 ± 3^a	246 ± 8^b	265 ± 13^b	288 ± 34^b	1044 ± 16^c
	2.50	23 ± 1^a	37 ± 3^a	111 ± 4^a	120 ± 9^a	248 ± 28^b	281 ± 15^{bc}	515 ± 40^d	868 ± 18^b
	AF-2,B*(a)*P	271 ± 4^b	315 ± 17^b	350 ± 17^b	1274 ± 38^b	255 ± 9^b	316 ± 3^c	382 ± 19^c	1297 ± 45^d
Chumphon	DMSO	21 ± 2^a	29 ± 1^a	73 ± 1^a	106 ± 2^a	21 ± 2^a	29 ± 1^a	73 ± 1^a	106 ± 2^a
	0.625	24 ± 0^a	32 ± 1^a	74 ± 1^a	107 ± 3^a	270 ± 10^{bc}	324 ± 15^{bc}	404 ± 17^b	858 ± 23^b
	1.25	28 ± 1^a	35 ± 2^a	80 ± 3^a	106 ± 5^a	289 ± 28^c	280 ± 20^b	419 ± 28^b	829 ± 72^b
	2.50	28 ± 2^a	32 ± 1^a	82 ± 4^a	107 ± 5^a	292 ± 7^c	370 ± 17^c	421 ± 40^b	822 ± 36^b
	AF-2,B*(a)*P	236 ± 20^b	328 ± 10^b	349 ± 16^b	873 ± 37^b	232 ± 18^b	339 ± 16^c	465 ± 30^b	834 ± 60^b

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Sakon	DMSO	23 ± 1^a	51 ± 8^a	86 ± 4^a	119 ± 4^a	23 ± 1^a	51 ± 8^a	86 ± 4^a	119 ± 4^a
Nakhon	0.625	27 ± 2^a	37 ± 3^a	82 ± 4^a	114 ± 5^a	266 ± 18^b	375 ± 9^b	372 ± 8^b	$776 \pm 20b^c$
	1.25	27 ± 2^a	46 ± 4^a	81 ± 4^a	108 ± 6^a	251 ± 13^b	366 ± 14^b	360 ± 8^b	696 ± 25^b
	2.50	28 ± 1^a	39 ± 4^a	90 ± 1^a	111 ± 6^a	273 ± 16^b	357 ± 3^b	388 ± 13^b	704 ± 52^b
	AF-2,B*(a)*P	253 ± 12^b	339 ± 5^b	443 ± 5^b	910 ± 25^b	271 ± 15^b	359 ± 12^b	442 ± 7^c	900 ± 76^c
Nong Bua	DMSO	28 ± 2^a	39 ± 0^a	102 ± 2^a	123 ± 1^a	28 ± 2^a	39 ± 0^a	102 ± 2^a	123 ± 1^a
Lam Phu	0.625	28 ± 3^a	38 ± 3^a	106 ± 3^a	133 ± 2^a	279 ± 19^b	356 ± 20^b	415 ± 7^c	892 ± 5^d
	1.25	37 ± 3^a	46 ± 2^a	111 ± 5^a	121 ± 4^a	267 ± 19^b	330 ± 15^b	283 ± 14^b	758 ± 23^c
	2.50	32 ± 1^a	39 ± 2^a	104 ± 5^a	137 ± 2^a	263 ± 19^b	341 ± 28^b	359 ± 23^c	668 ± 21^b
	AF-2,B*(a)*P	257 ± 10^b	349 ± 18^b	510 ± 25^b	923 ± 46^b	249 ± 17^b	332 ± 9^b	549 ± 29^d	927 ± 14^d

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica)* เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Chaiya phum	DMSO	26 ± 1^{a}	34 ± 1^{a}	92 ± 3^{a}	119 ± 0^{a}	26 ± 1^{a}	34 ± 1^{a}	92 ± 3^{a}	119 ± 0^{a}
	0.625	28 ± 0^{a}	32 ± 1^{a}	88 ± 3^{a}	116 ± 2^{a}	334 ± 35^{bc}	305 ± 22^{b}	480 ± 14^{c}	904 ± 18^{c}
	1.25	29 ± 2^{a}	32 ± 1^{a}	89 ± 4^{a}	128 ± 4^{a}	359 ± 8^{c}	336 ± 24^{b}	428 ± 27^{bc}	836 ± 30^{c}
	2.50	30 ± 1^{a}	32 ± 1^{a}	93 ± 1^{a}	120 ± 4^{a}	335 ± 10^{bc}	352 ± 16^{b}	387 ± 18^{b}	622 ± 25^{b}
	AF-2,B*(a)*P	292 ± 7^{b}	350 ± 13^{b}	424 ± 17^{b}	940 ± 22^{b}	280 ± 12^{b}	345 ± 6^{b}	446 ± 16^{bc}	856 ± 67^{c}
Nakhon Ratchasima	DMSO	27 ± 1^{a}	42 ± 1^{ab}	90 ± 2^{a}	103 ± 13^{a}	27 ± 1^{a}	42 ± 1^{a}	90 ± 2^{a}	103 ± 13^{a}
	0.625	24 ± 1^{a}	45 ± 2^{ab}	87 ± 2^{a}	131 ± 2^{a}	284 ± 21^{b}	343 ± 6^{b}	411 ± 15^{bc}	$980 \pm 24b^{c}$
	1.25	27 ± 2^{a}	40 ± 1^{a}	93 ± 9^{a}	111 ± 1^{a}	296 ± 17^{b}	355 ± 10^{b}	368 ± 25^{bc}	1062 ± 61^{c}
	2.50	25 ± 2^{a}	57 ± 2^{b}	92 ± 3^{a}	126 ± 2^{a}	284 ± 2^{b}	356 ± 42^{b}	349 ± 17^{b}	924 ± 20^{b}
	AF-2,B*(a)*P	270 ± 4^{b}	333 ± 10^{c}	449 ± 15^{b}	1258 ± 87^{b}	285 ± 8^{b}	372 ± 6^{b}	434 ± 29^{c}	1217 ± 21^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 12 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือขาว (*P. mirifica*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Tak	DMSO	24 ± 2^{a}	45 ± 1^{a}	74 ± 8^{a}	127 ± 2^{a}	24 ± 2^{a}	45 ± 1^{a}	74 ± 8^{a}	127 ± 2^{a}
	0.625	22 ± 1^{a}	42 ± 2^{a}	70 ± 3^{a}	132 ± 4^{a}	253 ± 2^{b}	267 ± 26^{bc}	362 ± 12^{b}	561 ± 29^{c}
	1.25	24 ± 1^{a}	50 ± 4^{a}	70 ± 0^{a}	127 ± 2^{a}	300 ± 5^{c}	307 ± 9^{c}	324 ± 9^{b}	478 ± 31^{b}
	2.50	27 ± 2^{a}	43 ± 1^{a}	75 ± 2^{a}	123 ± 5^{a}	267 ± 12^{b}	308 ± 4^{c}	353 ± 18^{b}	465 ± 23^{b}
	AF-2,B*(a)*P	273 ± 13^{b}	304 ± 12^{b}	328 ± 19^{b}	916 ± 38^{b}	262 ± 2^{b}	263 ± 1^{b}	334 ± 5^{b}	891 ± 31^{d}
Kanchana buri	DMSO	22 ± 2^{a}	26 ± 2^{a}	89 ± 1^{a}	109 ± 2^{a}	22 ± 2^{a}	26 ± 2^{a}	89 ± 1^{a}	109 ± 2^{a}
	0.625	24 ± 1^{a}	27 ± 1^{a}	79 ± 2^{a}	121 ± 1^{a}	251 ± 2^{b}	323 ± 23^{b}	297 ± 12^{b}	831 ± 15^{cd}
	1.25	20 ± 1^{a}	25 ± 2^{a}	81 ± 3^{a}	120 ± 3^{a}	243 ± 3^{b}	327 ± 16^{b}	296 ± 16^{b}	771 ± 6^{c}
	2.50	18 ± 1^{a}	31 ± 0^{a}	80 ± 5^{a}	119 ± 5^{a}	279 ± 9^{c}	308 ± 7^{b}	279 ± 9^{b}	655 ± 5^{b}
	AF-2,B*(a)*P	232 ± 11^{b}	277 ± 22^{b}	315 ± 13^{b}	920 ± 55^{b}	$256 \pm 12b^{c}$	296 ± 6^{b}	363 ± 17^{c}	887 ± 55^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Chiang Rai	DMSO	27 ± 0^{a}	28 ± 0^{a}	101 ± 3^{a}	138 ± 5^{a}	27 ± 0^{a}	28 ± 0^{a}	101 ± 3^{a}	138 ± 5^{a}
	0.625	25 ± 1^{a}	34 ± 2^{a}	133 ± 5^{c}	128 ± 7^{a}	278 ± 24^{c}	258 ± 13^{c}	448 ± 17^{c}	1180 ± 12^{e}
	1.25	30 ± 3^{a}	35 ± 0^{a}	114 ± 1^{ab}	129 ± 4^{a}	273 ± 25^{c}	253 ± 15^{c}	395 ± 27^{bc}	766 ± 20^{c}
	2.50	30 ± 1^{a}	30 ± 2^{a}	121 ± 7^{bc}	139 ± 1^{a}	189 ± 11^{b}	134 ± 8^{b}	361 ± 24^{b}	650 ± 13^{b}
	AF-2,B*(a)*P	245 ± 23^{b}	320 ± 21^{b}	320 ± 8^{d}	856 ± 74^{b}	265 ± 15^{c}	333 ± 15^{d}	372 ± 4^{b}	888 ± 44^{d}
Chiang Mai	DMSO	25 ± 1^{a}	31 ± 2^{a}	97 ± 10^{a}	109 ± 5^{a}	25 ± 1^{a}	31 ± 2^{a}	97 ± 10^{a}	109 ± 5^{a}
	0.625	32 ± 3^{a}	38 ± 2^{a}	103 ± 5^{a}	104 ± 17^{a}	232 ± 28^{c}	303 ± 16^{bc}	400 ± 48^{b}	756 ± 46^{c}
	1.25	26 ± 1^{a}	34 ± 0^{a}	95 ± 5^{a}	123 ± 13^{a}	224 ± 20^{c}	287 ± 7^{b}	429 ± 32^{b}	726 ± 48^{bc}
	2.50	31 ± 1^{a}	34 ± 1^{a}	84 ± 1^{a}	106 ± 13^{a}	129 ± 4^{b}	302 ± 29^{bc}	364 ± 68^{b}	626 ± 15^{b}
	AF-2,B*(a)*P	286 ± 26^{b}	346 ± 8^{b}	390 ± 22^{b}	1006 ± 21^{b}	262 ± 15^{c}	341 ± 7^{c}	393 ± 43^{b}	1040 ± 22^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Mae Hong Son	DMSO	32 ± 4^{a}	26 ± 2^{a}	122 ± 3^{a}	115 ± 1^{a}	32 ± 4^{a}	26 ± 2^{a}	122 ± 3^{a}	115 ± 1^{a}
	0.625	34 ± 1^{a}	31 ± 4^{a}	96 ± 2^{a}	106 ± 4^{a}	314 ± 13^{cd}	303 ± 4^{c}	441 ± 35^{b}	848 ± 12^{c}
	1.25	24 ± 1^{a}	47 ± 5^{a}	106 ± 8^{a}	121 ± 5^{a}	212 ± 47^{b}	308 ± 11^{c}	432 ± 19^{b}	740 ± 11^{b}
	2.50	27 ± 3^{a}	47 ± 14^{a}	123 ± 15^{a}	130 ± 5^{a}	339 ± 20^{d}	245 ± 25^{b}	427 ± 34^{b}	766 ± 24^{b}
	AF-2,B*(a)*P	242 ± 7^{b}	339 ± 22^{b}	390 ± 13^{b}	790 ± 95^{b}	244 ± 18^{bc}	319 ± 27^{c}	413 ± 2^{b}	892 ± 26^{c}
Lampang	DMSO	25 ± 2^{a}	44 ± 5^{a}	110 ± 4^{a}	134 ± 14^{a}	25 ± 2^{a}	44 ± 5^{a}	110 ± 4^{a}	134 ± 14^{a}
	0.625	25 ± 2^{a}	39 ± 1^{a}	125 ± 10^{a}	180 ± 9^{a}	300 ± 12^{cd}	320 ± 29^{b}	412 ± 23^{b}	1060 ± 12^{c}
	1.25	22 ± 0^{a}	43 ± 4^{a}	117 ± 6^{a}	151 ± 9^{a}	334 ± 22^{d}	302 ± 28^{b}	417 ± 7^{b}	1094 ± 116^{c}
	2.50	22 ± 0^{a}	42 ± 2^{a}	129 ± 3^{a}	152 ± 15^{a}	263 ± 8^{bc}	265 ± 29^{b}	433 ± 2^{b}	780 ± 27^{b}
	AF-2,B*(a)*P	280 ± 12^{b}	319 ± 17^{b}	374 ± 10^{b}	1230 ± 41^{b}	251 ± 11^{b}	342 ± 23^{b}	405 ± 2^{b}	1153 ± 25^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Uttaradith	DMSO	26 ± 1^{a}	26 ± 2^{a}	80 ± 4^{a}	108 ± 8^{a}	26 ± 1^{a}	26 ± 2^{a}	80 ± 4^{a}	108 ± 8^{a}
	0.625	23 ± 1^{a}	24 ± 1^{a}	81 ± 5^{a}	102 ± 4^{a}	255 ± 7^{cd}	279 ± 31^{bc}	486 ± 47^{b}	1001 ± 40^{b}
	1.25	21 ± 1^{a}	27 ± 1^{a}	72 ± 1^{a}	123 ± 8^{a}	233 ± 10^{bc}	304 ± 7^{cd}	519 ± 36^{b}	981 ± 84^{b}
	2.50	22 ± 2^{a}	25 ± 2^{a}	98 ± 1^{a}	113 ± 15^{a}	277 ± 6^{d}	251 ± 6^{b}	434 ± 25^{b}	922 ± 23^{b}
	AF-2,B*(a)*P	251 ± 26^{b}	390 ± 3^{b}	424 ± 13^{b}	949 ± 13^{b}	218 ± 8^{b}	336 ± 29^{d}	478 ± 6^{b}	1019 ± 7^{b}
Phitsanulok	DMSO	34 ± 2^{a}	43 ± 6^{a}	112 ± 3^{a}	136 ± 10^{a}	34 ± 24^{a}	43 ± 6^{a}	112 ± 3^{a}	136 ± 10^{a}
	0.625	32 ± 1^{a}	46 ± 2^{a}	146 ± 8^{a}	121 ± 16^{a}	236 ± 40^{b}	254 ± 30^{c}	449 ± 22^{b}	433 ± 24^{b}
	1.25	34 ± 3^{a}	47 ± 11^{a}	136 ± 4^{a}	149 ± 10^{a}	353 ± 26^{c}	215 ± 24^{bc}	429 ± 11^{b}	506 ± 86^{b}
	2.50	23 ± 0^{a}	48 ± 2^{a}	168 ± 19^{a}	165 ± 9^{a}	342 ± 20^{c}	160 ± 20^{b}	428 ± 8^{b}	529 ± 74^{b}
	AF-2,B*(a)*P	223 ± 20^{b}	363 ± 11^{b}	380 ± 23^{b}	916 ± 66^{b}	258 ± 32^{b}	339 ± 13^{d}	451 ± 7^{b}	903 ± 112^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Phetchabun	DMSO	36 ± 4^{a}	44 ± 9^{a}	121 ± 15^{a}	124 ± 4^{a}	36 ± 4^{a}	44 ± 9^{a}	121 ± 15^{a}	124 ± 4^{a}
	0.625	33 ± 2^{a}	49 ± 2^{b}	111 ± 5^{a}	127 ± 2^{a}	295 ± 14^{c}	205 ± 19^{c}	449 ± 14^{b}	1002 ± 4^{c}
	1.25	43 ± 3^{a}	77 ± 9^{c}	101 ± 8^{a}	158 ± 6^{a}	225 ± 13^{b}	139 ± 18^{b}	379 ± 10^{b}	914 ± 33^{bc}
	2.50	39 ± 1^{a}	38 ± 3^{b}	120 ± 4^{a}	187 ± 6^{a}	339 ± 19^{d}	61 ± 8^{a}	426 ± 6^{b}	740 ± 124^{b}
	AF-2,B*(a)*P	246 ± 8^{b}	350 ± 8^{d}	447 ± 17^{b}	1046 ± 58^{b}	223 ± 2^{b}	338 ± 9^{d}	447 ± 49^{b}	920 ± 93^{bc}
Nakhon Sawan	DMSO	28 ± 3^{a}	31 ± 4^{a}	95 ± 0^{a}	112 ± 12^{a}	28 ± 3^{a}	31 ± 4^{a}	95 ± 16^{a}	112 ± 12^{a}
	0.625	31 ± 6^{a}	28 ± 2^{a}	99 ± 7^{a}	143 ± 7^{a}	358 ± 13^{b}	327 ± 44^{b}	446 ± 41^{d}	1072 ± 65^{bc}
	1.25	31 ± 2^{a}	25 ± 2^{a}	143 ± 5^{a}	130 ± 11^{a}	281 ± 47^{b}	313 ± 5^{b}	287 ± 42^{b}	860 ± 80^{b}
	2.50	30 ± 1^{a}	29 ± 3^{a}	112 ± 7^{a}	131 ± 9^{a}	309 ± 11^{b}	328 ± 60^{b}	354 ± 1^{bc}	1076 ± 59^{bc}
	AF-2,B*(a)*P	245 ± 17^{b}	323 ± 20^{b}	462 ± 37^{b}	1156 ± 35^{b}	295 ± 7^{b}	348 ± 24^{b}	421 ± 35^{cd}	1236 ± 205^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Saraburi	DMSO	34 ± 2^a	29 ± 2^a	98 ± 4^a	97 ± 5^{ab}	34 ± 2^a	29 ± 2^a	98 ± 4^a	97 ± 5^a
	0.625	27 ± 2^a	29 ± 4^a	92 ± 3^a	85 ± 1^a	246 ± 15^b	322 ± 17^b	455 ± 7^c	792 ± 18^c
	1.25	25 ± 2^a	32 ± 1^a	87 ± 2^a	93 ± 3^{ab}	303 ± 24^b	330 ± 16^b	372 ± 4^b	806 ± 29^c
	2.50	28 ± 2^a	36 ± 2^a	86 ± 2^a	113 ± 9^b	290 ± 5^b	379 ± 11^c	354 ± 13^b	600 ± 55^b
	AF-2,B*(a)*P	292 ± 5^b	332 ± 12^b	464 ± 16^b	1026 ± 12^c	303 ± 32^b	335 ± 10^b	475 ± 22^c	1009 ± 22^d
Lop Buri	DMSO	26 ± 1^a	32 ± 1^a	101 ± 4^a	115 ± 7^a	26 ± 1^a	32 ± 1^a	101 ± 4^a	115 ± 7^a
	0.625	27 ± 3^a	35 ± 2^a	96 ± 4^a	138 ± 4^a	455 ± 27^c	295 ± 36^c	457 ± 17^d	894 ± 20^c
	1.25	29 ± 2^a	44 ± 5^a	93 ± 1^a	109 ± 5^a	379 ± 41^c	182 ± 11^b	389 ± 8^c	757 ± 92^c
	2.50	26 ± 2^a	36 ± 0^a	88 ± 7^a	108 ± 5^a	248 ± 20^b	133 ± 27^b	299 ± 23^b	335 ± 41^b
	AF-2,B*(a)*P	265 ± 24^b	322 ± 18^b	394 ± 41^b	742 ± 80^b	287 ± 12^b	338 ± 19^c	402 ± 11^c	776 ± 6^c

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Prachinburi	DMSO	25 ± 0^{a}	27 ± 1^{a}	104 ± 0^{a}	120 ± 1^{a}	25 ± 0^{a}	27 ± 1^{a}	104 ± 0^{a}	120 ± 4^{a}
	0.625	31 ± 3^{a}	32 ± 1^{a}	103 ± 3^{a}	115 ± 1^{a}	363 ± 5^{c}	373 ± 21^{c}	421 ± 4^{c}	902 ± 29^{bc}
	1.25	29 ± 1^{a}	42 ± 4^{a}	122 ± 1^{a}	117 ± 4^{a}	293 ± 2^{b}	373 ± 13^{c}	418 ± 8^{c}	778 ± 70^{b}
	2.50	31 ± 4^{a}	37 ± 3^{a}	115 ± 4^{a}	123 ± 3^{a}	372 ± 5^{c}	305 ± 5^{b}	289 ± 8^{b}	901 ± 36^{bc}
	AF-2,B*(a)*P	321 ± 4^{b}	444 ± 19^{b}	465 ± 4^{b}	925 ± 19^{b}	370 ± 42^{c}	404 ± 15^{c}	476 ± 45^{c}	953 ± 28^{c}
Ratchaburi	DMSO	28 ± 5^{a}	31 ± 1^{a}	87 ± 7^{a}	110 ± 6^{ab}	28 ± 5^{a}	31 ± 1^{a}	87 ± 7^{a}	110 ± 6^{ab}
	0.625	29 ± 6^{a}	18 ± 0^{a}	93 ± 13^{a}	115 ± 3^{a}	243 ± 8^{b}	351 ± 1^{b}	408 ± 6^{c}	1146 ± 10^{c}
	1.25	26 ± 1^{a}	36 ± 4^{a}	124 ± 18^{a}	99 ± 14^{ab}	219 ± 12^{b}	360 ± 14^{b}	384 ± 9^{c}	872 ± 242^{c}
	2.50	27 ± 3^{a}	34 ± 5^{a}	113 ± 12^{b}	105 ± 5^{b}	258 ± 19^{b}	384 ± 16^{b}	308 ± 9^{b}	449 ± 44^{b}
	AF-2,B*(a)*P	339 ± 38^{b}	303 ± 14^{b}	421 ± 11^{b}	1026 ± 19^{c}	268 ± 33^{b}	374 ± 12^{c}	411 ± 17^{c}	880 ± 22^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Chachoengsoa	DMSO	25 ± 0^{a}	33 ± 0^{a}	103 ± 3^{a}	119 ± 5^{a}	25 ± 0^{a}	33 ± 0^{a}	103 ± 3^{a}	119 ± 5^{a}
	0.625	26 ± 1^{a}	30 ± 0^{a}	94 ± 0^{a}	115 ± 3^{a}	273 ± 26^{b}	430 ± 24^{c}	443 ± 23^{b}	660 ± 90^{c}
	1.25	25 ± 2^{a}	44 ± 4^{a}	122 ± 6^{a}	127 ± 5^{ab}	252 ± 20^{b}	359 ± 11^{b}	461 ± 51^{b}	480 ± 35^{b}
	2.50	28 ± 0^{a}	38 ± 5^{a}	113 ± 10^{a}	141 ± 9^{b}	250 ± 4^{b}	442 ± 19^{c}	500 ± 24^{b}	610 ± 10^{bc}
	AF-2,B*(a)*P	280 ± 29^{b}	370 ± 38^{b}	568 ± 18^{b}	821 ± 7^{c}	293 ± 11^{b}	334 ± 4^{b}	514 ± 24^{b}	872 ± 46^{d}
Sakon	DMSO	38 ± 1^{a}	36 ± 4^{a}	118 ± 4^{a}	115 ± 11^{ab}	38 ± 1^{a}	36 ± 4^{a}	118 ± 4^{a}	115 ± 11^{a}
Nakhon	0.625	39 ± 3^{a}	35 ± 3^{a}	135 ± 11^{a}	138 ± 5^{b}	244 ± 12^{b}	306 ± 12^{b}	328 ± 9^{c}	953 ± 33^{d}
	1.25	36 ± 1^{a}	36 ± 1^{a}	106 ± 7^{a}	103 ± 4^{a}	261 ± 15^{b}	254 ± 11^{b}	242 ± 30^{b}	685 ± 52^{b}
	2.50	36 ± 4^{a}	46 ± 1^{a}	123 ± 5^{a}	90 ± 9^{a}	210 ± 19^{b}	262 ± 7^{b}	374 ± 47^{cd}	592 ± 12^{b}
	AF-2,B*(a)*P	252 ± 14^{b}	338 ± 21^{b}	477 ± 11^{b}	780 ± 14^{c}	253 ± 26^{b}	295 ± 36^{b}	428 ± 5^{d}	844 ± 21^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Loei	DMSO	31 ± 2^a	32 ± 5^a	102 ± 24^a	87 ± 5^a	31 ± 3^a	32 ± 2^a	102 ± 5^a	87 ± 20^a
	0.625	40 ± 7^a	35 ± 4^a	87 ± 36^a	89 ± 9^a	173 ± 4^c	347 ± 4^d	362 ± 20^c	739 ± 57^c
	1.25	41 ± 3^a	62 ± 7^a	118 ± 5^a	122 ± 4^a	119 ± 3^b	207 ± 13^b	314 ± 4^b	628 ± 85^c
	2.50	33 ± 1^a	36 ± 4^a	117 ± 9^a	150 ± 14^a	103 ± 10^b	182 ± 17^b	312 ± 10^b	463 ± 8^b
	AF-2,B*(a)*P	325 ± 5^b	380 ± 24^b	458 ± 4^b	1026 ± 28^b	274 ± 49^d	296 ± 12^c	411 ± 9^d	928 ± 78^d
Nong Bua	DMSO	30 ± 1^a	40 ± 1^a	119 ± 8^a	122 ± 4^a	30 ± 1^a	40 ± 1^a	119 ± 8^a	122 ± 4^a
Lam Phu	0.625	30 ± 3^a	33 ± 2^a	96 ± 5^a	122 ± 1^a	247 ± 7^c	412 ± 8^c	323 ± 18^{cd}	796 ± 71^b
	1.25	24 ± 2^a	35 ± 1^a	113 ± 11^a	144 ± 6^a	238 ± 6^c	299 ± 33^b	282 ± 2^b	701 ± 32^b
	2.50	34 ± 3^a	35 ± 0^a	110 ± 5^a	219 ± 21^b	196 ± 6^b	261 ± 8^b	273 ± 23^b	697 ± 104^b
	AF-2,B*(a)*P	243 ± 3^b	376 ± 7^b	387 ± 12^b	915 ± 2^c	245 ± 10^c	376 ± 4^c	369 ± 33^d	1026 ± 79^d

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Khon Kaen	DMSO	22 ± 2^a	33 ± 0^a	88 ± 4^a	107 ± 2^a	22 ± 2^a	33 ± 0^a	88 ± 4^a	107 ± 2^a
	0.625	24 ± 0^a	29 ± 2^a	101 ± 4^a	102 ± 2^a	245 ± 6^b	362 ± 22^c	389 ± 38^b	833 ± 49^b
	1.25	27 ± 1^a	45 ± 4^a	100 ± 7^a	114 ± 6^a	230 ± 14^b	376 ± 39^c	345 ± 26^b	848 ± 66^b
	2.50	26 ± 0^a	28 ± 3^a	105 ± 8^a	113 ± 1^a	232 ± 13^b	260 ± 2^b	416 ± 28^b	882 ± 23^b
	AF-2,B*(a)*P	272 ± 15^b	384 ± 40^b	539 ± 8^b	1068 ± 63^b	228 ± 20^b	358 ± 33^c	549 ± 49^c	1198 ± 72^c
Chaiyaphum	DMSO	32 ± 2^a	36 ± 1^a	89 ± 7^a	128 ± 9^a	32 ± 2^a	36 ± 1^a	89 ± 7^a	128 ± 9^a
	0.625	34 ± 2^a	47 ± 2^a	74 ± 5^a	150 ± 12^a	310 ± 10^c	282 ± 6^b	427 ± 12^b	548 ± 33^c
	1.25	23 ± 2^a	32 ± 3^a	95 ± 13^a	133 ± 15^a	263 ± 5^c	278 ± 17^b	382 ± 47^b	440 ± 17^b
	2.50	23 ± 0^a	31 ± 2^a	89 ± 5^a	119 ± 6^a	174 ± 17^b	232 ± 39^b	414 ± 35^b	574 ± 31^c
	AF-2,B*(a)*P	271 ± 29^b	382 ± 29^b	477 ± 30^b	888 ± 54^b	290 ± 25^c	442 ± 18^c	476 ± 41^b	837 ± 3^d

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S.* typhimurium TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Nakhon Ratchasima	DMSO	26 ± 3^{a}	26 ± 0^{a}	124 ± 12^{a}	142 ± 20^{a}	26 ± 86^{a}	26 ± 1^{a}	124 ± 7^{a}	142 ± 9^{a}
	0.625	27 ± 2^{a}	32 ± 3^{a}	133 ± 10^{ab}	171 ± 8^{a}	$223 \pm 2b^{c}$	291 ± 8^{cd}	325 ± 16^{b}	775 ± 16^{b}
	1.25	28 ± 2^{a}	37 ± 6^{a}	169 ± 12^{b}	159 ± 10^{a}	187 ± 7^{b}	274 ± 10^{bc}	306 ± 3^{b}	807 ± 28^{b}
	2.50	24 ± 2^{a}	33 ± 0^{a}	135 ± 9^{ab}	153 ± 25^{a}	204 ± 17^{bc}	261 ± 4^{b}	297 ± 23^{b}	758 ± 57^{b}
	AF-2,B*(a)*P	256 ± 11^{b}	367 ± 15^{b}	332 ± 15^{c}	962 ± 30^{b}	246 ± 24^{c}	307 ± 11^{d}	347 ± 28^{b}	938 ± 59^{c}
Srisaket	DMSO	21 ± 5^{a}	30 ± 1^{a}	78 ± 3^{a}	120 ± 3^{a}	21 ± 5^{a}	30 ± 1^{a}	78 ± 3^{a}	120 ± 3^{a}
	0.625	24 ± 0^{a}	38 ± 5^{a}	77 ± 3^{a}	116 ± 4^{a}	232 ± 14^{b}	372 ± 36^{b}	404 ± 19^{b}	753 ± 47^{cd}
	1.25	20 ± 3^{a}	25 ± 4^{a}	93 ± 7^{a}	115 ± 2^{a}	238 ± 25^{b}	328 ± 6^{b}	467 ± 21^{c}	632 ± 50^{bc}
	2.50	19 ± 1^{a}	32 ± 2^{a}	85 ± 6^{a}	112 ± 2^{a}	239 ± 7^{b}	335 ± 35^{b}	397 ± 10^{b}	522 ± 3^{6b}
	AF-2,B*(a)*P	241 ± 12^{b}	380 ± 10^{b}	398 ± 25^{b}	821 ± 28^{b}	228 ± 13^{b}	343 ± 22^{b}	414 ± 13^{b}	840 ± 110^{d}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S.* typhimurium TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Tak	DMSO	32 ± 5^{a}	35 ± 3^{a}	72 ± 2^{a}	119 ± 5^{a}	32 ± 5^{a}	35 ± 3^{a}	72 ± 2^{a}	119 ± 5^{a}
	0.625	28 ± 0^{a}	34 ± 1^{a}	98 ± 14^{a}	139 ± 13^{a}	252 ± 15^{c}	360 ± 69^{c}	372 ± 7^{c}	1021 ± 95^{c}
	1.25	24 ± 2^{a}	49 ± 5^{a}	91 ± 13^{a}	121 ± 4^{a}	195 ± 16^{b}	223 ± 21^{b}	298 ± 28^{b}	818 ± 25^{b}
	2.50	30 ± 4^{a}	40 ± 3^{a}	97 ± 0^{a}	129 ± 6^{b}	230 ± 18^{bc}	211 ± 16^{b}	362 ± 11^{bc}	682 ± 7^{b}
	AF-2,B*(a)*P	230 ± 2^{b}	354 ± 10^{b}	483 ± 8^{b}	1060 ± 46^{b}	268 ± 18^{c}	362 ± 16^{c}	512 ± 37^{d}	1105 ± 54^{c}
Kanchanaburi	DMSO	26 ± 1^{a}	39 ± 1^{a}	101 ± 3^{a}	120 ± 2^{a}	26 ± 1^{a}	39 ± 1^{a}	101 ± 3^{a}	120 ± 2^{a}
	0.625	29 ± 3^{a}	34 ± 2^{a}	93 ± 2^{a}	122 ± 5^{a}	172 ± 20^{b}	346 ± 17^{b}	232 ± 10^{b}	864 ± 18^{d}
	1.25	26 ± 2^{a}	34 ± 2^{a}	99 ± 7^{a}	137 ± 24^{a}	261 ± 20^{c}	332 ± 44^{b}	310 ± 23^{c}	786 ± 19^{c}
	2.50	26 ± 1^{a}	42 ± 2^{a}	109 ± 3^{a}	115 ± 24^{a}	186 ± 16^{b}	343 ± 10^{b}	185 ± 21^{b}	494 ± 40^{b}
	AF-2,B*(a)*P	264 ± 12^{b}	386 ± 3^{b}	431 ± 22^{b}	780 ± 29^{b}	282 ± 19^{c}	297 ± 22^{b}	394 ± 17^{d}	750 ± 23^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials. DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือแดง (*B. superba)* เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Chonburi	DMSO	30 ± 0^{a}	30 ± 2^{a}	75 ± 2^{a}	107 ± 2^{a}	30 ± 0^{a}	30 ± 2^{a}	75 ± 2^{a}	107 ± 2^{a}
	0.625	25 ± 2^{a}	32 ± 1^{a}	78 ± 2^{a}	114 ± 4^{a}	256 ± 10^{c}	325 ± 72^{bc}	482 ± 6^{c}	877 ± 56^{c}
	1.25	27 ± 0^{a}	26 ± 1^{a}	84 ± 3^{a}	120 ± 4^{a}	198 ± 13^{b}	244 ± 26^{b}	445 ± 18^{b}	422 ± 47^{b}
	2.50	31 ± 1^{a}	31 ± 1^{a}	82 ± 2^{a}	112 ± 2^{a}	235 ± 15^{bc}	24 ± 5^{a}	572 ± 3^{d}	97 ± 2^{a}
	AF-2,B*(a)*P	266 ± 12^{b}	416 ± 14^{b}	541 ± 19^{b}	828 ± 15^{b}	261 ± 17^{c}	423 ± 52^{c}	512 ± 12^{c}	856 ± 37^{c}
Chantaburi	DMSO	32 ± 2^{a}	31 ± 0^{a}	95 ± 4^{a}	100 ± 6^{a}	32 ± 2^{a}	31 ± 0^{a}	95 ± 4^{a}	100 ± 6^{a}
	0.625	26 ± 2^{a}	41 ± 2^{a}	102 ± 4^{ab}	114 ± 5^{a}	263 ± 23^{c}	389 ± 17^{cd}	482 ± 8^{c}	616 ± 32^{b}
	1.25	26 ± 1^{a}	40 ± 4^{a}	118 ± 4^{b}	115 ± 5^{a}	231 ± 13^{c}	382 ± 10^{c}	454 ± 8^{c}	548 ± 71^{b}
	2.50	30 ± 4^{a}	87 ± 4^{b}	119 ± 5^{b}	122 ± 3^{a}	176 ± 10^{b}	279 ± 21^{b}	304 ± 69^{b}	531 ± 49^{b}
	AF-2,B*(a)*P	265 ± 11^{b}	418 ± 26^{a}	500 ± 12^{c}	895 ± 50^{b}	249 ± 23^{c}	430 ± 9^{d}	484 ± 25^{c}	830 ± 13^{c}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 14 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือดำ (*M. collettii*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Chiang Rai	DMSO	21 ± 1^a	56 ± 4^a	74 ± 3^a	110 ± 3^a	21 ± 1^a	56 ± 4^a	74 ± 3^a	110 ± 3^a
	0.625	21 ± 1^a	53 ± 5^a	78 ± 5^a	113 ± 4^a	256 ± 18^b	271 ± 10^c	409 ± 7^c	862 ± 47^c
	1.25	30 ± 4^a	45 ± 1^a	81 ± 8^a	105 ± 1^a	244 ± 12^b	250 ± 9^c	458 ± 14^d	932 ± 7^c
	2.50	27 ± 1^a	57 ± 5^a	73 ± 1^a	110 ± 7^a	254 ± 7^b	210 ± 3^b	350 ± 12^b	554 ± 14^b
	AF-2,B*(a)*P	232 ± 7^b	322 ± 13^b	409 ± 10^b	930 ± 16^b	257 ± 10^b	340 ± 13^d	422 ± 6^c	917 ± 84^c
Chiang Mai	DMSO	20 ± 0^a	29 ± 0^a	80 ± 4^a	124 ± 5^a	20 ± 0^a	29 ± 0^a	80 ± 4^a	124 ± 5^a
	0.625	20 ± 0^a	29 ± 2^a	85 ± 1^a	111 ± 1^a	301 ± 7^c	401 ± 42^{bc}	281 ± 25^b	543 ± 32^c
	1.25	18 ± 1^a	26 ± 3^a	80 ± 0^a	114 ± 0^a	319 ± 6^c	454 ± 16^c	346 ± 20^c	394 ± 20^b
	2.50	20 ± 1^a	30 ± 3^a	77 ± 2^a	128 ± 2^a	257 ± 12^b	375 ± 18^b	277 ± 5^b	356 ± 26^b
	AF-2,B*(a)*P	287 ± 7^b	411 ± 6^b	394 ± 21^b	780 ± 20^b	301 ± 8^c	385 ± 14^{bc}	362 ± 29^c	723 ± 17^d

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 μg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 μg/plate for *S.* typhimurium TA98 and TA100, respectively.

ตารางที่ 14 ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดจากกวาวเครือดำ (*M. collettii*) เก็บจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีทดสอบแบบเอมส์ ด้วย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 (ตารางต่อ)

Province	Dose (mg/plate)	Average of *His*$^+$ revertant colonies (Mean ± S.E.M.)							
		Mutagenicity				Anti-Mutagenicity			
		TA98		TA100		TA98		TA100	
		-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Lampang	DMSO	24 ± 1^{a}	38 ± 1^{a}	64 ± 2^{a}	106 ± 4^{a}	24 ± 1^{a}	38 ± 1^{a}	64 ± 2^{a}	106 ± 4^{a}
	0.625	28 ± 2^{a}	46 ± 3^{a}	66 ± 2^{a}	103 ± 1^{a}	209 ± 24^{b}	363 ± 14^{c}	464 ± 16^{b}	874 ± 29^{b}
	1.25	26 ± 0^{a}	39 ± 0^{a}	73 ± 3^{a}	114 ± 6^{a}	260 ± 10^{c}	291 ± 28^{b}	$560 \pm 44b^{c}$	1130 ± 88^{cd}
	2.50	30 ± 1^{a}	44 ± 2^{a}	69 ± 1^{a}	121 ± 2^{a}	273 ± 6^{c}	266 ± 14^{b}	653 ± 45^{c}	1026 ± 8^{bc}
	AF-2,B*(a)*P	262 ± 30^{b}	415 ± 24^{b}	592 ± 39^{b}	1220 ± 47^{b}	272 ± 6^{c}	368 ± 21^{c}	517 ± 41^{b}	1241 ± 62^{d}
Kanchana buri	DMSO	25 ± 0^{a}	41 ± 1^{a}	85 ± 2^{a}	114 ± 5^{a}	25 ± 0^{a}	41 ± 1^{a}	85 ± 2^{a}	114 ± 5^{a}
	0.625	26 ± 1^{a}	44 ± 0^{a}	78 ± 2^{a}	108 ± 4^{a}	265 ± 14^{b}	301 ± 13^{c}	465 ± 21^{b}	456 ± 6^{b}
	1.25	31 ± 0^{a}	47 ± 2^{a}	85 ± 3^{a}	118 ± 4^{a}	231 ± 23^{b}	88 ± 4^{b}	413 ± 23^{b}	119 ± 21^{a}
	2.50	37 ± 2^{a}	37 ± 3^{a}	85 ± 28^{a}	115 ± 3^{a}	255 ± 8^{b}	77 ± 5^{b}	469 ± 60^{b}	70 ± 3^{a}
	AF-2,B*(a)*P	301 ± 41^{b}	390 ± 25^{b}	554 ± 50^{b}	965 ± 17^{b}	240 ± 11^{b}	406 ± 8^{d}	493 ± 20^{b}	988 ± 48^{b}

Means not sharing a common superscript letter in the same column of one province are significantly different ($P < 0.05$) as determined by Duncan's multiple range test. Results shown were mean ± S.E.M. from triplicate trials.

DMSO was negative control, AF-2 and B*(a)*P were positive control as standard mutagens when tested in the absence and presence of S9 mixture. The revertant colonies induced by AF-2 at 0.1 and 0.01 µg/plate or B*(a)*P at 10 and 5 µg/plate for *S. typhimurium* TA98 and TA100, respectively.

8. วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบการอยู่รอดของแบคทีเรียสายพันธุ์ TA98 / TA100 พบว่า สารสกัดกวาวเครือดำแสดงฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มากที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 153 และ 763 µg/ml ในการทดสอบกับแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ดังกล่าวตามลำดับ สารสกัดกวาวเครือแดงออกฤทธิ์ในระดับปานกลางโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1,137 และ 2,096 µg/ml ในการแสดงผลกับแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ดังกล่าวตามลำดับ ในขณะที่กวาวเครือขาวแสดงฤทธิ์อ่อนที่สุด สารสกัดกวาวเครือขาวในปริมาณ 0.625 , 1.25 และ 2.5 µg/plate ไม่แสดงผลเป็นพิษต่อเซลล์แบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่เกิดจากการทดสอบด้วย DMSO (negative control) โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 3,205 และ 5,469 µg/ml ในการแสดงผลกับแบคทีเรียดังกล่าวตามลำดับ ในการทดลองครั้งนี้จึงปรับใช้กวาวเครือดำในปริมาณต่ำกว่ากวาวเครือขาวและกวาวเครือแดง เพื่อให้สามารถทำการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์และต้านก่อกลายพันธุ์ ผลการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างกวาวเครือขาวที่เก็บรวบรวมจาก 28 จังหวัด พบว่ากวาวเครือขาวทั้งหมดไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ในสภาพก่อนและหลังการเกิดเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ สารออกฤทธิ์สำคัญในกวาวเครือขาวคือ isoflavonoid ได้แก่ puerarin , daidzin , genistin , daidzein และ genistein (Cherdshewasart et al., 2006) มีรายงานว่า daidzein และ genistein ในปริมาณ 1 - 500 µg/plate ในพืชตระกูลถั่วไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เมื่อทดสอบโดย Ames test ใน *Salmonella* ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มี S9 mixture หรือในสภาพก่อนและหลังการเกิดเมตาโบลิสซึมโดยเอนไซม์จากตับ (Bartholomew and Ryan 1980) ปริมาณ daidzien และ genistein ที่ใช้มีน้อยกว่าในการทดสอบครั้งนี้เนื่องจากการทดสอบครั้งนี้ใช้สารสกัดหยาบ

ผลการทดสอบ genotoxicity ของ daidzein ใน L51789 mouse lymphoma cells ได้ผลเป็นลบเช่นเดียวกัน (Kulling et al., 2002) แต่พบว่า genistein ที่ความเข้มข้น 29.6 – 118.9 nM มีฤทธิ์ genotoxicity โดยการชักนำให้เกิดทั้ง micronucleus และการแตกสลายของ DNA (Boos and Stopper , 2000) 17-β estradiol ที่ใช้เป็น positive control ไม่แสดงฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ใน Salmonella ทั้งในสภาพก่อนและหลังการเกิดเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ (Lang and Reiman 1993) แต่17- β estradiol ในปริมาณ 10^{-19} - 10^{-14} M มีผลชักนำให้เกิด Mutation ใน V79 Chinese hamster cells (Drevon et al., 1981)

ผลการทดลองในส่วนของตัวอย่างกวาวเครือขาวที่เก็บรวบรวมจาก 28 จังหวัดในประเทศไทย สรุปได้ว่ามีความปลอดภัยในประเด็นของความเสี่ยงต่อการกระตุ้นให้เกิดมะเร็งในร่างกายมนุษย์ เนื่องจากไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ ซึ่งมีความเสี่ยงน้อยกว่าหรือมีความปลอดภัยมากกว่า การใช้ 17- β estradiol

การทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างกวาวเครือแดงที่เก็บรวบรวมจาก 24 จังหวัด พบว่ากวาวเครือแดงทั้งหมดไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ ในสภาพก่อนและหลังการเกิดเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จาก

ตับ เมื่อเปรียบเทียบกับ AF-2 ที่ใช้เป็นชุดควบคุม กวาวเครือแดงมี β-sitosterol เป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่ง ซึ่งมีรายงานว่า β-sitosterol oxide ในปริมาณสูงถึง 120 µl/ml ไม่แสดงผล genotoxicity ในการทดสอบกับ U937 และ V79 cells เมื่อตรวจสอบโดยวิธี Chromatid exchange assay (Magnire et al., 2003) ผลการทดสอบแสดงว่ากวาวเครือแดงในปริมาณที่ใช้ทดสอบกับ Ames test ไม่มีความเสี่ยงต่อการก่อมะเร็ง

การทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างกวาวเครือดำที่เก็บรวบรวมจาก 4 จังหวัด พบว่ากวาวเครือดำไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ ในสภาพก่อนและหลังการเกิดเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ สารออกฤทธิ์สำคัญในกวาวเครือดำคือ kaempferol, quercetin และ hopeaphenol (Sookkongwaree et al., 2006) เคยมีรายงานว่า kaempferol ในปริมาณ 5 µM/plate และ quercetin ในปริมาณ 60 nM/plate ออกฤทธิ์เป็นสารก่อกลายพันธุ์ในการทดสอบกับ *Salmonella* ในสภาวะที่ไม่ผ่านเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ (Czeczot, et al., 1990; Edenharder and Grunhage, 2003) ในขณะ kaempferol ที่ในปริมาณ 200-800 mg/kg สามารถชักนำให้เกิดการสร้าง micronucleus ในไขกระดูกของหนูไมซ์ (Sahu, et al., 1981) แสดงว่าสารดังกล่าวอาจจะมีน้อยในตัวอย่างกวาวเครือดำที่ใช้ในการศึกษาหรืออาจจะมีสารอื่นที่มีฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์อยู่มากในกวาวเครือดำจึงทำให้ไม่พบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์จากสารสกัดกวาวเครือดำในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ยังสามารถสรุปได้ว่า กวาวเครือดำในปริมาณที่ใช้ทดสอบ ซึ่งใช้ปริมาณน้อยกว่ากวาวเครือขาวเนื่องจากที่ความเข้มข้นสูงมีฤทธิ์ cytotoxicity ไม่มีฤทธิ์ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์แบบ base substitution และ frameshift mutation หรืออาจกล่าวได้ว่ากวาวเครือดำในปริมาณต่ำมีความปลอดภัยต่อการนำไปบริโภค

สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์โดยใช้ทดสอบกับสารก่อกลายพันธุ์ 2 ชนิด ผลการทดสอบปรากฏว่าสารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดออกฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ที่ชักนำโดยวิธีตรงจาก AF-2 และที่ชักนำโดยวิธีอ้อมจาก B(*a*)P

ผลการทดสอบของสารสกัดกวาวเครือขาวที่เก็บตัวอย่างจาก 28 จังหวัดในประเทศไทยกับ AF-2 และ B(*a*)P พบกว่ากวาวเครือขาวออกฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์แปรผันโดนตรงกับปริมาณที่ใช้ มีรายงานว่า daidzein และ genistein ที่สกัดได้จากถั่วเหลืองออกฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ใน *Salmonella typhimurium* TA100 (Miyazawa, et al., 1999) สารทั้งสองชนิดยังสามารถแสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของ B(*a*)P ที่ทดสอบใน HepG2 cells (Kim, et al., 2000) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าทั้ง daidzein และ genistein ซึ่งมีอยู่ในกวาวเครือขาวอาจจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ของกวาวเครือขาว

ผลการตรวจสอบของสารสกัดกวาวเครือแดงที่เก็บตัวอย่างใน 24 จังหวัดในประเทศไทยกับ AF-2 และ B(*a*)P พบว่ากวาวเครือแดงออกฤทธิ์แปรผันโดยตรงกับปริมาณที่ใช้ และจะแสดงฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ

ผลการตรวจสอบของสารสกัดกวาวเครือดำที่เก็บตัวอย่างจาก 4 จังหวัดในประเทศไทยพบว่าในสภาวะที่ไม่มีเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ สารสกัดกวาวเครือดำจะมีฤทธิ์อ่อน แต่เมื่อมีเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ สารสกัดกวาวเครือดำจะแสดงฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์อย่างรุนแรง

โดยภาพรวมพบว่าสารสกัดจากกวาวเครือขาว กวาวเครือแดงและกวาวเครือดำออกฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ เมื่อมีการทดสอบด้วย S9 mixture นั่นคือเมื่อมีเมตาโบลิซึมโดยเอนไซม์จากตับ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองก่อนหน้านี้ที่พบว่าสารสกัดกวาวเครือขาวมีฤทธิ์ทางชีวภาพมากขึ้นภายหลังการเกิดการกระตุ้นผ่านกระบวนการเมตาโบลิซึม (Lee, et al., 2002) ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งจากผลการทดลองนี้คือ มีความแตกต่างของฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์ในประชากรกวาวเครือขาว กวาวเครือแดงและกวาวเครือดำในประเทศไทย ข้อมูลจากงานวิจัยเรื่องนี้จึงมีประโยชน์สำหรับนักคัดเลือกพันธุ์พืชที่อาจจะคัดเลือกพันธุ์กวาวเครือโดยพิจารณาความแรงในการออกฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์เพื่อนำไปคัดพันธุ์และขยายพันธุ์ปลูกในเชิงพาณิชย์เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีความเสี่ยงต่ำหรือมีความปลอดภัยสูงต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะในประเด็นของการไม่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ ในขณะเดียวกันอาจได้สายพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านก่อกลายพันธุ์สูง ซึ่งอาจจะพัฒนาไปเป็นวัตถุดิบผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง แต่ทั้งนี้ควรจะมีการทำวิจัยในพืชกลุ่มนี้ต่อไปโดยเฉพาะการทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งของเซลล์มะเร็งเพาะเลี้ยงซึ่งมีการค้นพบแล้วว่า กวาวเครือทั้ง 3 ชนิดมีฤทธิ์ต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านม (MCF-7) และเซลล์มะเร็งปากมดลูก (HeLa) ที่สำคัญที่สุดคือการทดสอบกับสัตว์ทดลอง เพื่อจำลองให้มีสภาพใกล้เคียงกับการบริโภคของมนุษย์ให้มากที่สุด

9. เอกสารอ้างอิง

Adlercreutz, H., Honju, H., Higashi, A., Fotsis, T., Hamallainen, E., Hasegawa, T., Okada, H. 1991. Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogens in Japanese men and women consuming a traditional Japanese food. American Journal of Clinical Nutrition. 54: 1093-1100.

Ames, B. N., McCann, J., Yamasaki, E. 1975. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Samolnella*/Mammalian-microsome mutagenicity test. Mutation Research. 31: 347-364.

Ames, B. N., Marons, D.M. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. Mutation Research. 113: 173-215.

Awad, A. B., Fink, C. S. 2000. Phytoesterol as anticancer dietary components: Evidence and mechanism of action. Journal of Nutrition. 130: 2127-2130.

Bartholomew, R.M., Ryan, D.S. 1980. Lack of mutagenicity of some phytoestrogens in the *Salmonella*/mammalian microsome assay. Mutation Research. 78: 317-321.

Benson, G.K., Cowie, A.T., Hosking, Z.D. 1961. Mammogenic activity of miroestrol. Journal of Endocrinology. 21: 401-409.

Booth, N.L., Overk, C.R., Yao, P., Totura, S., Deng, Y., Hedayat, A.S., Bolton, J.L., Pauli, G.F. and Farnsworth, N.R. 2006. Seasonal variation of red clover (*Trifolium pratense* L., Fabaceae) isoflavones and estrogenic activity. Journal of Agricultural Food Chemistry. 54: 1277-1282.

Boos, G., Stopper, H. 2000. Genotoxicity of several clinically used topoisomerase II inhibitors. Toxicology Letters. 116: 7-16.

Cain, J. C. 1960. Miroestrol: An oestrogen from the plant *Pueraria mirifica*. Nature. 158: 774-777.

Chansakaow S, Ishikawa T, Seki H, Sekine K, Okada M, Chaichantipyuth C (2000) Identification of deoxymiroestrol as the actual rejuvenating principle of "Kwao Keur", *Pueraria mirifica*. The known miroestrol may be an artifact. Journal of Natural Products. 63: 174-176.

Chansakaow S., Ishikawa T., Sekine K., Okada M., Higuchi Y., Kudo M., Chaichantipyuth C. (2000) Isoflavonoids from *Pueraria mirifica* and their estrogenic activity. Planta Medica. 66: 572-575.

Cherdshewasart, W. 2003. Toxicity tests of a phytoestrogen rich herb, *Pureria mirifica*. Journal of Scientific Research Chulalongkorn University. 28: 1-12.

Cherdshewasart, W., Nimsakul, N. 2003. Clinical trial of *Butea superba*, an alternative herbal treatment for erectile dysfunction. Asian Journal of Andrology. 5: 234- 246.

Cherdshewasart W, Cheewasopit W, Picha P. 2004. The differential anti-proliferation effect of the white (*Pueraria mirifica*), red (*Butea superba*) and black (*Mucuna collettii*) Kwao Krua plants on the growth of MCF-7 cells. Journal of Ethnopharmacology. 93: 255-260.

Cherdshewasart W., Cheewasopit W., Picha P. 2004. Anti-proliferation effects of the white (*Pueraria mirifica*), red (*Butea superba*) and black (*Mucuna collettii*) Kwao Krua plants on the growth of HeLa cells. Journal of Scientific Research Chulalongkorn University. 29: 27-32.

Cherdshewasart, W., Subtang, S., Dahlan, W., 2006. Major isoflavonoid contents of the phytoestrogen rich-herb *Pueraria mirifica* in comparison with *Pueraria lobata*. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. (in prepare)

Connor, W.E., Lin, D.S., Pappu, A.S., Frohlich, J. and Gerhard, G. 2005. Dietary sitostanol and campestanol: accumulation in the blood of humans with sitosterolemia and xanthomatosis and in rat tissues. Lipids. 40: 919-923.

Drevon, C., Piccoli, C., Montessano, R. 1981. Mutagenicity assays of estrogenic hormones in mammalian cells. Mutation Research. 89: 83-90.

Falcao, M.J., Pouliquem, Y.B., Lima, M.A., Gramosa, N.V., Costa-Lotufo, L.V., Militao, G.C., Pessao, C., de moraes, M.O., Silvera, E.R.2005. Cytotoxic flavonoids from *Platymiscium florbundum*. Journal of Natural Products. 68: 423-426.

Han, J., Wang, W., Wang, L.Y., Liu, S. and Kang, T.D. 2004. Effect of puerarin and daidzein on proliferating vascular smooth muscle cells. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 29: 437-440.

Heo, H.J., Suh, Y.M., Kim, M.J., Choi, S.J., Mun, N.S., Kim, H.K., Kim, E., Kim, C.J., Cho, H.Y., Kim, Y.J. and Shin, D.H. 2006. Daidzein Activates Choline Acetyltransferase from MC-IXC Cells and Improves Drug-Induced Amnesia. Bioscience Biotechnology Biochemistry. 70: 107-111.

Huang, K.S., Lin, M., Cheng, G.F. 2001. Anti-inflamatory tetramers of resveratrol from the roots of *Vitis amurensis* and the conformations of the seven-membered ring in some oligostilbenes. Phytochemistry. 58: 357-362.

Ho, S.S., and Pal, S. 2005. Margarine phytosterols decrease the secretion of atherogenic lipoproteins from HepG2 liver and Caco2 intestinal cells. Atherosclerosis. 182: 29-36.

Hoyodom, M. 1971. *Constituents of the tuberous roots of Pueraria mirifica*. Master's Thesis, Chulalongkorn University. 33 pp. (in Thai)

Ingham, J.L., Tahara, S., Dziedzig, S.Z. (1986) A chemical investigation of *Pueraria mirifica* roots. Zeitschrift fur Naturforschung C. 41c: 403-408.

Ingham, J.L., Markham, K.R., Dziedzig, S.Z., Pope G.S. (1986) Puerarin 6"- O -β - apiofuranoside, a C - glycosylisoflavone - O - glycoside from *Pueraria mirifica*. Phytochemistry. 25: 1772-1775.

Ingham J.L., Taharam S., Dziedzigm S.Z. (1989) Minor isoflavones from the root of *Pueraria mirifica*. Zeitschrift fur Naturforschung C. 44c: 724-726.

Ingram, D., Sanders, K., Kolybaba, M., Lopez, D. (1997) Case-control study of phytoestrogens and breast cancer. Lancet. 350: 990-994.

Ishida, H., Uesugi, T., Hirai, K., Tanada, T., Nukaya, H., Yokotsuka, K., Tsuji, K. (1998) Preventive effects of the plant isoflavones, daidzin and genistin on bone loss in ovariectomized rats fed with a calcium-deficient diet. Biological Pharmaceutical Bulletin. 21: 62-66.

Jagadeesh, S., Kyo, S. and Banerjee, P.P. 2006. Genistein Represses Telomerase Activity via Both Transcriptional and Posttranslational Mechanisms in Human Prostate Cancer Cells. Cancer Research. 66: 2107-2115.

Jaroenporn, S., Malaivijitnond, S., Wattanasirmkit, K., Trisomboon, H., Watanabe, G., Taya, K., Cherdshewasart, W., 2006. Effects of *Pueraria mirifica*, an herb containing phytoestrogens, on reproductive organs and fertility of adult male mice. Endocrine. (In Press).

Jones, H.E.M., Pope, G.S. (1960) A study of the action of miroestrol and other oestrogens on the reproductive tract of the immature female mouse. Journal of Endocrinology. 20: 229-235.

Jones, H.E.M., Pope, G.S. (1961) A method for the isolation of miroestrol from *Pueraria mirifica*. Journal of Endocrinology. 22: 303-312.

Kanokmedhakul, K., Kanokmedhakul, S. and Phatchana, R. 2005. Biological activity of Anthraquinones and Triterpenoids from *Prismatomeris fragrans*. Journal of Ethnopharmacology. 100: 284-288.

Kasemsanta, M.L.C., Suvatabhandu, K., Airy, S.H.K. 1952. A new species of *Pueraria* (Leguminosae) from Thailand, yielding an oestrogenic principle. Kew Bulletin. 263-266.

Klippel, K. F., Hilti, D. M., Schipp, B. 1997. A multicentri, placebo-controlled, double- blind clinical trail of β-sitosterol (phytosterol) for the treatment of benign prostatic hyperplasia. British Journal of Urology. 80: 427-432.

Ko, W.C., Shih, C.M., Lai, Y.H., Chen, J.H. and Huang, H.L. 2004. Inhibitory effects of flavonoids on phosphodiesterase isozymes from guinea pig and their structure-activity relationships. Biochemistry and Pharmacology. 68: 2087-2094.

Kulling, S.E., Lehman, L., Metzler, M. 2002. Oxidative metabolism and genotoxic potential of major isoflavonoid phytoestrogens. Journal of Chromatography B. 777: 211-218.

Lang, R., Reiman, R. 1993. Studies for a genotoxicity potential of some endogenous and exogenous sex steroids. I. Communication examination for the induction of gene mutation using the Ames *Salmonella*/microsome test and the HGPRT test in V79 cells. Environmental Molecular Mutagenesis. 21: 272-304.

Lee, Y.S. Park, J.S. Cho, S.D. Son, J.K. Cherdshewasart, W. Kang, K.S., 2002. Requirement of metabolic activation for estrogenic activity of *Pueraria mirifica*. Journal of Veterinary Science. 3: 273-277.

Li, X.H., Zhang, J.C., Sui, S.F and Yang, M.S. 2005. Effect of daidzin, genistin, and glycitin on osteogenic and adipogenic differentiation of bone marrow stromal cells and adipocytic transdifferentiation of osteoblasts. Acta Pharmacological Science. 26: 1081-1086.

Lowry, O.H., Roesbrought, N.J., Farr, A.L., Randell, R.J. 1951. Protein measurements with the Folin-phenol reagent, Journal of Biological Chemistry. 193: 265-275.

Lyu, S.Y., Rhim, J.Y. and Park, W.B. 2005. Antiherpetic activities of flavonoids against herpes simplex virus type 1 (HSV-1) and type 2 (HSV-2) *in vitro*. Archive of Pharmacological Research. 28: 1293-1301.

Magnire. L., Konoplyanikov, M., Ford, A., Maguire, A.R., O'Brien, N.M. 2003. Comparison of the cytotoxiv effects of beta-sitosterol oxides and a cholesterol oxide. 7 beta-hydroxycholesterol, in cultured mammalian cells. British Journal of Nutrition. 90: 767-775.

Malaivijitnond, S., Kiatthaipipat, K., Cherdshewasart, W., Watanabe, G., Taya, K., 2004. Effects of *Pueraria mirifica*, a herb containingphyttoestrogens, on LH and FSH secretion in gonadectomized female and male rats. Journal of Pharmaceutical Science. 96: 428-435.

Malaivijitnond, S., Chansri, K., Kijkuokul, P., Urasopon, N., Cherdshewasart, W. 2006. Using vaginal cytology to assess the estrogenicactivity of phytoestrogen-rich herb. Journal of Ethnopharmacology. 107: 354-360

Matsumura, A., Ghosg, A., Pope, G.S., Darbre, P.D. 2005. Comparative study of oestrogenic properties of eight phytoestrogens in MCF-7 human breast cancer cells. Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 94: 431-443.

Manosroi, A., Tharatha, S., Jainonthee, P., Manosroi, J. 2002. Determination of active compounds in root of *Pueraria mirifica*, Airy Shaw Suvatabhandhu and *Butea superba* Roxb. at different age from sites in Thailand. 28th Congress on Science and Technology of Thailand: p. 138.

Meezan, E., Meezan, E.M., Jones, K., Moore, R., Barnes, S., Prasain, J.K. 2005. Contrasting effects of puerarin and daidzin on glucose homeostasis in mice. Journal of Agricultural and Food Vhemistry. 53: 8760-8767.

Militao, G.C., Jimenez, P.C., Wilke, D.V., Pessoa, C., Falcao, M.J., Sausa, L.M.A., Silveira, E.R., de Moraes, M.O., Costa-Lotufo, L.V. 2005. Antimiotic properties of pterocarpans isolated from *Platymiscium floribundum* on sea urchin eggs. Planta Medica. 71: 683-685.

Miyazawa, M., Sakano, K., Nakamura, S., Kosaka, H. 1999. Antimutagenic activity of isoflavones from soybean seeds (*Glycine max* Merrill). Journal of Agricultural Food Chemistry. 47: 1346-1349.

Mortelmans, K., Zeiger, E. 2000. The Ames *Salmonella*/microsome mutagenicity assay. Mutation Research. 455: 29-60.

Muangman, V., Cherdshewasart, W. 2001. Clinical trial of the phytoestrogen rich herb, *Pureria mirifica* as a crude drug in the treatment of symptoms in menopausal woman. Siriraj Hospital Gazette. 53: 300-309.

Nakajima, M., Itoh, M., Yamanaka, H., Fukami, T., Tohudome, S., yamamoto, Y., Yamamoto, H., Yokoi, T. 2006. Isoflavones inhibit nicotine C-oxidation catalyzed by human CYP2A6. Journal of Clinical Pharmacology. 46: 337-344.

Ngamrojanavanich N, Loontaisong, A., Pengpreecha, S., Cherdshewasart, W., Pornpakakul, S., Pudhom, K. Roengsumran, S., Petsom. A. Cytotoxic constituents from *Butea superba* Roxb. Journal of Ethnopharmacology. 2006, doi:10.1016/j.jep.2006.07.034

Norton, R.A. 1999. Inhibition of aflatoxin B91) biosynthesis in *Aspergillus flavus* by anthocyanidins and related flavonoids. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 1230-1235.

Pengklai, C. 1977. *Mucuna colletti*. In Smitinand, T. (ed). Flora of Khao Yai National Park. Thailand : 70 p.

Rakslip, T. 1995. Chemical constituents of the tuberous roots of Butea superba Roxb. Master's Thesis, Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

Roberts, D.W., Doerge, D.R., Churchwell, M.I., Gamboa da Costa, G., Marques, M.M. and Tolleson, W.H. 2004. Inhibition of extrahepatic human cytochromes P450 1A1 and 1B1 by metabolism of isoflavones found in *Trifolium pratense* (red clover). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52: 6623-6632.

Roengsumran, S., Petsom, A., Ngamrojanavanich, N., Rugsilp, T., Sittiwicheanwong, P., Khorphueng, P., Cherdshewasart, W., Chaichantipyuth, C. 2000. Flavonoid and flavonoid glycoside from *Butea superba* Roxb and their cAMP phosphodiesterase inhibitory activity. Journal of Scientific Research Chulalongkorn University. 25: 170-176.

Roengsumran, S., Sookkongwaree, K., Petsom, A., Pornpakakul, S., Sangvanich, P. 2002. Cyclic AMP phosphodiesterase inhibitory from tubers of *Mucuna collettii* Lace. 27th Congress on Science and Technology of Thailand : p. 184.(abstract)

Ruiz, E., Padilla, E., Redondo, S., Gordillo-Moscoso, A. and Tejerina, T. 2006. Kaempferol inhibits apoptosis in vascular smooth muscle induced by a component of oxidized LDL. European Journal of Pharmacology. 529: 79-83.

Russo, A., Cardile, V., Lombardo, L., Vanella, L., Acquaviva, R. 2005. Genistin inhibits UV light-induced plasmid DNA damage and cell growth in human melanoma cells. Journal of Nutrition Biochemistry. 17: 103-108.

Sahidin, T., Hakim, E.H., Juliawaty, L.D., Syah, Y.M., bin Din, L., Ghisalberti, E.L., Latip, J., Said, I.M. and Achmad, S.A. 2005. Cytotoxic properties of oligostilbenoids from the tree barks of *Hopea dryobalanoides*. Zeitschrift fur Naturforschung. 60: 723-727.

Sahu, R.K., Basu, R., Sharma, A. 1981. Genetic toxicology testing of some plant flavonoids by the micronucleus test. Mutation Research. 89: 69-74.

Singh, A.V., Franke, A.A., Blackburn, G.L., Zhou, J.R. 2006. Soy phytochemicals prevent orthotopic growth and metastasis of bladder cancer in mice by alterations of cancer cell proliferation and apoptosis and tumor angiogenesis. Cancer Research. 66: 1851-1858.

Shi-Sheng L., Zhijie, G., Xizhi, F., Shannon, H.J., Sidney, M.H. 2004. Plant sterols as selective DNA polymerase β lyase inhibitors and potentiators of bleomycin cytotoxicity. Bioorganic Medical Chemistry. 12: 4253-4258.

Son, Y.O., Lee, K.Y., Kook, S.H., Lee, J.C., Kim, J.G., Jeon, Y.M., Jang, Y.S._ 2004. Selective effects of quercetin on the cell growth and antioxidant defense system in normal versus transformed mouse hepatic cell lines. European Journal of Pharmacology. 502, 195-204.

Sookkongwaree, K., Ngamrojvanich, N., Cherdshewasart, W., Buss, D.A., Roengsumran, S., Petsom, A. 2006. Cyclic AMP phosphodiesterase inhibitors from *Mucuna collettii* Lace (in preparation).

Srimuangboon, O. 2000. Antimutagenic potential of methanol extract from soybean tempe on the mutagenenicity of nitrite aminopyene in Ames test. Master's Thesis, Mahidol University.

Subba, R.V., Seshadri, T.R. 1949. Chemical composition of the flower of *Butea superba*. Journal of Science Indian Research. 8B: 178-179.

Suntara, A. 1931. The Remedy Pamphlet of Kwao Krua Tuber of Luang Anusarnsuntarakromkarnpiset Chiang Mai. Upatipongsa Press, Chiang Mai, Thailand.

Tahara, S., Ingham, J.L., Dziedzig, S.Z. (1987) Structure elucidation of kwakhurin, a new phenylated isoflavone from *Pueraria mirifica* roots. Zeitschrift fur Naturforschung C 42c: 510-518.

Taniguchi, C., Homma, M., Takano, O., Hirano, T., Oka, K., Aoyagi, Y., Niitsuma, T., Hayashi, T. 2000. Pharmacological effects of urinary products obtained after treatment with saiboku-to, a herbal medicine for bronchial asthma, on type IV allergic reaction. Planta Medica. 66: 607-611.

Tayler, N.E., Hodgkin, D.C., Rollet, J.S. (1960) The X-ray crystallographic determination of the structure of bromomiroestrol. Journal of Chemical Society. 33: 3685.

Trisomboon, H., Malaivijitnond, S., Watanabe, G., Taya, K. 2004. Estrogenic effect of *Pueraria mirifica* on the mentrual cycle and hormones related ovarian function in cyclic female cynomolgus monkeys. Journal of Pharmaceutical Science. 94: 51-59.

Trisomboon, H., Malaivijitnond, S., Suzuki, J., Hamada, Y., Watanabe, G., Taya, K. 2004. Long-term treatment effects of *Pueraria mirifica* phytoestrogens on parathyroid

hormone and calcium levels in aged menopausal cynomolgus monkeys. Journal of Reproductive and Development. 50: 639-645.

Trisomboon, H., Malaivijitnond, S., Watanabe, G., Taya, K., 2005. Ovulation block by *Pueraria mirifica*. Endocrine. 26: 33-39.

Trisomboon, H., Malaivijitnond, S., Watanabe, G., Cherdshewasart, W., Taya, K. 2006. The estrogenic effect of *Pueraria mirifica* on gonadotropin levels in aged monkeys. Endocrine. 29: 129-134.

Trisomboon, H., Malaivijitnond, S., Cherdshewasart, W., Watanabe, G., Taya, K. 2006. Effect of *Pueraria mirifica* on the sexual skin coloration of aged menopausal cynomolgus monkeys. Journal of Reproductive and Development. 52: 537-542.

Ulanowska, K., Tkaczyk, A., Konopa, G., Wegrzyn, G. 2006. Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DNA, RNA and protein synthesis in some bacterial strains. Archive of Microbiology. 184: 271-278.

van Erk, M.J., Roepman, P, van der Lende, T.R., Stierum, R.H., Aarts, J.M., van Bladeren, P.J. and van Ommen, B. 2005. Integrated assessment by multiple gene expression analysis of quercetin bioactivity on anticancer-related mechanisms in colon cancer cells *in vitro*. European Journal of Nutrition. 44: 143-156.

Weisberger, J. H., Dolan, L., Pitman, B. 1998. Inhibition of PhIP mutagenicity by caffein, lycopene, daidzein and genistein. Mutation Research. 416: 125-128.

Xu, X., Zhang, S., Zhang, L., Yan, W., Zheng, X. 2005. The neuroprotection of puerarin against cerebral ischemia is associated with the prevention of apoptosis in rats. Planta Medica. 71: 585-591.

Yadava, R. N., Reddy, K. I. 1998. A novel glycoside from the stems of *Butea superba*. Fitoterapia. I (19): 269-270.

Yadava, R. N., Reddy, K. I. 1998. A new bioactive flavonol glycoside from the stems of *Butea superba* Roxb. Journal of Asian Natural Product Research. 1: 139-145.

Yu, I., Wang, L., Walzem, R.L., Miller, E.G., Pike, L.M., Patil, B.S. 2005. Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids and coumarins. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 2009-2014.

Zgoda-Pols, J.R., Freyer, A.J., Killmer, L.B., Porter, J.R. 2002. Antimicrobial resveratrol tetramers from the stem bark of *Vatica oblongifolia* ssp. *oblongifolia*. Journal of Natural Products. 65: 1554-1559.

9. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนวิจัยงบประมาณปี 2549 และฝ่ายวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้ ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณ ดร.วรรณี คูสำราญ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้คำปรึกษาเทคนิคการทำ Ames Test และศาสตราจารย์ ดร.มาลิน จุลศิริ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำปรึกษาเทคนิคการทำ Rec assay

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย