บทความวิจัย

การทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของ สารสกัดน้ำพริกและผักแนม โดยวิธีทดสอบเอมส์

จันทร์เพ็ญ แสงประกาย*
Janpen Saengprakai
เกศศิณี ตระกูลทิวากร และ ดาลัด ศิริวัน
Gassinee Trakoontivakorn and Dalad Siriwan

Antimutagenic activity determination of Thai chilli dips and local vegetables by Ames test

ABSTRACT

Forty local vegetables from 4 regions of Thailand and 8 Thai chilli dips were extracted with methanol and ethyl acetate. Antimutagenic activity of these extracts were determined by Ames test using Trp-P-1 as mutagen and Salmonella typhimurium TA98 as bacteria in frame shift mutation test under the activation of enzyme s-9 mix. The results found that methanol extracts of 15,6,11 and 8 vegetables have strongly active inhibition, active inhibition, weakly active inhibition, and no active inhibition, respectively. Ethyl acetate extracts of all vegetables showed the inhibition effect; 36 vegetables have a strong active inhibition compared to 4 vegetables which are weakly active to active inhibition. Jaew-Bong and Kuey-Kua expressed as a strong active inhibition in methanol solution and ethyl acetate solution. Nam-Prik-Ka-Pi and Nam-Choup-Jon in ethyl acetate solution also showed a strong active inhibition. No antimutagenic activity was found in Nam-Prik -Ong and Tao-Chew-Lon extracts. In addition, sets of 1 chilli dip extract and 4 vegetable extracts were determined for the antimutagenic activity. It was found that the mixed extracts between chilli dip extract and vegetable extracts show a strong active inhibition.

Keyword: Thai chilli dips, Thai local vegetables, Salmonella typhimurium TA 98, Ames test

บทคัดย่อ

ผักชนิดต่างๆ จาก 4 ภาค จำนวน 40 ชนิด และน้ำพริกจำนวน 8 ชนิดถูกนำมาสกัดในตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอลและเอทิลอะซีเตท ได้เป็นส่วนสกัดเมทานอลและส่วนสกัดเอทิลอะซีเตท เพื่อทำการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของสารก่อกลายพันธุ์ Trp-P-1 โดยตรวจวัดด้วยวิธีการทดสอบเอมส์ ที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย Salmonella typhimurium สายพันธุ์ TA 98 ซึ่งเป็นการตรวจสอบการกลายพันธุ์แบบ frame shift mutation ในสภาวะมีเอ็นไซม์ S-9 mix ช่วยกระตุ้นการออกฤทธิ์ พบว่าส่วนสกัดเมทานอลของผักจำนวน 15 6 11 และ 8 ชนิด แสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์แบบดีมาก ยับยั้งแบบปานกลาง ยับยั้งแบบอ่อน และไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง ตามลำดับ ส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทมีผัก 36 ชนิดแสดงฤทธิ์ยับยั้งดีมาก และผักอีก 4 ชนิดแสดงฤทธิ์ยับยั้งแบบอ่อนถึงปานกลางไม่มี

*ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Nutrition and Health, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University

จันทร์เพ็ญ แสงประกาย, เกศศิณี ตระกูลทิวากร และ ดาลัด ศิริวัน. "การทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดน้ำพริกและผักแนมโดยวิธีทดสอบเอมส์" อาหาร. 39 : 1 (ม.ค.-มี.ค. 2552) 73-85.

ผักชนิดใดที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ ส่วนน้ำพริกที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมากใน ส่วนสกัดเมทานอล ได้แก่ แจ่วบองและเคยคั่วน้ำพริกที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมากในส่วนสกัดเอทิลอะซีเตท ได้แก่ แจ่วบอง เคยคั่ว น้ำพริกกะปิ และน้ำชุบโจร น้ำพริกที่ไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้ง ได้แก่ น้ำพริกอ่อง และหลนเต้าเจี้ยว อาหารชุดน้ำพริกผักแนมของแต่ละภาค (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้) แต่ละชุดประกอบด้วยน้ำพริก 1 ชนิด และผัก 4 ชนิด แสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์แบบดีมากทั้ง 4 ชุด

คำสืบค้น: น้ำพริก ผัก เชื้อแบคทีเรียแซลโมเนลล่าไทฟิมูเรียมสายพันธุ์ TA 98 วิธีทดสอบเอมส์

คำนำ

ในปัจจุบันคนไทยมีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษต่างๆ มากมายที่ปนเปื้อนมากับอาหารและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสารเหล่านี้อาจเป็นสารก่อกลายพันธุ์ หรือสารก่อมะเร็ง ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดปกติของดีเอ็นเอและเกิดความผิดปกติต่อสารพันธุกรรมในร่างกาย วิถีการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมการบริโภคนั้นมีผลต่อภาวะสุขภาพ เช่น การรับประทานอาหารที่มีสารก่อกลายพันธุ์ปนเปื้อน การได้รับอาหารที่ไม่มีสารต้านมะเร็งอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้ง่ายขึ้น ดังนั้นการป้องกันโรคมะเร็งโดยใช้อาหาร จึงเป็นแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจ โดยศึกษาทั้งจากหลักฐานทางระบาดวิทยาและในห้องปฏิบัติการซึ่งพบว่า ในกลุ่มชนบางกลุ่มที่มีการรับประทานพืช ผัก ผลไม้ในสัดส่วนที่สูงนั้นจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งต่ำ สารเคมีในพืชผักหลายชนิดมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดมะเร็ง เช่น การยับยั้งการกลายพันธุ์ ซึ่งเป็นสาเหตุเบื้องต้นของการเกิดมะเร็งการเพิ่มศักยภาพของเอ็นไซม์ที่กำจัดสารพิษ เพื่อช่วยทำลายสารก่อมะเร็งก่อนที่จะเกิดความเป็นพิษและยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็งในร่างกายหลัง จากการได้รับสารก่อมะเร็งเข้าไป เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาน้ำพริกและผักแนมที่คนไทยรู้จักคุ้นเคยและใช้เป็นอาหารมานานว่ามีฤทธิ์ในการต้านสารก่อกลายพันธุ์ได้มากน้อยเพียงใด

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. **สารเคมี**
   - 1.1 เมทานอล
   - 1.2 ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO)
   - 1.3 เอทิลอะซีเตท
   - 1.4 L-histidine
   - 1.5 D-biotin
   - 1.6 3-amino-1, 4-dimethyl-5H-pyrido 4, 3-6 indole (Trp-P-1)
   - 1.7 เอนไซม์ S-9 mix

2. **สายพันธุ์ของแบคทีเรียที่ใช้ศึกษา**

แบคทีเรีย Salmonella typhimurium สายพันธุ์พิเศษที่ถูกทำให้ยีนสร้างกรดอะมิโนฮิสทีดีนหายไปทำให้ไม่สามารถสร้างกรดอะมิโนชนิดนี้ได้ตามปกติ ถูกนำมาใช้ทดสอบการต้านการกลายพันธุ์ของสารสกัดผักไทยในการศึกษานี้ใช้สายพันธุ์ TA 98 เพื่อตรวจสอบการกลายพันธุ์ในแบบ frameshift mutation ก่อนทำการทดสอบในแต่ละครั้งจะต้องนำแบคทีเรียจาก stock มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Oxoid nutrient broth No.2 ที่ 37 องศาเซลเซียสในสภาวะมีออกซิเจนเป็นเวลา 16 ชั่วโมงก่อนการทดลอง

3. **การเตรียมตัวอย่างสารสกัดผักและสารสกัดน้ำพริก**

สุ่มตัวอย่างผักจากตลาดสด จำนวน 40 ชนิด โดยผักจากภาคเหนือ ได้แก่ ผักคราด ผักขวง ผักเชียงดา ผักติ้ว ผักไผ่ ผักขี้หูด ลิงลาว ถั่วพู่ม ผักกูด และผักแปม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ หน่อไม้ เพกา ผักชีล้อม ผักชีลาว ตาลปัตรฤาษี ตับเต่านา ผักแขยง ตำลึง ผักแว่น มะเขือไข่เต่า ผักจากภาคกลาง ได้แก่ ชะอม ดอกโสน ดอกแค ใบบัวบก บัวสาย ถั่วพู มะเขือเปราะ สะเดา ผักกระเฉด ถั่วฝักยาว และผักจากภาคใต้ ได้แก่ ยอดหมุย ยอดมะม่วงหิมพานต์ ลูกเนียง ลูกเหรียง ลูกฉิ่ง คูน มันปู สะตอข้าว ขมิ้นขาว ยอดกระถิน ดังใน Table 1

ขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่าง ทำโดยนำผักสดผ่านการล้างน้ำทำความสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำส่วนที่รับประทานได้มาหั่นและปั่นในตัวทำละลายเมทานอล (หรือเอทิลอะซีเตท) ในอัตราส่วน 2:5 (น้ำหนักต่อปริมาตร) แล้วนำไประเหยโดยใช้เครื่อง vacuum rotary evaporator ชั่งน้ำหนักสารที่สกัดได้ แล้วจึงละลายตัวอย่างที่สกัดได้ในไดเมทิลซัลฟอกไซด์เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่แน่นอน

สุ่มตัวอย่างน้ำพริกจำนวน 8 ชนิด ซึ่งเป็นน้ำพริกที่นิยมของแต่ละภาค โดยตัวอย่างน้ำพริกจากภาคเหนือ ได้แก่ น้ำพริกหนุ่ม น้ำพริกอ่อง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ แจ่วบอง ปันปลา ภาคกลาง ได้แก่ น้ำพริกกะปิ หลนเต้าเจี้ยว และภาคใต้ ได้แก่ เคยคั่ว น้ำชุบโจร ส่วนประกอบของวัตถุดิบของตัวอย่างน้ำพริกดังแสดงอยู่ใน Table 2

ตัวอย่างน้ำพริกถูกนำมาสกัดโดยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เมทานอล และเอทิลอะซีเตท โดยการปั่นให้ละเอียดพร้อมกับตัวทำละลาย ในอัตราส่วนตัวอย่างต่อสารทำละลาย เท่ากับ 2:5 แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (whatman no.4) เพื่อแยกเอากากออก แล้วนำสารสกัดที่ได้ไประเหยด้วยเครื่อง evaporator จากนั้นจึงละลายสารสกัดหยาบ (crude extract) ในตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ สารสกัดที่ได้จะถูกเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°ซ จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่างสารสกัดผักและสารสกัดน้ำพริกแบบผสมเข้ากันเพื่อจำลองเป็น 1 ชุดอาหาร ทำโดยนำสารสกัดน้ำพริก และสารสกัดผัก 4 ชนิด (ภาคละ 1 ชุด) ดังแสดงใน Table 3 มาผสมกันในหลอดทดลอง ชนิดละ 0.2 มิลลิกรัม จากนั้นจึงนำมาทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดตัวอย่าง

นำสารสกัดตัวอย่างมาทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ ในระบบที่มีเอนไซม์กระตุ้นตามวิธี Ames test ที่อธิบายโดย Maron และ Ames (1983) ประกอบกับวิธีการ pre-incubation เพื่อกระตุ้นให้แบคทีเรียมีโอกาสได้สัมผัสกับสารเคมีในระยะเวลาที่นานขึ้น และทั่วถึงมากขึ้น โดยผสมสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐาน Trp-P-1 เป็นสารพิษประเภท indirect mutagen ซึ่งต้องการการกระตุ้นจากเอนไซม์ก่อนจะแสดงความเป็นพิษ ที่มีความเข้มข้น 50 ng/plate ปริมาณ 0.05 มิลลิลิตร Phosphate buffer pH เท่ากับ 7.0 ปริมาณ 0.7 มิลลิลิตร สารสกัดผักปริมาณ 0.05 มิลลิลิตร เอนไซม์ S-9 mix ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร และแบคทีเรีย Salmonella typhimurium สายพันธุ์ TA 98 ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแล้วนำหลอดทดลองที่มีส่วนผสมดังกล่าว ไปแช่ในอ่างอุ่นเขย่าที่อุณหภูมิ 37 °ซ นาน 20 นาที แล้วจึงผสม top agar ซึ่งมีส่วนผสมของฮิสทีดีนและไบโอติน แล้วเทส่วนผสมทั้งหมดลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารวุ้นที่เตรียมไว้ล่วงหน้าอย่างน้อย 3 วัน หลังจากนั้นนำไปเพาะเชื้อที่ 37 °ซ นาน 48 ชั่วโมง แล้วจึงนำเชื้อมาตรวจนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นโดยตัวอย่างแต่ละชนิดจะทำซ้ำ 2 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยและทำการทดลอง 2 ชุดการทดลอง เพื่อยืนยันผลที่ได้

การแปลผลการวิจัยว่าสารสกัดอาหารมีฤทธิ์ในการต้านสารก่อกลายพันธุ์ พิจารณาได้จาก percent inhibition ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{Percent inhibition} = 100 \times (C_0 - S) / (C_0 - C_{100})$$

C_0 = จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่กลายพันธุ์จากสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐานที่ไม่มีสารสกัดพืชที่ใช้ทดสอบผสมอยู่ด้วย (positive control)

C_{100} = จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่กลายพันธุ์ตามธรรมชาติ (negative control)

S = จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่กลายพันธุ์จากสารก่อกลายพันธุ์มาตรฐานที่มีสารสกัดพืชที่ใช้ทดสอบผสมอยู่ด้วย

ความสามารถในการยับยั้งสามารถจัดลำดับได้ (ชนิพรรณ และคณะ, 2544) ดังนี้

%การยับยั้ง (%inhibition)	**ศักยภาพ** (activity)
> 60%	ยับยั้งอย่างดีมาก(strongly active)
41-60%	ยับยั้งอย่างปานกลาง (active)
21-40%	ยับยั้งอย่างอ่อน(weakly active)
0-20%	ไม่ยับยั้ง (not active)

Table 1 List of local vegetables and tested part for antimutagenicity test

Common name (Thai)	Scientific name	Family	Tested part[a]
Pak krat (ผักคราด)	*Acmella oleracea*	Compositae	L
Pak kuang (ผักขวง)	*Glinus oppositifolius*	Molluginaceae	L
Pak chiang da (ผักเชียงดา)	*Gymnema inodorum*	Asclepiadaceae	L
Pak tew (ผักติ้ว)	*Cratoxylum formosum*	Clusiaceae	L
Pak pai (ผักไผ่)	*Polygonum odoratum*	Polygonaceae	L,S
Pak kee huud (ผักขี้หูด)	*Raphanus sativas*	Cruciferae	FR
Ling law (ลิงลาว)	*Aspidistra sutepensis*	Liliaceae	FL
Tua pum (ถั่วพุ่ม)	*Vigna uniguiculata*	Leguminosae	FR
Pak guud (ผักกูด)	*Diplazium esculentum*	Athyriaceae	L
Pak pam (ผักแปม)	*Eleutherococcus trifoliatus*	Araliaceae	L
No mai (หน่อไม้)	*Thyrsostachys siamensis*	Poaceae	Rh
Peka (เพกา)	*Oroxylum indicum*	Bignoniaceae	FR
Pak chi lom (ผักชีล้อม)	*Oenonthe javanica*	Umbelliferae	L
Pak chi lao (ผักชีลาว)	*Anethum graveolens*	Umbelliferae	L
Talapat ruesi (ตาลปัตรฤาษี)	*Limnocharis flava*	Alismataceae	S
Tub tao na (ตับเต่านา)	*Hydrocharis morsus*	Hydrocharitaceae	L,S
Pak ka yang (ผักแขยง)	*Limnophila aromatica*	Scrophulariaceae	L,S
Pak tum lueng (ผักตำลึง)	*Coccinia grandis*	Cucurbitaceae	L
Pak wan (ผักแว่น)	*Marsilea crenata*	Marsileaceae	L
Ma keua kai tao (มะเขือไข่เต่า)	*Sloanum spp.*	Solanaceae	FR
Cha om (ชะอม)	*Acacia pennata*	Leguminosae	L
Sa no (โสน)	*Sesbania javanica*	Leguminosae	FL
Kae (แค)	*Sesbania grandiflora*	Leguminosae	FL
Bua bok (บัวบก)	*Centella asiatica*	Apiaceae	L
Bua sai (บัวสาย)	*Nymphaea lotus*	Nymphaeaceae	S
Tua pu (ถั่วพู)	*Psophocarpus tetragonolobus*	Leguminosae	FR
Ma keua pro (มะเขือเปราะ)	*Solanum aculeatissimum*	Solanaceae	FR
Sa dao (สะเดา)	*Azadirachta indica*	Maliaceae	FL,S
Pak kra ched (ผักกระเฉด)	*Neptunia oleracea*	Leguminosae	L,S
Tua fak yaw (ถั่วฝักยาว)	*Vigna unguiculata*	Leguminosae	FR
Mui (หมุย)	*Micromelum minutum*	Rutaceae	L,S
Ma muang himmapan (มะม่วงหิมพานต์)	*Anacardium Occidentale*	Anacardiaceae	L
Niang (เนียง)	*Archidendron jiringa*	Mimosaceae	FR
Riang (เหรียง)	*Parkia timoriana*	Leguminosae	FR
Ching (จิ๋ง)	*Ficus fistulosa*	Moraceae	FR
Kun (คูน)	*Colocasia gigantea*	Araceae	S
Mun pu (มันปู)	*Glochidion perakense*	Euphorbiaceae	L
Sa to kaw (สะตอข้าว)	*Parkia speciosa*	Leguminosae	FR
Kamin kaw (ขมิ้นขาว)	*Curcuma mangga*	Zingiberaceae	Rh
Kratin (กระถิน)	*Leucaena leucocephala*	Leguminosae	L

[a]Tested parts: L, leaf; FL, flower; FR, fruit; Rh, rhizome.

Table 2 Ingredient of chilli dips

Ingredients	Amount (%w/w)
Nam-Prik-Num	
Roasted green spur chillies	19.4
Roasted garlics	19.4
Roasted shallots	19.4
Fermented fish	9.7
Palm sugar	6.5
Lime juice	12.9
Fish sause	12.9
Nam-Prik-Ong	
Ground pork	32.6
Cherry tomatoes	6.5
Dried chillies	5.4
Chopped shallot	3.8
Choppec garlic	10.9
Sliced galangal	5.4
Fish sause	8.2
water	10.9
Vegetable oil	16.3
Jaew-Bong	
Roasted small dried chilli	7.6
Roasted garlic	16.3
Roasted shallot	32.6
Roasted galangal	10.9
Fermented fish	27.2
Fish sause	5.4
Pon-Pla	
Climbing perch	57.7
Roasted garlic	3.8
Roasted shallots	7.7
Roasted big dried chilli	2.7
Coriander green and spring onion	8.8
Fish sause	7.7
Fermented fish seasoning	11.5
Nam-Prik-Ka-Pi	
Shrimp paste	25.2
Garlic	10.1
Dried shrimp	8.4
Hot chilli	5.9
Palm sugar	16.8
Lime juice	16.8
Fish sause	16.8

Table 2 Ingredient of chilli dips

Ingredients	Amount (%w/w)
Lon-Tao-Chew	
Coconut milk	61.4
Fermented soy bean	8.8
Shallot	10.5
Garlic	3.5
Yellow spur chilli	1.8
Lemon grass	3.5
Palm sugar	1.8
Chopped pork	8.8
Kuey-Kua	
Kuey	9.0
Kaffir-lime leave	0.6
Coconut milk	60.2
Sugar	1.8
Small dried chilli	3.0
Shallot	9.0
Galangal	3.0
Lemon grass	9.0
Tumeric	3.0
Pepper	1.2
Nam-Choup-Jon	
Shrimp paste	10.7
Shallot	39.3
Hot chilli	7.1
Palm sugar	7.1
Lime juice	14.3
Broiled shrimp	10.7
water	10.7

Table 3 Set of chilli dip and four vegetables

Chilli dip	vegetables
Northern region	
Nam-Prik-Ong	Tua pum Pak guud Pak krat Pak tew
Northeastern region	
Jaew-Bong	No mai Pe ka Pak chi lom Tub tao na
Central region	
Nam-Prik-Ka-Pi	Tua pu Ma keua pro Tua fak yaw Pak kra ched
Southern region	
Kuey-Kua	Mui Ma muang himmapan Mun pu Nieng

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดผักพื้นบ้าน

ผลการทดสอบฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดผัก (ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อจานเลี้ยงเชื้อ) ที่เก็บตัวอย่างจาก 4 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ จำนวน 40 ตัวอย่าง (Figure 1-4) เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้บ่งบอกความสามารถในการยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของชนิพรรณและคณะ (2544) แล้วสามารถสรุปฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ของผักชนิดต่างๆ ได้ดัง Table 4 ส่วนการทดสอบสารสกัดผักที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อนั้นพบว่า ส่วนสกัดเมทานอลและส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทแสดงฤทธิ์ยับยั้งลดลงเมื่อเทียบกับการทดสอบที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์โดยเจือจางสารสกัดผักให้มีความเข้มข้นลดลงนั้น เพื่อทำให้เห็นศักยภาพในการยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ที่ชัดเจนขึ้น หากสารสกัดผักชนิดใดก็ตามเมื่อผ่านการเจือจางให้ความเข้มข้นลดลงแล้วยังสามารถแสดงฤทธิ์ยับยั้งได้สูงเช่นเดิม แสดงว่าสารสกัดนั้นมีศักยภาพสูงในการต้านการก่อกลายพันธุ์ ในส่วนสกัดเมทานอลผักที่ยังคงแสดงฤทธิ์ยับยั้งดีมากอยู่ เมื่อทดสอบที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ ผักคราด ผักติ้ว ผักไผ่ ผักกูด เพกา สะเดา หมุย ใบมะม่วงหิมพานต์ มันปู ในส่วนสกัดเอทิลอะซีเตท ผักที่ยังคงแสดงฤทธิ์ยับยั้งดีมากเมื่อทดสอบที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ ผักคราด ผักขวง ผักติ้ว ผักไผ่ ถั่วพุ่ม ผักกูด หน่อไม้ ผักชีลาว ตาลปัตรฤาษี ดับเต่านา ผักแขยง ผักตำลึง ผักแว่น มะเขือไข่เต่า ดอกโสน ใบบัวบก สะเดา มะเขือเปราะ ผักกระเฉด บัวสาย หมุย ใบมะม่วงหิมพานต์ มันปู ลูกฉิ่ง และขมิ้นขาว นอกจากนี้สารสกัดผักส่วนใหญ่จะมีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ต่ำลงเมื่อทดสอบที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อจานเลี้ยงเชื้อ

ส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมากนั้นมีจำนวนผัก 36 ตัวอย่าง ในผักทั้งสิ้น 40 ตัวอย่าง คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ส่วนสกัดเมทานอลของผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมาก มีจำนวนเพียง 15 ตัวอย่าง คิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันเกือบ 2.5 เท่า ทำให้เราทราบว่าสารยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ที่อยู่ในผักส่วนใหญ่ที่ถูกเลือกมาศึกษาในการทดลองนี้ น่าจะเป็นสารที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายเอทิลอะซีเตท งานวิจัยที่ให้ผลทดลองคล้ายคลึงกันของ Botting *et al.* (1999) ที่พบว่าพืชกินได้ของชาวโพลีนีเซียน เช่น กล้วย หัวหอมใหญ่ ข้าว กะหล่ำปลี แครอท ถั่วลันเตา มะละกอ ผักวอเตอร์เครส เป็นต้น แสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของสารก่อกลายพันธุ์ IQ ซึ่งเป็นสารก่อกลายพันธุ์ที่ต้องการการกระตุ้นจากเอ็นไซม์ S-9 mix เช่นเดียวกับ Trp-P-1 ได้อย่างดีมากเมื่ออยู่ในรูปสารสกัดเอทิลอะซีเตท และแสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ได้ต่ำลงหรือไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเมื่ออยู่ในรูปสารสกัดเมทานอล อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับ Botting แล้ว สารสกัดเมทานอลของผักพื้นบ้านไทยจัดว่ามีฤทธิ์ยับยั้งที่น่าพอใจ เมื่อพิจารณาศักยภาพการยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของส่วนสกัดเมทานอล พบว่า 50% ของตัวอย่างผักมีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์กระจายตัวอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

ผักจำนวนหนึ่งที่ถูกเลือกมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ หมุย มันปู เพกา กระถิน แขยง ตาลปัตรฤาษี คูน ผักแปม ผักเชียงดา ผักคราด ผักขี้หูด ผักตำลึง ผักแว่น ชะอม ผักกระเฉด สะตอ ลูกเหรียง ดอกโสน ถั่วฝักยาว ผักขวง ผักแว่น ผักไผ่ ผักชีลาว ใบบัวบก ผักชีล้อม มีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์และผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของ (Nakahara *et al.*, 2002) ผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมาก ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ หมุย มันปู เพกา กระถิน ผักชีล้อม และแขยง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ เพกาเป็นพืชที่ถูกรายงานว่ามีฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ (Nakahara *et al.*, 2001) และคาดว่าหนึ่งในสารประกอบที่ออกฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ในเพกา น่าจะเป็นสาร baicalein (5,6,7- trihydroxyflavone) ซึ่งอยู่ในกลุ่ม flavonoid ที่มีศักยภาพเป็นสารต้านการก่อกลายพันธุ์ (Edenharder and Tang, 1997) หมุย เป็นพืชที่คนในภาคใต้ใช้รับประทานกับอาหารพื้นเมือง เช่น ขนมจีนน้ำยา ขนมจีนแกงไตปลา เป็นต้น คนโบราณมักใช้แก้ไข้หรือบรรเทาอาการมึนงง ในยอดหมุยมีสารประกอบ จำพวก coumarins และ carbazole alkaloid (Ito *et al.*, 2000) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านการก่อกลายพันธุ์ ต่อมา Nakahara *et al.*, 2002 พบว่าสารประกอบในยอดหมุย คือ (+)- mahanine

ซึ่งมีคุณสมบัติ เป็นสารต้านสารก่อกลายพันธุ์จำพวก heterocyclic amines โดยออกฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์ P450 monoxygenase จึงมีผลทำให้สารก่อกลายพันธุ์อ่อนฤทธิ์ลง ซึ่งคาดว่าส่วนสกัดหมุยในเมทานอลและในเอทิลอะซีเตทน่าจะมีสารประกอบตัวนี้อยู่ จึงออกฤทธิ์โดยตรงกับTrp-P-1 ซึ่งเป็นสารก่อกลายพันธุ์ในกลุ่ม heterocyclic amines เช่นกัน ส่วนผักชนิดอื่นนั้น ยังไม่เคยมีรายงานการพบสารประกอบที่จำเพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม สารพฤกษเคมีที่อยู่ในพืชนั้นส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบในกลุ่ม flavonoids ซึ่งเป็นสารกลุ่มใหญ่ที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านการก่อกลายพันธุ์และมีฤทธิ์ต้านมะเร็งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง (Khan and Sultana 2006; Tan *et al.*, 2003)

2. ผลการศึกษาคุณสมบัติต้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดน้ำพริก

ผลการยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดน้ำพริกแสดงอยู่ใน Figure 5 เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้บ่งบอกความสามารถในการยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ (ชนิพรรณและคณะ, 2544) แล้ว พบว่าน้ำพริกที่สกัดด้วย เมทานอลและน้ำพริกที่สกัดด้วยเอทิลอะซีเตทนั้นให้ผลแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำพริก ซึ่งน้ำพริกแต่ละชนิดก็มีส่วนผสมของพืชสมุนไพรที่ต่างกัน เมื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดน้ำพริกเท่ากับ 1 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อ พบว่าส่วนสกัดเมทานอลของน้ำพริกที่ออกฤทธิ์ยับยั้ง การกลายพันธุ์ในระดับดีมาก ได้แก่ แจ่วบอง และเคยคั่ว น้ำพริกที่ออกฤทธิ์ยับยั้งในระดับอ่อน ได้แก่ น้ำพริกหนุ่ม ป่นปลา น้ำพริกกะปิและน้ำชุบโจร น้ำพริกที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง ได้แก่ น้ำพริกอ่อง และหลนเต้าเจี้ยว ส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทของน้ำพริกที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการกลายพันธุ์ในระดับดีมาก ได้แก่ แจ่วบอง น้ำพริกกะปิ เคยคั่ว และน้ำชุบโจร น้ำพริกที่ออกฤทธิ์ยับยั้งในระดับอ่อน ได้แก่ น้ำพริกหนุ่ม ป่นปลา น้ำพริกที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง ได้แก่ น้ำพริกอ่อง และหลนเต้าเจี้ยว จากนั้นเมื่อทดสอบสารสกัดน้ำพริกที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อ ก็พบว่าฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของน้ำพริกส่วนใหญ่ต่ำลง ยกเว้นส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทของน้ำพริกกะปิ แจ่วบอง เคยคั่ว น้ำชุบโจร และส่วนสกัดเมทานอลแจ่วบอง ที่ยังคงมีฤทธิ์ยับยั้งดีมากอยู่เช่นเดิม

เมื่อพิจารณาฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ กับชนิดของน้ำพริก จะพบว่า น้ำพริกที่มีส่วนผสมของกะปิ ได้แก่ น้ำพริกกะปิ เคยคั่ว น้ำชุบโจร ที่สกัดด้วยเอทิลอะซีเตทแสดงฤทธิ์ยับยั้งดีมาก เมื่อทดสอบที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อจานเลี้ยงเชื้อ และเมื่อเจือจางสารสกัดลงเป็น 0.5 มิลลิกรัม/จานเลี้ยงเชื้อ ส่วนสกัดน้ำพริกก็ยังคงฤทธิ์ยับยั้งดีมากเช่นเดิม ยกเว้นน้ำชุบโจรที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งลดลงเป็นระดับดี น่าจะเป็นสาเหตุจากปริมาณของกะปิในน้ำชุบโจรที่มีน้อยกว่าในน้ำพริกกะปิถึง 1 เท่าตัว และสูตรของน้ำชุบโจรมีส่วนผสมของน้ำที่มากกว่า ทำให้น้ำชุบโจรมีองค์ประกอบของเครื่องปรุงที่เจือจางกว่า จากรายงานของ Montano (2001) กล่าวว่าในกะปิมีกรดไขมันชนิด poly unsaturated อยู่ในปริมาณสูง ซึ่งกรดไขมันนี้มีเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการหมัก โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 polyunsaturated fatty acids หรือ n-3 PUFAs) กรดไขมันชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับการต้านมะเร็ง (Ito *et al.*, 1999; Rose and Connolly, 1999) ลดการเจริญของเนื้อมะเร็งที่ลุกลาม (Burns *et al.*, 1999) และลดความเสี่ยงจากการเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก (Norrish *et al.*, 1999) นอกจากนี้ n-3 PUFAs ยังมีสูตรโครงสร้างคล้าย linoleic acid ซึ่งเป็นสารต้านการก่อกลายพันธุ์ ของอะฟลาทอกซินบี 1 เมื่อวิเคราะห์ในวิธีเอมส์เช่นกัน (Burgos *et al.*, 2002) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าในอาหารไทยจำพวกน้ำพริกลงเรือและน้ำพริกกุ้งสด มีฟลาโวนอยด์พวก apigenin 14.4 และ 5.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักเปียก (สมศรีและคณะ, 2550) ซึ่งน้ำพริกดังกล่าวมีส่วนประกอบคล้ายคลึงกันกับน้ำพริกกะปิและน้ำชุบโจรคือมีส่วนผสมของกระเทียมและพริกขี้หนู จึงคาดว่าฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของน้ำพริกกะปิ และน้ำพริกลงเรือน่าจะเป็นผลมาจาก apigenin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของ trp-p-1 และอะฟลาทอกซินบี 1 (Miyazawa and Hisawa, 2003) หรือฟลาโวนอยด์ตัวอื่นๆ

น้ำพริกชนิดอื่นๆ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมาก คือ แจ่วบองรองลงมาเป็นน้ำพริกหนุ่ม และป่นปลาซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งระดับอ่อน แจ่วบองและป่นปลามีส่วนผสมของสมุนไพรตัวหลักใกล้เคียงกัน ได้แก่ กระเทียมเผา หอมแดงเผา ส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ ข่า (มีเฉพาะในแจ่วบอง) พริก(ชนิด) และสมุนไพรอื่นๆ อีกเล็กน้อย คาดว่าฤทธิ์ยับยั้งการกลาย

พันธุ์ที่เกิดขึ้นเป็นผลจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำพริก ในกระเทียมมีสารประกอบ organosulfur ที่ละลายได้ในน้ำมันและที่ละลายได้ในน้ำ Guyonnet *et al.* (2002) รายงานว่าสารประกอบ diallyl sulfide (DAS) และ diallyl disulfide (DADS) สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งตับในหนูพุกขาวที่รับสารพิษ อะฟลาทอกซิน โดยอธิบายว่าสารประกอบดังกล่าวกระตุ้นให้ระบบการทำลายสารพิษในตับทำงานมีประสิทธิภาพขึ้น โดยการเพิ่มระดับเอนไซม์ glutathione S-transferases (GST) เพื่อเพิ่มความสามารถในการเข้าไปจับกับอะฟลาทอกซินบี 1 ที่จับตัวกับ cytochrome P450 (CYP) กลายเป็นสารก่อมะเร็ง AFB1-8,9-epoxide (AFBO) การเข้าไปจับกับ AFBO ของ glutathione ทำให้ฤทธิ์ของอะฟลาทอกซินบี 1 เสื่อมลง นอกจากนี้ยังมีหลักฐานทางระบาดวิทยาแสดง ให้เห็นว่าในกลุ่มคนที่มีการบริโภคกระเทียมในปริมาณสูง จะมีอุบัติการณ์เป็นมะเร็งต่ำ (Buiatti et al., 1989) หัวหอมเป็นแหล่งอาหารสำคัญที่มีฟลาโวนอยด์สูงทั้งชนิดและปริมาณ (Knekt *et al.*, 1996) เช่น quercetin, kaempferol, gallic acid myricetin ซึ่งถูกรายงานว่ามีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านอาการแพ้ และยังพบว่าหอมแดงมีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของสารพิษ IQ ซึ่งเป็นสารก่อกลายพันธุ์ที่พบในอาหารปิ้งย่างรมควันเช่นเดียวกับ Trp-P-1 (Shon *et al.*, 2004)

3. คุณสมบัติต้านการก่อกลายพันธุ์ของผักและน้ำพริกที่จัดเป็นชุด

เมื่อจัดผักและน้ำพริกเข้าเป็นชุดอาหารเดียวกัน (Table 3) แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ ผลการทดสอบแสดงใน Figure 6 พบว่าส่วนสกัดเมทานอลและส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทของผักและน้ำพริกที่จัดเป็นชุดทั้ง 4 ภาค แสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ระดับดีมาก เมื่อทดสอบที่ความเข้มข้น 1.0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อจานเลี้ยงเชื้อ ผักและน้ำพริกของภาคเหนือ ประกอบด้วยน้ำพริกอ่อง ถั่วพู่ม ผักกูด ผักคราด ผักติ้ว จากผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งของน้ำพริกจะเห็นได้ว่าน้ำพริกอ่องนั้นแสดงฤทธิ์ไม่ยับยั้ง แต่เมื่อนำมาผสมรวมกันกับผักพื้นบ้านอื่นๆ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งปานกลางถึงดีมากก็ทำให้ส่วนผสมรวมยังคงมีฤทธิ์ยับยั้งดีมากอยู่ นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าส่วนสกัดเมทานอลของน้ำพริกและผักภาคกลาง มีเพียงผักกระเฉดเท่านั้นที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งดีมาก นอกนั้นมีฤทธิ์ยับยั้งระดับอ่อนแต่เมื่อนำมาผสมเป็นชุดเดียวกันกลับมีฤทธิ์ยับยั้งดีมาก ซึ่งอาจเกิดจากการส่งเสริมฤทธิ์กันของสารสกัดผักที่ช่วยทำให้ฤทธิ์ยับยั้งเพิ่มมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดน้ำพริกและผักแนม โดยวิธีทดสอบเอมส์ พบว่าผักที่เก็บตัวอย่างจากทุกภาคของประเทศมีฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์อยู่ในช่วงยับยั้งดีมาก ยับยั้งปานกลางยับยั้งแบบอ่อนและไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนผักทั้งหมดที่ถูกทดสอบ สามารถระบุได้ว่าในส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทมีจำนวนผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมากถึงร้อยละ 90 ผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งปานกลาง มีจำนวนร้อยละ 5 ผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งอ่อน มีจำนวนร้อยละ 5 ผักที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งมีจำนวนร้อยละ 0 ในส่วนสกัดเมทานอลมีจำนวนผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมากร้อยละ 35 ผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งปานกลางมีจำนวนร้อยละ 12.5 ผักที่มีฤทธิ์ยับยั้งอ่อนมีจำนวนร้อยละ 30 ผักที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง 22.5 สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดน้ำพริก พบว่าในส่วนสกัดเอทิลอะซีเตทมีน้ำพริกที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมาก ได้แก่ แจ่วบอง น้ำพริกกะปิ เคยคั่ว และน้ำชุบโจร ในส่วนสกัดเมทานอลมีน้ำพริกที่มีฤทธิ์ยับยั้งดีมาก ได้แก่ แจ่วบองและเคยคั่ว ท้ายสุดเป็นผลการศึกษาฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ของชุดอาหารที่ประกอบด้วยสารสกัดน้ำพริกและผักแนม จำนวน 4 ชุด ได้แก่ ชุดอาหารภาคเหนือ (น้ำพริกอ่อง ถั่วพู่ม ผักกูด ผักคราด ผักติ้ว) ชุดอาหารภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แจ่วบอง หน่อไม้ เพกา ผักชีล้อม ตับเต่านา) ชุดอาหารภาคกลาง (น้ำพริกกะปิ ถั่วพู มะเขือเปราะ ถั่วฝักยาว ผักกระเฉด) และชุดอาหารภาคใต้ (เคยคั่ว หมุย มะม่วงหิมพานต์ มันปู เนียง) พบว่าแสดงฤทธิ์ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์แบบดีมากทั้ง 4 ชุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณ ดร.วรรณี คูสำราญ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้เอื้อเฟื้อ แบคทีเรีย Salmonella typhimurium สายพันธุ์ TA 98

Table 4 Summary of antimutagenic activity dataa of Thai vegetables

Place of collection	Vegetable name	Solvent used to prepare extract	
		Methanolic	Ethyl acetate
North region	Pak krat (ผักคราด)	+ + +	+ + +
	Pak kuang (ผักขวง)	+ +	+ + +
	Pak chiang da (ผักเชียงดา)	-	+ + +
	Pak tew (ผักติ้ว)	+ + +	+ + +
	Pak pai (ผักไผ่)	+ + +	+ + +
	Pak kee huud (ผักขี้หูด)	-	+ +
	Ling law (ลิงลาว)	+ + +	+ + +
	Tua pum (ถั่วพุ่ม)	-	+ + +
	Pak guud (ผักกูด)	+ + +	+ + +
	Pak pam (ผักแปม)	+ +	+ + +
Northeastern region	No mai (หน่อไม้)	-	+ + +
	Peka (เพกา)	+ + +	+ +
	Pak chi lom (ผักชีล้อม)	+ +	+ +
	Pak chi lao (ผักชีลาว)	-	+ + +
	Talapat ruesi (ตาลปัตรฤาษี)	+ + +	+ + +
	Tub tao na (ตับเต่านา)	+ + +	+ + +
	Pak ka yang (ผักแขยง)	-	+ + +
	Pak tum lueng (ผักตำลึง)	-	+ + +
	Pak wan (ผักแว่น)	+ +	+ + +
	Ma keua kai tao(มะเขือไข่เต่า)	-	+ + +
Central region	Cha om (ชะอม)	+	+ + +
	Sa no (โสน)	+ +	+ + +
	Kae (แค)	+	+ + +
	Bua bok (บัวบก)	+	+ + +
	Bua sai (บัวสาย)	+	+ + +
	Tua pu (ถั่วพู)	+	+ + +
	Ma keua pro (มะเขือเปราะ)	+	+ + +
	Sa dao (สะเดา)	+ + +	+ + +
	Pak kra ched (ผักกระเฉด)	+ + +	+ + +
	Tua fak yaw (ถั่วฝักยาว)	+	+ + +
South region	Mui (หมุย)	+ + +	+ + +
	Ma muang himmapan (มะม่วงหิมพานต์)	+ + +	+ + +
	Niang (เนียง)	+	+ + +
	Riang (เหรียง)	+	+ + +
	Ching (ฉิ่ง)	+	+
	Kun (คูน)	+ +	+ + +
	Mun pu (มันปู)	+ + +	+ + +
	Sa to kaw (สะตอข้าว)	+	+
	Kamin kaw (ขมิ้นขาว)	+ + +	+ + +
	Kratin (กระถิน)	+ + +	+ + +

[a]Data are scored as described in Material and Methods. They are graded: no response (-); weak (+); moderate (+ +) and strong (+ + +).

Figure 1 Antimutagenic activity of vegetable extracts from Northern region

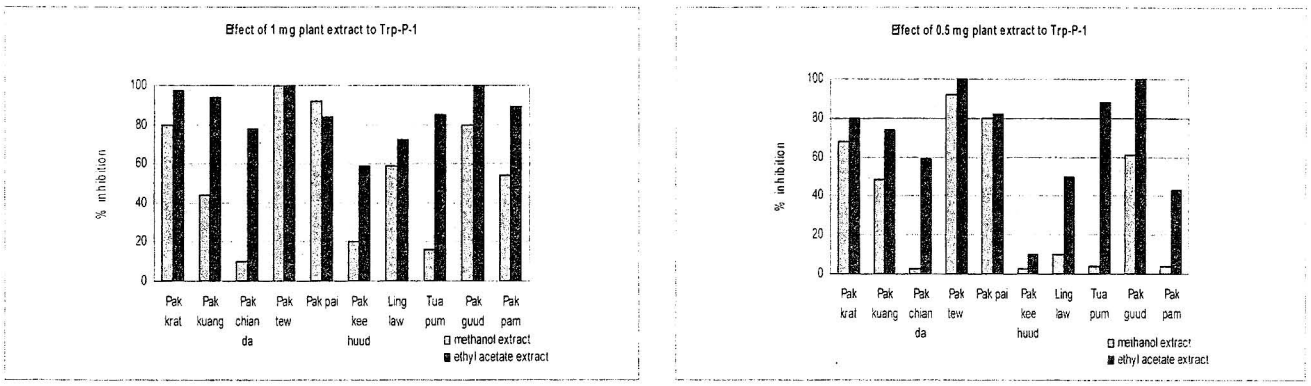


Figure 2 Antimutagenic activity of vegetable extracts from Northeastern region

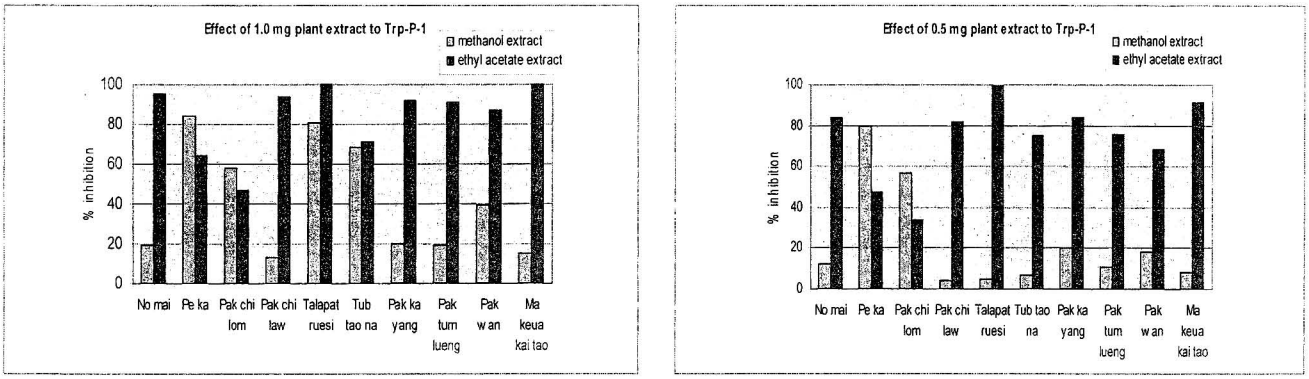


Figure 3 Antimutagenic activity of vegetable extracts from Central region

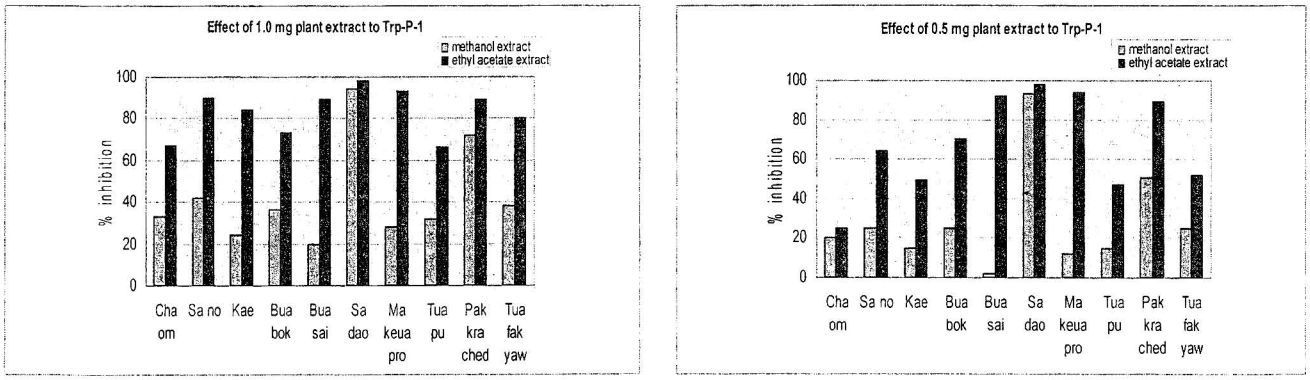


Figure 4 Antimutagenic activity of vegetable extracts from Southern region

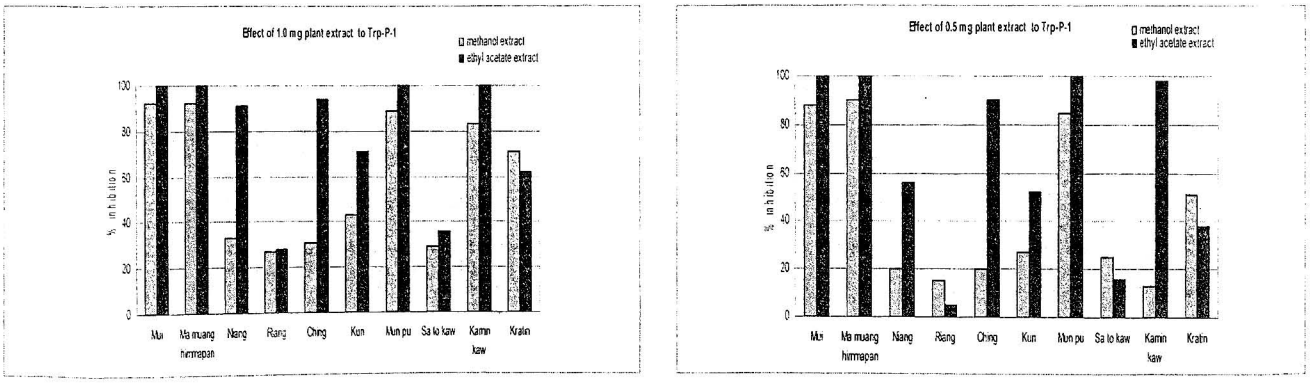
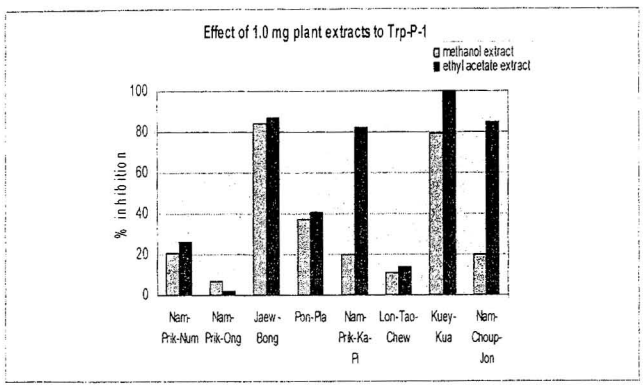


Figure 5 Antimutagenic activity of chilli dip



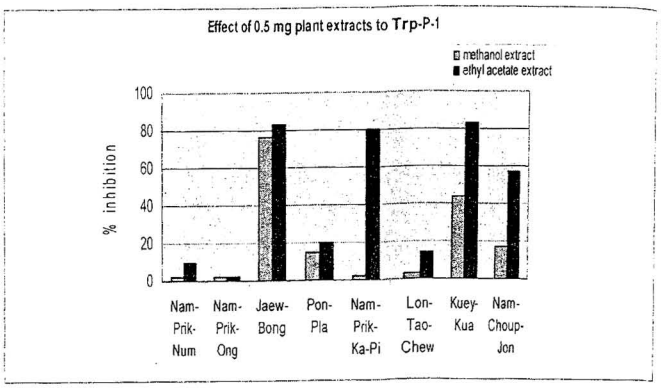
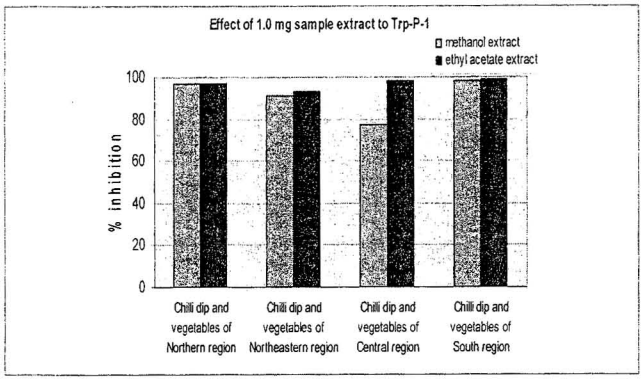
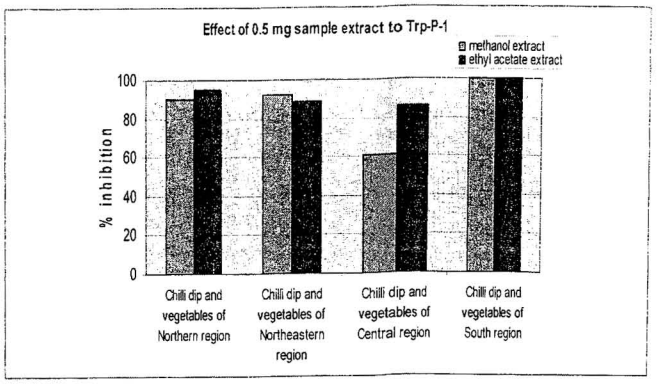


Figure 6 Antimutagenic activity of chilli dip and vegetable extracts from four region in Thailand





เอกสารอ้างอิง

ชนิพรรณ บุตรยี่ แก้ว กังสดาลอำไพ และพงศธร สังข์เผือก. 2544 . คุณค่าทางโภชนาการและความสามารถในการต้านฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสาหร่ายทะเลชนิดแผ่นที่จำหน่ายในท้องตลาด รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

สมศรี เจริญเกียรติกุล วัชรี ดิษยบุตร เย็นใจ ฐิตะฐาน อุไร เผ่าสังข์ทอง. 2550. การศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์ในอาหารไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ชุดโครงการวิจัยอาหารไทยเชิงสุขภาพ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและการทดสอบตลาดอาหารไทยเพื่อครัวไทยสู่ครัวโลก

Botting K. J., Yong M. M., Pearson A. E., Harris P. J., Ferguson L. R. 1999. Antimutagens in food plants eaten by Polynesians: micronutrients, phytochemicals and protection against bacterial mutagenicity of heterocyclic amine 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline. *Food Chem. Toxicol.* 37: 95-103.

Buiatti E, Palli D, Decarli A, Amadori D, Avellini C, Bianchi S, Biserni R, Cipriani F, Cocco P, Giacosa A, Mrubini E, Puntoni R,Vindigi C, Frumeni J, Blot W. 1989. A case-control study of gastric cancer, and diet in Italy. *Int. J. Cancer* 44:611-6.

Burgos-Hernandez A, Pena-Sarmientoa M, Moreno-Ochoa F. 2002. Mutagencity and antimutagencity studies of lipidic extracts from yellow tail fish (Seriola lalandi), lisa fish (Mugil cephalus) and cazon fish (Mustelus lunulatus). *Food Chem. Toxicol.* 40 :1469-1474.

Burns C.P., Halabi S., Clamon G.H., Hars V., Wagner, B.A., Hohl,R.J., Lester, E., Kirshner, J.J., Vinciguerra, V., Paskett, E. 1999. Phase I clinical study of fish oil fatty acid capsules for patients with cancer cachexia: cancer and leukemia group B study 9473.

Clinical Cancer Research 5: 3942-3947.

Edenharder R., Tang X.1997. Inhibition of the mutagenicity of 2-nitrofluorene, 3-nitrofluoranthene and 1-nitropyrene by flavonoids, coumarins, quinones and other phenolic compounds, *Food Chem. Toxicol.* 35 :357-372.

Guyonnet D., Belloir C., Suschetet M., Siess M.H., Le Bon A.M.2002. Mechanisms of protection against aflatoxin B(1) genotoxicity in rats treated by organosulfur compounds from garlic. *Carcinogenesis* 23:1335-1341.

Ito C., Otsuka T., Ruangrungsi N., Furukawa H. 2000. Chemical constituents of Micromelum minutum. Isolation and structural elucidation of new coumarins. **Chem. Pharm. Bull** 48 :334-338.

Ito Y., Shimizu H, Yoshimura T., Ross, R.K., Kabuto M., TakatsukaN., Tokui N., Suzuki K., Shinohara R., 1999. Serum concentrations of carotenoids, alpha-tocopherol, fatty acids, and lipid peroxides among Japanesse in Japan, and Japanesse and Caucasians in the US. **International Journal of Vitamins and Nutrition Research** 69: 385-395.

Khan T.H., Sultana S. 2006. Apigenin induces apoptosis in HepG2 cells: possible role of TNF-α and IFN-γ. Toxicology 217:206-212.

Knekt P., Hopia A., Jarvinen R., Reunanen A., Maatela J., 1996. Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. **British Medical Journal** 312: 478-481.

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

Miyazawa M., Hisawa M. 2003. Antimutagenic Activity of Flavonoids from Chrysanthemum morifolium. **Biosci. Biotechnol.Biochem** 67 : 2091-2099.

Montano N., Gavino G., Gavino V.C.2001. Polyunsaturated fatty acid contents of some traditional fish and shrimp paste condiments of the Philippines. **Food Chemistry** 75: 155-158.

Nakahara K., Trakoontivakorn G., Alzoreky N.S., Ono H., Onishi-Kameyama M., Yoshida M. 2002. Antimutagenicity of some edible Thai plants, and a bioactive carbazole alkaloid, mahanine, isolated from Micromelum minutum. **J. Agric. Food. Chem** 50:4796-4802.

Nakahara K., Onishi-Kameyama M., Ono H., Yoshida M.,Trakoontivakorn G. 2001. Antimutagenic activity against Trp-P-1 of the edible Thai plant, Oroxylum indicum vent. **Biosci. Biotechnol.Biochem.** 65 : 2358-2360.

Norrish A.E., Skeaff, C.M., Arribas, G.L., Sharpe, S.J., Jackson, R.T. 1999. Prostate cancer risk and consumption of fish oils: a dietary biomarker-based case-control study. **British Journal of Cancer** 81: 1238-1242.

Rose D.P., Connolly J.M. 1999. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventing agents. **Pharmacology and Therapeutics** 83: 217-244.

Shon M. Y., Choi S. D., Kahng G. G., Nam S. H., Sung N. J. 2004. Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethyl acetate extracts from white, yellow and red onions. **Food Chem. Toxicol.** 42: 659-666.

Tan W.F., Lin L.p., Zhang Y.X., Yong Y.G., Xiao D. 2003. Quercetin, a dietary derived flavonoid, posses antiangiogenic potential. **European Journal of Pharmacology** 459: 255-262.