



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ศึกษาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC ในพริกที่ปลูกในประเทศไทยเพื่อเป็นข้อมูลทางโภชนาการและการนำไปใช้ประโยชน์

โดย

ดร.อุทัย วิชัย และคณะ

กรกฎาคม 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ศึกษาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC ในพริกที่ปลูกในประเทศไทยเพื่อเป็นข้อมูลทางโภชนาการและการนำไปใช้ประโยชน์

คณะผู้วิจัย สังกัด

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. ดร.อุทัย วิชัย | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. รศ.ดร.เมธา รัตนกรพิทักษ์ | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 3. ดร.บุญจิรา รัตนกรพิทักษ์ | ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 4. ดร.สิริกุล วะสี | ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 5. นายกรัง สิตะธนี | ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 6. ผศ.ดร. เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |

ชุดโครงการ “สมุนไพรเพื่อคุณภาพชีวิต”

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 แนวทางและขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม และตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ.....	4
1.5 กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์.....	4
1.6 เอกสารอ้างอิง.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ลักษณะทั่วไปของพริก.....	6
2.2 สารสำคัญในพริก.....	7
2.2.1 สารให้ความเผ็ดในพริก.....	7
2.2.2 สารสีในพริก.....	12
2.2.3 สารกลุ่ม capsinoids.....	13
2.2.4 สารกลุ่มกรดไขมัน (fatty acid).....	15
2.2.5 สารกลุ่มสารหอมระเหยอินทรีย์ (volatile organic compounds).....	17
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสาร capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOCs ในพริกสายพันธุ์ต่างๆ.....	19
2.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Capsaicinoids.....	19
2.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Capsiate.....	25
2.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Carotenoids.....	26
2.4 เอกสารอ้างอิง.....	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 การทดลอง วิธีการทดลอง ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง.....	41
3.1 การเลือกสายพันธุ์พริกและการปลูกพริกตัวอย่าง.....	41
3.2 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids และ capsiate ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิค HPLC.....	44
3.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsaicinoids ด้วยเทคนิค HPLC.....	44
3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsiate ด้วยเทคนิค HPLC.....	56
3.2.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsiate ด้วยเทคนิค HPLC.....	58
3.3 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsanthin และ beta-carotene ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิค HPLC.....	59
3.3.1 การสกัดและแยกสาร capsanthin จาก <i>Capsicum Frutescens</i> L.....	59
3.3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในพริก.....	61
3.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsanthin และ beta-carotene ด้วยเทคนิค HPLC..	68
3.4 วิเคราะห์เชิงคุณภาพสารในกลุ่ม fatty acid.....	81
3.4.1 การสังเคราะห์ (E)-(7-methyl-5-octenoic acid (C-8).....	81
3.4.2 การสังเคราะห์สารมาตรฐาน (E)-8-methyl-6-nonenoic acid (C-9).....	88
3.4.3 การสังเคราะห์สารมาตรฐาน (E)-9-methyl-7-decenoic acid (C-10).....	90
3.4.4 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Medium Chain Fatty acid.....	90
3.5 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพสารในกลุ่ม Volatile organic compounds (VOC) ในพริกตัวอย่างด้วย HS-SPME GC-MS technique.....	94
4 สรุปผลการศึกษา.....	100
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก.....	103
ภาคผนวก ข.....	152
ภาคผนวก ค.....	162
ภาคผนวก ง.....	179

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก จ.....	222

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซินอยด์.....	1
1.2 โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซินอยด์.....	2
1.3 โครงสร้างทางเคมีของสารสีในพริก.....	2
2.1 โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซินอยด์.....	8
2.2 โครงสร้างของผลพริกและเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างสารที่ให้ความเผ็ดในพริก.....	9
2.3 Biosynthesis pathway ของ capsaicin.....	11
2.4 โครงสร้างทางเคมีของสารสีหลักในพริก.....	12
2.5 กระบวนการ Biosynthesis pathway ของ capsanthin.....	13
2.6 Biosynthesis pathway ของ capsaicin และ capsiate.....	15
2.7 ชนิดของกรดไขมันที่พบได้ทั่วไป.....	16
2.8 Biosynthesis pathway ของ Fatty acid.....	16
2.9 กระบวนการ biosynthesis ของสารหอมระเหยด้วยเอนไซม์ lipoxygenase ใน bell peppers. LOOH, hydroperoxide; [LOX], lipoxygenase; [HPOL], hydroperoxide lyase; [ADH], alcohol dehydrogenase; [Z3/E2-ISO], (Z)-3/(E)-2 isomerase; [E?], unknown enzyme.....	18
2.10 โครงสร้างทางเคมีของสาร capsaicinoids.....	20
2.11 ภาพถ่ายแนวตั้งพื้นผิวด้านนอกของ Korean Hansui hot pepper ที่ถูกตัดแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids.....	20
2.12 Reverse phase HPLC. The relative areas of carotenoids (retention time) are shown for: lutoxanthin (9.7), capsorubin (11.4), neoxanthin (13.1), capsanthin 5,6-epoxide (13.25), violaxanthin (14.4), capsanthin 3,6-epoxide (15.3), luteoxanthin (16.1), curcubitaxanthin B (17.3), capsanthin (17.8), cicloviolaxanthin (19.3), antheraxanthin (19.3), mutatoxanthin (20.9), mutatoxanthin (21.9), 9-cis-capsanthin (23.0), lutein (24.0), zeaxanthin (24.3), 9-cis-zeaxanthin (27.2), 15-cis-zeaxanthin (28.4), canthaxanthin (29.6), cryptocapsin (31.5), a-cryptoxanthin (33.9), b-cryptoxanthin (34.4), b-apo-80-carotenal (34.9), a-carotene (40.4), b-carotene (40.8) A: Mulato, B: Guajillo, C: Ancho.....	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
2.13 (A) Photographs showing the colours of different varieties of red pepper fruits at different stages of ripening. (B) Measurements of the total carotenoid contents in red Capsicum varieties during ripening. Fruits at each stage of ripening (S1–4) were used for the extraction of carotenoids and total RNA. Fruits at ripening stage S3 of the LR1 pepper, S4 of the R1 pepper, and S2 and S3 of both the LR2 and R2 peppers are not shown here.....	29
2.14 (A) Photographs showing the colours of different varieties of non-red pepper fruits at different stages of ripening. (B) Measurements of the total carotenoid contents in non-red Capsicum varieties during ripening. Fruits at each stage of ripening (S1–4) were again used for the extraction of carotenoids and total RNA.....	30
2.15 HPLC elution profile of carotenoids in green chilli, their chemical structures and k _{max} . Peaks: 1, neoxanthin; 2, violaxanthin; 3, lutein; 4, zeaxanthin; 6, chlorophyll b; 7, chlorophyll a; 9, a-carotene; 10, b-carotene. Refer Section 2 for HPLC conditions.....	30
2.16 ตัวอย่างพริกสีส้ม 8 ชนิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ carotenoid.....	31
2.17 กราฟเปรียบเทียบปริมาณ total carotenoids ในพริกแต่ละชนิด.....	32
3.1 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน capsaicin ความเข้มข้น 200 ppm.....	45
3.2 กราฟสารละลายมาตรฐาน capsaicin ที่ความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm.....	45
3.3 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin ความเข้มข้น 165.6 ppm.....	46
3.4 กราฟสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm.....	46
3.5 โครมาโทแกรมของสารตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในพริก.....	47
3.6 การจัดกลุ่มพริกในการศึกษาตาม SHU scale.....	55
3.7 แนวทางการสังเคราะห์ capsiate.....	56
3.8 ¹ H NMR spectrum ของ (E)-capsiate.....	57
3.9 Mass spectrum ของ capsiate.....	57
3.10 การเกิดการสลายตัวของ capsiate ผ่าน ortho-quinone methide.....	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.11 HPLC chromatogram ของสาร capsanthin (หลังการแยกบริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC) ในระบบ Mobile phase Acetonitrile : Isopropanol : Ethyl acetate (70 : 15 : 15) 0.1% TEA flow rate 1.0 มิลลิลิตร/นาที.....	60
3.12 Mass spectrum ของสาร capsanthin หลังทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC (C-18 semi preparative column).....	60
3.13 ¹ H-NMR spectrum ของสาร capsanthin (solvent CDCl ₃) หลังทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC.....	61
3.14 โคโรมาโทแกรมสารมาตรฐาน capsanthin ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	63
3.15 โคโรมาโทแกรมสารมาตรฐาน beta-carotene ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	63
3.16 โคโรมาโทแกรมสารมาตรฐานผสม capsanthin กับ beta-carotene ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	64
3.17 โคโรมาโทแกรมสารตัวอย่างที่สกัดด้วยวิธีที่ 1 ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	64
3.18 โคโรมาโทแกรมสารตัวอย่างที่สกัดด้วยวิธีที่ 2 ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	65
3.19 โคโรมาโทแกรมสารมาตรฐานผสม capsanthin กับ beta-carotene ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	66
3.20 โคโรมาโทแกรมสารมาตรฐานผสม capsanthin กับ beta-carotene ในระบบ Mobile phase ACN:IPA:EtOAc (70:15:15).....	66
3.21 โคโรมาโทแกรมสารตัวอย่าง ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH.....	67
3.22 โคโรมาโทแกรมสารตัวอย่าง ในระบบ Mobile phase ACN:IPA:EtOAc (70:15:15).....	67
3.23 โคโรมาโทแกรมสารละลายมาตรฐาน capsanthin และ beta-carotene.....	68
3.24 กราฟสารละลายมาตรฐาน capsanthin ที่ความเข้มข้น 1, 25, 50, 75 และ 100 ppm.....	69
3.25 กราฟสารละลายมาตรฐาน beta-carotene ที่ความเข้มข้น 1, 5, 10, 30 และ 50 ppm.....	70
3.26 ตัวอย่างโคโรมาโทแกรมของสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ capsanthin และ beta-carotene.....	72
3.27 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin และ beta carotene เป็นตัวกำหนด.....	80
3.28 Biosynthesis ของ capsanthin และ beta carotene.....	80
3.29 การสังเคราะห์ (E)-7-methyl-5-octenoic acid.....	81
3.30 กลไกการสังเคราะห์ 5-bromopentanoic acid.....	82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.31 $^1\text{H-NMR}$ ของ 5-bromopentanoic acid.....	83
3.32 การสังเคราะห์ 5-carboxypentyltriposponiumbromide salt.....	83
3.33 กลไกการสังเคราะห์ 5-carboxypentyltriposponiumbromide salt.....	84
3.34 $^1\text{H-NMR}$ ของ 5-carboxypentyltriposponiumbromide salt.....	84
3.35 การสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid.....	84
3.36 กลไกการสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid.....	86
3.37 $^1\text{H-NMR}$ ของ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid.....	86
3.38 การสังเคราะห์ (E)-7-methyl-5-octenoic acid.....	87
3.39 กลไกการสังเคราะห์ (E)-7-methyl-5-octenoic acid.....	87
3.40 $^1\text{H-NMR}$ ของ (E)-7-methyl-5-octenoic acid.....	88
3.41 แนวทางการสังเคราะห์ (E)-8-methyl-6-nonenoic acid.....	88
3.42 $^1\text{H NMR}$ สเปกตรัมของ (6-carboxyhexyl) triposponium salt.....	89
3.43 $^1\text{H NMR}$ สเปกตรัมของ Z-8-methyl-6-nonenoic acid.....	90
3.44 $^1\text{H NMR}$ สเปกตรัมของ E-8-methyl-6-nonenoic acid.....	90
3.45 GC-MS สเปกตรัมของ Z-8-Methylnonenoic methyl ester.....	92
3.46 GC-MS สเปกตรัมของตัวอย่างพริกพีโรแห้ง.....	93
3.47 GC-MS สเปกตรัมของตัวอย่างพริกพีโรสด.....	93
3.48 โครมาโทแกรมของสาร Volatile organic compounds (VOC) ในตัวอย่างพริกขี้หนูผลเล็ก No.114 (a) และ ขี้หนูผลใหญ่ No.191 (b).....	95

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของแคปไซซินอยด์.....	8
2.2 ปริมาณสารสีหลักในพริก.....	12
2.3 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม capsinoids.....	14
2.4 conversion rate (%) ของ [¹⁴ C] vanillin.....	14
2.5 ปริมาณ vanillylamine และ vanillyl alcohol (mg g ⁻¹ น้ำหนักแห้ง) ในพริกสายพันธุ์ CH-19 Sweet และ Takanotsume.....	15
2.6 สารหอมระเหยหลักที่พบในตัวอย่างพริก.....	17
2.7 Capsicum germplasm analyzed for capsaicinoid content by EIA and HPLC.....	19
2.8 Capsaicinoids in parts of Seongrok (hottest) and Hansuwi (hot) red Korean peppers determined by HPLC.....	21
2.9 Capsaicinoids content of red Korean peppers.....	21
2.10 Individual and total capsaicinoids contents of whole fresh and canned peppers sold in California determined by HPLC.....	21
2.11 Individual and total capsaicinoids contents of commercial dry peppers and pepper-containing foods sold in California determined by HPLC.....	22
2.12 Capsaicinoids composition of the ripe fruits of five <i>Capsicum annuum</i> cultivars (mg/kg dry matter).....	23
2.13 Capsaicin content in the pericarp, placenta, and seeds of seven chili pepper cultivars grown in the state of Yucatan, Mexico.....	23
2.14 Dihydrocapsaicin content in the pericarp, placenta, and seeds of seven chili pepper cultivars grown in the state of Yucatan, Mexico.....	24
2.15 Capsaicinoids content (mg/g) of pepper and pepper sauces (n = 3) and recovery % by SPME-GC-MS.....	24
2.16 Capsicum cultivars used for this study and capsaicinoid, capsinoid, and capsaicinoid content in fruits.....	25
2.17 ปริมาณของสาร capsiate และ Dihydrocapsiate ในพริก.....	26

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
2.18 Carotenoid composition in three varieties of <i>C. annuum</i> in reverse phase HPLC (% of total carotenoids).....	27
2.19 Carotenoids composition of the ripe fruits of five <i>Capsicum annuum</i> cultivars (mg/kg dry matter).....	28
2.20 แสดงปริมาณ carotenoid ที่พบในพริกทั้ง 8 ชนิด.....	31
2.21 Percentage composition (mean $\pm$ SD) in fatty Acids of the pericarp and Seeds during the processing stages for paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) Jaranda and Jariza Varieties,	32
2.22 volatile compounds indentified in sex varities of Calabrian.....	33
2.23 volatile fraction cpmposition as single coponents and classes of substances of different varities of Calabrian <i>Capsicum annuum</i>	34
2.24 Total Capsaicinoids Content, Total Volatile Content, and Overall Aroma Description of the Evaluated <i>Capsicum</i> Accessions.....	35
3.1 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้น ในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน capsaicin ที่ความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm.....	45
3.2 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้น ในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน dihydrocapsaicin 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm.....	46
3.3 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย.....	48
3.4 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้น ในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน capsanthin ที่ความเข้มข้น 1, 25, 50, 75 และ 100 ppm.....	69
3.5 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้น ในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน beta-carotene 1, 5, 10, 30 และ 50 ppm.....	69
3.6 ค่าการวิเคราะห์หาค่าร้อยละการคืนกลับ (% Recovery) ของ capsanthin ที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 75 ppm.....	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
3.7 ค่าการวิเคราะห์หาค่าร้อยละการคืนกลับ (% Recovery) ของ beta-carotene ที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 30 ppm.....	71
3.8 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย.....	72
3.9 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon.....	96
3.10 สาร VOC ในกลุ่ม ester.....	97
3.11 สาร VOC ในกลุ่ม alcohol.....	98
3.12 สาร VOC ในกลุ่ม aldehyde.....	98
3.13 สาร VOC ในกลุ่ม ketone.....	99
3.14 สาร VOC ในกลุ่ม acid.....	99
4.1 แสดงจำนวนตัวอย่างพริกในแต่ละ Cluster.....	101
4.2 แสดงข้อมูลปริมาณสารในการจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นด้วยวิธี Two-step cluster.....	101
ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS.....	104
ก-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS.....	123
ก-3 ตัวอย่างพริกที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์.....	145
ข-1 แสดงการคำนวณหาค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Detection limit) ของ capsaicin.....	153
ข-2 แสดงการคำนวณหาค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Detection limit) ของ dihydrocapsaicin.....	155
ข-3 ผลการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit.....	157
ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin.....	163
ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene.....	171
ง-1 สาร VOC ในกลุ่ม Ester, Ketone และ Acid.....	180
ง-2 สาร VOC ในกลุ่ม Aldehyde และ Alcohol.....	186
ง-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon.....	192
จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster.....	223

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

จากการศึกษาวิจัยพริกมากกว่า 200 สายพันธุ์ พบว่าสามารถแบ่งพริกออกได้เป็น 4 กลุ่มคือพริกในกลุ่มที่ 1 มีปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin เฉลี่ยสูงกว่าพริกในกลุ่มอื่น พริกในกลุ่มที่ 2 มีปริมาณ capsanthin และ beta-carotene เฉลี่ยสูงกว่าพริกในกลุ่มอื่น พริกในกลุ่มที่ 3 มีปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin เฉลี่ยในปริมาณที่ค่อนข้างสูง แต่มีปริมาณ capsanthin และ beta-carotene เฉลี่ยค่อนข้างต่ำ พริกในกลุ่มที่ 4 มีปริมาณ capsaicin, dihydrocapsaicin, capsanthin และ beta-carotene เฉลี่ยในปริมาณที่ต่ำกว่าพริกในกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม

ทั้งนี้พบว่าพริก CA1814 มีปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin มากที่สุด เท่ากับ 1060.8 ± 40.5 mg/100 g และ 481.14 ± 18.40 mg/100g ของพริกแห้ง และพริก CA1734 มีปริมาณ capsanthin 68 ± 2.49 mg/100g และปริมาณ beta-carotene 57.7 ± 1.7 mg/100g ซึ่งทำให้พริกสองสายพันธุ์นี้มีแนวโน้มที่ดีในการใช้ศึกษาการสกัดและการนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต และสารในกลุ่ม alkyl butanoate น่าที่จะเป็นสารที่มีความสำคัญกับกลิ่นของพริกในปัจจุบัน

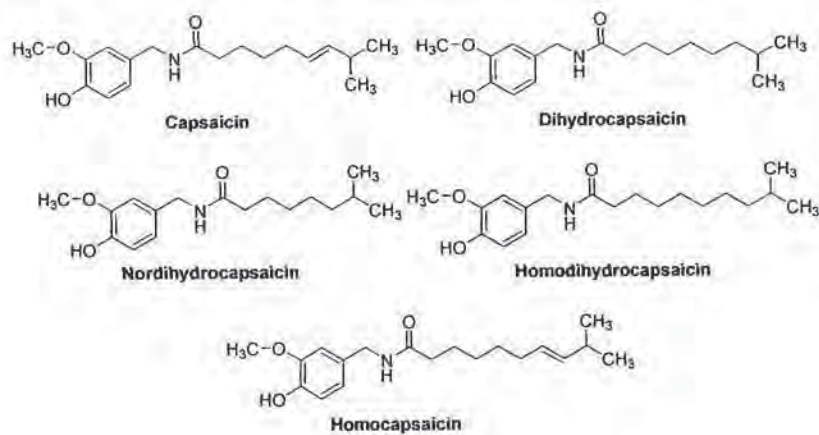
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

พริกเป็นพืชที่มีปริมาณการปลูกและบริโภคมากในประเทศไทย จากข้อมูลรายงานการเพาะปลูกของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปีเพาะปลูก 2549/2550 พบว่า มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศ 474,717 ไร่ และมีการปลูกพริก 5 ชนิดคือ พริกขี้หนูเม็ดเล็ก พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ พริกยักษ์ พริกหยวก และพริกใหญ่ ได้ผลผลิตสดรวม 333,672 ตัน/ปี พริกที่ปลูกมากที่สุด คือ พริกขี้หนูเม็ดเล็ก และพริกขี้หนูเม็ดใหญ่ โดยแหล่งผลิตสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจากสถิติของกรมศุลกากรปี 2549 พบว่า มีการส่งออกพริก คิดเป็นมูลค่า 2,161 ล้านบาท [1]

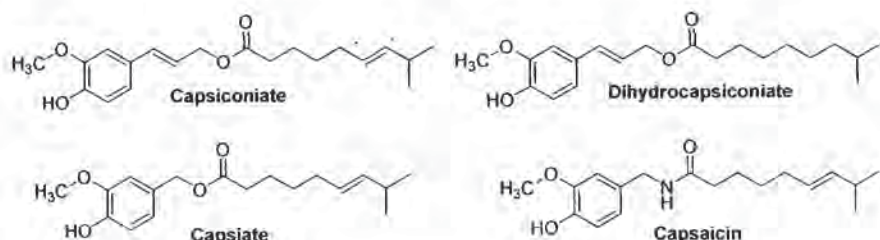
ดังนั้นในปัจจุบัน พริกหลากหลายประเภทที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศ และต่างประเทศ จึงได้มีการส่งเสริมให้ปลูกในประเทศมากขึ้น โดยพริกที่ปลูกมีทั้งแบบ พริกกินสด พริกแห้ง และ พริกเพื่อการส่งออกโดยเฉพาะ นอกจากนี้ พริกเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบีรวม และวิตามินอี ร่วมกับมีแร่ธาตุโมลิบดีนัม แมงกานีส โพเลต โพแทสเซียม และโตเอมีน โดยที่สารเบต้า-แคโรทีนอยด์ วิตามินซี และวิตามินเอในพริกเป็นสารแอนติออกซิเจนซ์ที่มีประสิทธิภาพในการทำลายอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดี [2] นอกจากการบริโภคแล้วพริกยังมีสรรพคุณทางยาที่มีประโยชน์ทั้งในมนุษย์และสัตว์ เพราะพริกมีกลุ่มของสารสำคัญหลายกลุ่มเป็นองค์ประกอบ เช่น พริกที่เผ็ด จะมีสารที่ทำให้ความเผ็ดจากกลุ่มสารแคปไซซินอยด์ประกอบด้วยสารให้ความเผ็ด 2 ชนิดหลัก คือ สารแคปไซซิน (capsaicin) และสารไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) ที่เหลือเป็นสารให้ความเผ็ดรอง ได้แก่ สารนอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) สารโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) และสารโฮโมแคปไซซิน (homocapsaicin) [3] แสดงในภาพ 1.1



ภาพ 1.1 โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซินอยด์

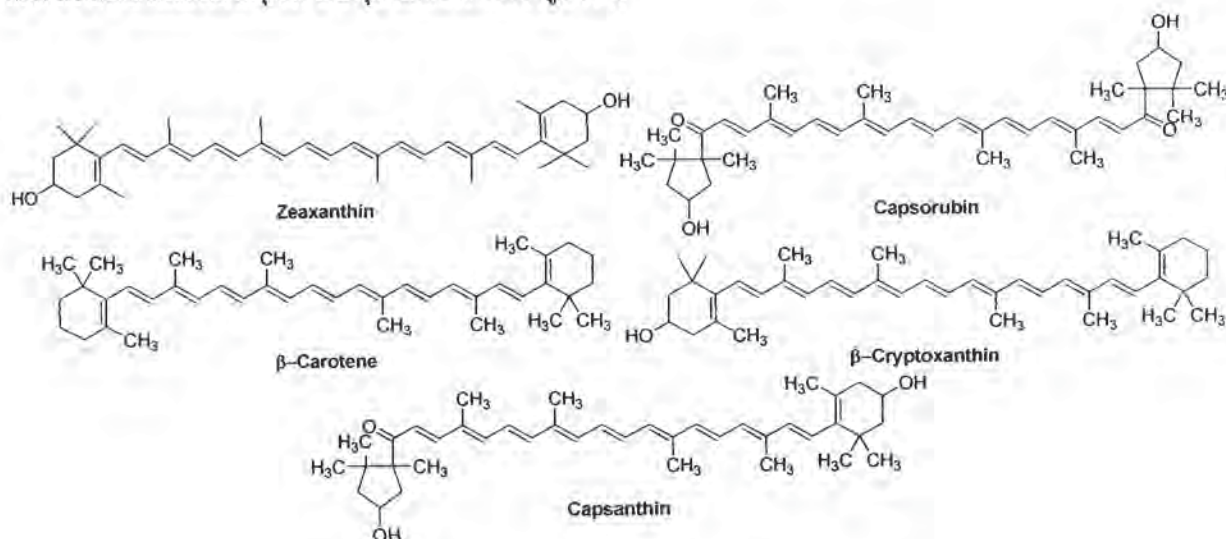
โดยสมบัติที่มีประโยชน์ของสารแคปไซซินอยด์จึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและการรักษาโรค [4] อาทิเช่น ลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ หัวไหล่ แขน บั้นเอว และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย [5] แต่การใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจมีผลกระทบต่ออาการหยุดชะงักการทำงานของกล้ามเนื้อได้เช่นกัน เพื่อความปลอดภัย USFDA ได้กำหนดให้ใช้สาร capsaicin ได้ ที่ความเข้มข้น 0.75 % สำหรับเป็นยารักษาโรค [6]

นอกจากสารให้ความเผ็ดจากสารแคปไซซินอยด์แล้ว ในพริกที่ไม่มีความเผ็ดยังมีสารกลุ่มแคปซินอยด์ (capsinoids) เช่น CH-19 sweet [7] แสดงในภาพ 1.2 ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างคล้ายกับสารกลุ่มแคปไซซินอยด์แต่แตกต่างที่พันธะเอสเทอร์ของ vanillyl alcohol ในส่วนของหมู่ fatty acid ทำให้สารกลุ่มนี้จึงมีความเผ็ดที่ต่ำกว่า [8] และมีความสามารถในการกำจัดไขมันที่สะสม ชักน้ำให้เกิดกระบวนการอะพอพโทซิส (Apoptosis) เป็นสารต้านโรคมะเร็ง และมีสมบัติเป็นสารแอนติออกซิเดนต์ [9-14] และคุณสมบัติที่ดีของสารแคปซินอยด์จึงมีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร



ภาพ 1.2 โครงสร้างทางเคมีของแคปซินอยด์

นอกจากแคปไซซินอยด์ และแคปซินอยด์แล้ว สีของพริกซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม carotenoids แสดงในภาพ 1.3 โดยสารสีกัดสีในพริกได้มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารทั้งการปรุงแต่งรสชาติ และสีสั (colouring spice) ตามความต้องการของผู้บริโภคหลากหลายผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น ไข่กรอบและเนื้อ ตลอดจนใช้ในชีส บัตเตอร์ น้ำสลัด ส่วนผสมของเครื่องปรุงรส ขนมขบเคี้ยว และอาหารแปรรูป [15]



ภาพ 1.3 โครงสร้างทางเคมีของสารสีในพริก

นอกจากสารให้ความเผ็ด และสารให้สีแล้ว พริกยังมีกรดไขมันสะสมอยู่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท [16] คือ กรดไขมันสายสั้น และสายปานกลาง (short and medium chain fatty acid , SCFA-MCFA) มีคาร์บอนน้อยกว่า 12 คาร์บอน ส่วนกรดไขมันสายยาว (long chain fatty acid , LCFA) มีคาร์บอนมากกว่า 12 คาร์บอน ซึ่งกรดไขมันสายสั้น และสายปานกลางมีประโยชน์ต่อการบริโภคต่างๆ เนื่องจากมีค่าแคลอรีต่ำกว่าไขมันและน้ำมันทั่วไป [17] จึงมีประโยชน์ในด้านการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากกรดไขมันดังกล่าวไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็น triacylglycerol เอสเทอร์ตัวใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการ

สะสมกรดไขมันเหล่านี้ในร่างกายในลักษณะของไขมันจึงมีโอกาสน้อยมาก [18] นอกจากนี้ กรดไขมันสายสั้นนี้ยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น มีบทบาทในการต่อต้าน potential pathogenic หรือ opportunistic microorganisms สามารถยับยั้งการเจริญหรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียโดยตรง [19] เป็นต้น

นอกจากสารให้ความเผ็ด สารสี และกรดไขมันสายสั้นจะมีประโยชน์มากมายแล้ว ยังมีสารหอมระเหยในพริก (Volatile compounds) ยังเป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการบริโภคพริก โดยสารหอมระเหยในพริกจะส่งผลต่อการรับกลิ่นผ่านทางจมูก ที่เรียกว่า Orthonasal pathway เมื่อสารหอมระเหยผ่านกระบวนการดังกล่าว จะไปกระตุ้นสมองส่วนความต้องการอยากอาหาร จึงทำให้การบริโภคมีรสชาติดีขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาทางองค์ประกอบของสารหอมระเหยที่อยู่ในพริก [20]

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสารสำคัญในพริกมีประโยชน์ ต่ออุตสาหกรรมอาหาร การเกษตรกรรม และการแพทย์ จากงานวิจัยเกี่ยวข้องกับสารสำคัญในพริกสายพันธุ์ต่างๆในประเทศไทยนั้น จะเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณสารชนิดใดชนิดหนึ่ง แต่ยังไม่มียางานว่าการหาปริมาณสารสำคัญทั้งหมดในพริกแต่ละสายพันธุ์ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ปริมาณสารที่สะสมในผลของพริกจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว แหล่งปลูก สภาพอากาศ ฤดูกาลที่ปลูก และการดูแลรักษา ด้วยเหตุนี้การทราบข้อมูลเบื้องต้นของสารสำคัญต่างๆ ในพริก จะทำให้การเลือกใช้ชนิดของพันธุ์พริกที่เหมาะสมให้ถูกกับการใช้งานในด้านต่างๆ ส่งผลให้เกิดความคุ้มค่าทางการลงทุนในเชิงอุตสาหกรรม และทำให้มีการใช้ประโยชน์ของพริกที่มีในประเทศได้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อตรวจสอบหาชนิดและปริมาณสารสำคัญต่างๆในพริกที่ปลูกในประเทศไทยเพื่อเป็นข้อมูลในการบริโภคและการนำไปใช้ประโยชน์

1.3 แนวทางและขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.3.1 เพาะกล้าพริกทั้งหมด 200 ชนิด ที่ประกอบไปด้วยพริกที่เผ็ด และพริกที่ไม่เผ็ด
- 1.3.2 ปลูกพริกลงในแปลง
- 1.3.3 เก็บเกี่ยวผลผลิตให้ได้ในปริมาณ 600-1000 g
- 1.3.4 ตากผลพริกที่สมบูรณ์ในที่ร่มและอบที่ 55 °C จนน้ำหนักคงที่เพื่อวิเคราะห์หาสารสำคัญ
- 1.3.5 วิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsaicinoids ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HPLC technique
- 1.3.6 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsiate
 - 1.3.6.1 สังเคราะห์สาร capsiate เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน
 - 1.3.6.2 optimization method ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsiate
 - 1.3.6.3 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsiate ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HPLC technique
- 1.3.7 วิเคราะห์หาปริมาณสาร beta-carotene ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HPLC technique
 - 1.3.7.1 optimization method ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร beta-carotene
 - 1.3.7.2 วิเคราะห์หาปริมาณสาร beta-carotene ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HPLC technique
- 1.3.8 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsanthin
 - 1.3.8.1 สกัดและแยกสาร capsanthin จาก *Capsicum Frutescens* L.
 - 1.3.8.2 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsanthin ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HPLC technique
- 1.3.9 วิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม fatty acid C8-C10

- 1.3.9.1 สังเคราะห์สารในกลุ่ม short chain fatty acid เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน
- 1.3.9.2 optimization method ในการวิเคราะห์หาปริมาณ fatty acid C8-C10
- 1.3.9.3 วิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม fatty acid ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย GC-MS technique
- 1.3.10 วิเคราะห์หาปริมาณ Volatile organic compounds (VOC) ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HS-SPME GC-MS technique
 - 1.3.10.1 optimization method ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Volatile organic compounds (VOC)
 - 1.3.10.2 วิเคราะห์หาปริมาณ Volatile organic compounds (VOC) ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย HS-SPME GC-MS technique
- 1.3.6.11 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณสารสำคัญต่างๆในพริกด้วยวิธีการทางสถิติ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม และตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ

ได้ข้อมูลของชนิดและปริมาณสารสำคัญในพริกที่ปลูกในประเทศไทยเพื่อสามารถนำไปทำเป็นฐานข้อมูลการนำไปใช้ประโยชน์จากพริกในประเทศไทย

1.5 กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์

- 1.5.1 เผยแพร่ผลงานวิจัยผ่านการประชุมทางวิชาการ
- 1.5.2 เผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการ 1 ฉบับ

1.6 เอกสารอ้างอิง (References)

1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2012. การคัดเลือกพันธุ์และการแปรรูปพริกในเมืองไทย ตอน 1 และ 2. (ออนไลน์). <http://www.nstda.or.th/vdo-nstda/sci-house/1012-1> และ <http://www.nstda.or.th/vdo-nstda/sci-house/1012-2>. March 24, 2012.
2. Simonne, A. H.; Simonne, E. H.; Eitenmiller, R. R.; Mills, H. A.; Green, N. R. Ascorbic acid and pro-vitamin A contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *J Food Compo Anal.* **1997**, *10*, 299–311.
3. สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. 2546. พริกเรื่องเผ็ดร้อนที่นาไร่. *Up DATE* 18(191): 45-54.
4. Ochoa-Alejo, N.; Ramírez-Malagón, R. In vitro chilli pepper biotechnology. *In Vitro Cell Dev Biol Plant.* **2001**, *37*, 701–29.
5. Wikipedia. 2009. Capsaicin. *The free encyclopedia*. Available Source <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Capaicin-structure.png>, September 16, 2009.
6. Wikipedia. 2012. พริก. *The free encyclopedia*. Available Source <http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81>, March 24, 2012.
7. Kenji Kobata, Tomoko Todo, Susumu Yazawa, Kazuo Iwai, and Tatsuo Watanabe. Novel Capsaicinoid-like Substances, Capsiate and Dihydrocapsiate, from the Fruits of a Nonpungent Cultivar, CH-19 Sweet, of Pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Food Chem.* **1998**, *46*, 1695–1697.

8. Iida, T.; Moriyama, T.; Kobata, K.; Morita, A.; Murayama, N.; Hashizume, S.; Fushiki, T.; Yazawa, S.; Watanabe, T.; Tominaga, M. TRPV1 activation and induction of nociceptive response by a non-pungent capsaicin-like compound, capsiate. *Neuropharmacol.* **2003**, *44*, 958–967.
9. Kawabata, F.; Inoue, N.; Yazawa, S.; Kawada, T.; Inoue, K.; Fushiki, T. Effects of CH-19 sweet, a non-pungent cultivar of red pepper, in decreasing the body weight and suppressing body fat accumulation by sympathetic nerve activation in humans. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2006**, *70*, 2824–2835.
10. Onuki, K.; Haramizu, S.; Oki, K.; Watanabe, T.; Yazawa, S.; Fushiki, T. Administration of capsiate, a non-pungent capsaicin analog, promotes energy metabolism and suppresses body fat accumulation in mice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2001**, *65*, 2735–2740.
11. Macho, A.; Sancho, R.; Minassi, A.; Appendino, G.; Lawen, A.; Mu~noz, E. Involvement of reactive oxygen species in capsaicinoid induced apoptosis in transformed cells. *Free Radical Res.* **2003**, *37*, 611–619.
12. Macho, A.; Lucena, C.; Sancho, R.; Daddario, N.; Minassi, A.; Mu~noz, E.; Appendino, G. Non-pungent capsaicinoids from sweet pepper, synthesis and evaluation of the chemopreventive and anticancer potential. *Eur. J. Nutr.* **2003**, *42*, 2–9.
13. Masuda, Y.; Haramizu, S.; Oki, K.; Ohnuki, K.; Watanabe, T.; Yazawa, S.; Kawada, T.; Hashizume, S. Upregulation of uncoupling proteins by oral administration of capsiate, a nonpungent capsaicin analog. *J. Appl. Physiol.* **2003**, *95*, 2408–2415.
14. Rosa, A.; Deiana, M.; Casu, V.; Paccagnini, S.; Appendino, G.; Ballero, M.; Dessi, M. A. Antioxidant activity of capsinoids. *J. Agric. Food Chem.* **2002**, *50*, 7396–7401.
15. Govindarajan, V. S. Capsicum—production, technology, chemistry and quality. III. Chemistry of the color, aroma, and pungency stimuli. *Crit Rev Food Sci Nutr.* **1986**, *4*, 245–355.
16. บริษัท กรุงเทพ พยาธิ-แลป จำกัด. 2012. CHOLESTEROL –TRIGLYCERIDES AND HEALTHY HEART. (ออนไลน์). <http://www.yourhealthyguide.com/article/aco-cholesterol-triglyceride.htm>. March 24, 2012.
17. Robert E. Smith, John W. Finley, and Gilbert A. Overview of SALATRIM: A family of low-calorie fats Leveille. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **1994**, *42*, 432–434.
18. Osborn, H.T. and Akoh, C.C. Enzymatically modified beef tallow as a substitute for cocoa butter. *J. of Food Science.* **2002**, 2480–2485
19. F. Van Immerseel, J. De Buck, F. Boyen, L. Bohez, F. Pasmans, J. Volf, M. Sevcik, I. ychlik, F. Haesebrouck and R. Ducatelle. Medium-Chain Fatty Acids Decrease Colonization and Invasion through *hilA* Suppression Shortly after Infection of Chickens with *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis *Appl. Environ. Microbiol.* **2004**, *70*, 3582–3587.
- [20] S & T News >> United States. 2012. กลิ่นและรสของอาหารกับพฤติกรรมผู้บริโภค. (ออนไลน์). http://ostc.thaiembdc.org/news_us/Apr53_3.html#top. March 24, 2012.

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของพริก

พริก เป็นพืชในตระกูล *Solanaceae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum frutescens* L. ชื่อภาษาอังกฤษว่า Chilli peppers, chili, chile หรือ chilli มาจากคำภาษาสเปน ว่า chile โดยส่วนมากแล้ว ชื่อเหล่านี้มักหมายถึง พริกที่มีขนาดเล็ก ส่วนพริกขนาดใหญ่ที่มีรสอ่อนกว่าจะเรียกว่า Bell Pepper ในสหรัฐอเมริกา Pepper ในประเทศอังกฤษและไอร์แลนด์, capsicum ในประเทศอินเดียกับออสเตรเลีย และ Paprika ในประเทศทวีปยุโรปหลายประเทศ พริกชนิดต่างๆ มีต้นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกา ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีปลูกกันในหลายประเทศทั่วโลก พริกเป็นพืชล้มลุกที่มีขนาด รูปร่าง และสีของผล แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และอายุของพริก ซึ่งความเผ็ดไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของผล เช่น พริกชี้ฟ้ามีรูปร่างยาวรี ขนาดผลเล็ก แต่มีฤทธิ์ของความเผ็ดมาก ต่างกับพริกหยวกที่มีขนาด ยาว และใหญ่กว่า แต่มีฤทธิ์ของความเผ็ดน้อยกว่า [1]

โดย Purseglove และคณะ [2] ได้จำแนกพริกที่มีการปลูกกันอยู่ในโลกออกเป็น 5 ชนิด คือ *Capsicum annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pubescens* Ruiz & Pavon, *C. baccatum* L. และ *C. chinense* Jacq.

C. annuum L. เป็นพริกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุด ลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ลำต้นตั้งตรง มีกิ่งข้างมาก ทรงพุ่มสูงประมาณ 45-100 เซนติเมตร มักปลูกเป็นแบบพืชฤดูเดียว โดยทั่วไปดอกจะมีสีขาว แต่มีบางพันธุ์ที่มีดอกสีม่วง ออกดอกบริเวณข้อ ข้อละดอก ลักษณะของก้านดอกหรือก้านผลค่อนข้างเรียว กลีบรองดอกคู่คล้ายจะห่อตัวหรือยื่นเข้าเนื่องจากการเจริญเติบโตของผล [3] ผลเป็นแบบ indehiscent berry ภายในมีเมล็ด จำนวนมาก รูปร่างขนาดและสีของผลไม่แน่นอน รูปร่างของผลมีทั้งผอมยาว รูปกรวย หรือรูปกลม ขนาดผลกว้างกว่า 8 มิลลิเมตร ยาว 0.8-30.0 เซนติเมตร ผลขณะอ่อนอยู่มีสีเขียว เหลือง หรือม่วง แต่เมื่อแก่จะมีสีแดง ส้ม น้ำตาล หรือม่วงแดง เช่น พริกชี้ฟ้า พริกหวาน และพริกยักษ์ เป็นต้น [4]

C. frutescens L. เป็นพืชที่มีปลูกแพร่หลายในเขตเส้นศูนย์สูตรของโลก รวมทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พันธุ์ที่รู้จักกันดีของพริกชนิดนี้ คือ พันธุ์ Tabasco ซึ่งมีปลูกมากในสหรัฐอเมริกาและในประเทศเขตร้อนของโลก *C. frutescens* L. เป็นพริกที่มีความเผ็ดมากกว่า *C. annuum* L. มีลักษณะเป็นพุ่มไม้ขนาดเล็ก ลักษณะทรงพุ่มโดยทั่วไปคล้ายกับ *C. annuum* L. แต่แตกต่างกันที่ลักษณะการเจริญเติบโตของผล [4] กลีบดอกมีสีเขียวอมเหลือง ติดดอกข้อละประมาณ 1-3 ดอก ก้านดอกตั้งตรงและชัน ผลมีรูปร่างเรียว ฐานรองดอกเรียบ ผลจะมีขนาดเล็กและยาว ผลกว้างประมาณ 0.3-1.0 เซนติเมตร ยาว 0.7-3.0 เซนติเมตร บางครั้งอาจพบผลใหญ่กว่านี้ ผลขณะอ่อนอยู่มีสีเขียวหรือเหลือง แต่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อแก่ เช่น พริกชี้หูสวน เป็นต้น [3]

C. pubescens Ruiz & Pavon นิยมปลูกมากในแถบภูเขาแอนดีสและบนที่สูงของอเมริกากลาง เนื่องจากพริกชนิดนี้สามารถทนต่อความหนาวได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า พริกชนิดนี้สามารถปลูกในที่ราบได้เช่นกัน แต่พบว่า การติดผลจะไม่ดีเมื่อปลูกในแถบร้อน [5] พริกชนิดนี้มีผลที่มีเนื้อหนา มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำสูงแต่มีรสเผ็ด ซึ่งลักษณะของพริกชนิดนี้ คือ มีกลีบดอกสีม่วง ไม่มีจุดและผลสีดำ [6] พันธุ์ที่ใช้ปลูกมีการแพร่กระจายน้อยกว่าพริกชนิดอื่น จากการสำรวจและรวบรวมพันธุ์พริกในประเทศไทยพบว่า อาจมีพริกชนิดนี้อยู่เพียงพันธุ์เดียว เรียกว่า พริกขาวดำ [7]

C. baccatum L. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศโบลิเวีย และมีการกระจายพันธุ์ไปยังประเทศเปรู อาร์เจนตินา บราซิล ตอนใต้ รัฐฮาวายและตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา อินเดียและยุโรป แต่ไม่เป็นที่นิยมในทวีปเอเชียและแอฟริกา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ *C. annuum* L. และ *C. frutescens* L. ได้รับความนิยมอยู่แล้ว [8] ลักษณะทั่วไปของพริกชนิดนี้ คือ มีกลีบดอกสีขาวและมีจุดสีเหลืองที่กลีบดอก [6]

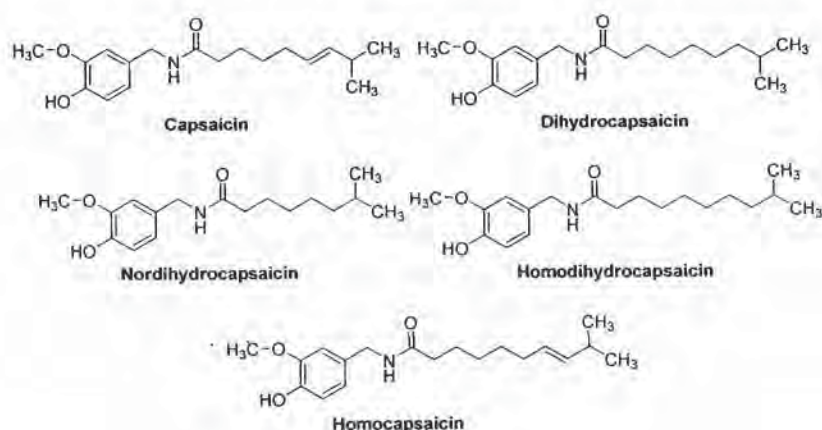
C. chinense Jacq. เป็นพริกที่มีความสำคัญในแถบภูเขาแอนดีสในอเมริกาใต้ การกระจายพันธุ์ของพริกชนิดนี้พบมากในบริเวณลุ่มแม่น้ำเมซอน [9] พริกชนิดนี้มีลักษณะของผลหลายแบบ พริกที่มีผลใหญ่ เนื้อหนาใช้รับประทานสด พริกที่เนื้อบางใช้ทำพริกแห้ง ส่วนพริกผลเล็กมีกลิ่นและรสเผ็ดจัด [8] พริกชนิดนี้มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายกับ *C. annuum* L. และ *C. frutescens* L. กลีบดอกมีสีเขียวอ่อน มีสองดอกหรือมากกว่าสองดอกต่อข้อ เมื่อผลแก่จะมีรอยคอดที่กลีบเลี้ยงติดกับก้านของผล [6]

ส่วนพริกที่นิยมปลูกในประเทศไทยนั้นมีอยู่ 2 ชนิด คือพันธุ์ *Capsicum annuum* ได้แก่ พริกมัน พริกหยวก พริกสิงคโปร์ พริกไต้ปลา และพริกชี้ฟ้า และพันธุ์ *Capsicum frutescens* ได้แก่ พริกขี้หนูสายพันธุ์ต่าง ๆ [10]

2.2 สารสำคัญในพริก

2.2.1. สารให้ความเผ็ดในพริก

สารให้ความเผ็ดในพริกเกิดจากสารกลุ่มแคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ซึ่งโดยทั่วไป สารกลุ่มแคปไซซินอยด์ในพริกประกอบด้วยสารให้ความเผ็ด 2 ชนิดหลัก คือ capsaicin และ dihydrocapsaicin และสารให้ความเผ็ดรอง ได้แก่ nordihydrocapsaicin, homodihydrocapsaicin, homocapsaicin [1] ซึ่งมีความเผ็ดที่แตกต่างกันดังแสดงในตาราง 2.1 capsaicin มีชื่อทางเคมีว่า *N*-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-8-methyl-trans-6-enamide เป็นสารธรรมชาติจำพวกอัลคาลอยด์ (alkaloid) ที่มีโครงสร้างเป็น vanillyl amide มีสูตรโมเลกุล $C_{18}H_{27}NO_3$ มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 305.46 และจุดหลอมเหลวเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส เมื่ออยู่ในรูปสารบริสุทธิ์ จะมีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น และไม่มรส สามารถละลายในน้ำได้เล็กน้อย แต่จะละลายได้ดีในไขมัน น้ำมัน และแอลกอฮอล์ สามารถทนต่อความร้อนและความเย็นได้ ดังนั้นการต้มหรือการแช่แข็งจึงไม่มีผลทำให้ความเผ็ดสูญเสียไป และลักษณะกลิ่นหอมเฉพาะของพริกแต่ละชนิด เกิดจากน้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า โอเลโอเรซิน (oleoresin) ซึ่งพริกแต่ละพันธุ์จะมีสารเหล่านี้มากน้อยแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ [1,11] นอกจากการมีคุณสมบัติเผ็ดร้อนของสาร capsaicin แล้วยังมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอื่นๆ ที่สำคัญอีกมากมายเช่น ฤทธิ์ระงับปวด, ลดการติดเชื้อ, ลดการอักเสบ และกระตุ้นการเคลื่อนไหวของระบบทางเดินอาหารได้ เป็นต้น [12]

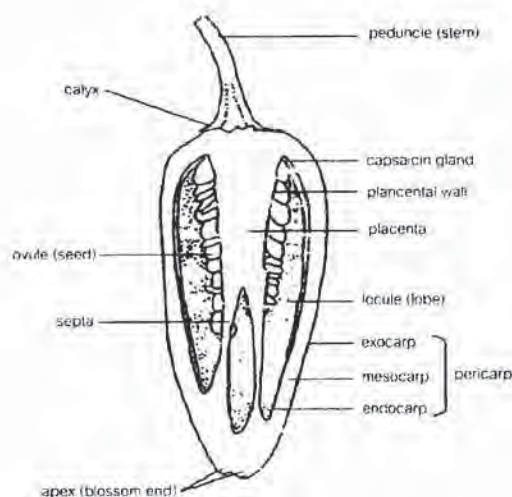


ภาพ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซินอยด์

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบของแคปไซซินอยด์ [13]

ชื่อสารประกอบ	ปริมาณที่พบ (เปอร์เซ็นต์)	ความเผ็ด (หน่วยสไควล์)
capsaicin	69	16,000,000
dihydrocapsaicin	22	16,000,000
nordihydrocapsaicin	7	9,100,000
homodihydrocapsaicin	1	8,600,000
homocapsaicin	1	8,600,000

ความเผ็ดของพริกที่มาจาก capsaicin พบภายในผลซึ่งสร้างขึ้นจากส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อตรงบริเวณมุมระหว่างเยื่อแกนกลางสีขาว หรือเรียกว่า รกพริก (placenta) และส่วนผลของพริก (pericarp) [14] ดังแสดงในภาพ 2.2 และจะสะสมอยู่ในผลของพริก [15] ซึ่งปริมาณของสารให้ความเผ็ดในพริกจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว แหล่งปลูก สภาพอากาศ ฤดูกาลที่ปลูก และการดูแลรักษา เป็นต้น โดยพบว่าปริมาณของสาร capsaicin ขึ้นอยู่กับระยะการสุกของผลพริกโดยผลอ่อนจะมีปริมาณสาร capsaicin น้อยมาก และจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในผลแก่ที่เปลี่ยนเป็นสีแดง [16-17] ซึ่ง Kim [15] ได้อธิบายว่าในช่วงที่ผลพริกมีการเจริญเติบโต capsaicinoid synthetase ซึ่งทำหน้าที่ในกระบวนการสร้างสาร capsaicin จะยังทำงานได้ไม่เต็มที่ ทำให้ปริมาณของสาร capsaicin ในพริกมีน้อย แต่หลังจากที่ผลพริกมีขนาดโตเต็มที่ และเริ่มมีการสุกแก่แล้ว capsaicinoid synthetase จึงจะสามารถทำงานได้เต็มที่พริกจึงมีปริมาณสาร capsaicin เพิ่มขึ้น



ภาพ 2.2 โครงสร้างของผลพริกและเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างสารที่ทำให้ความเผ็ดในพริก¹³

นอกจากนี้ชนิดและสายพันธุ์ของพริก ก็มีผลต่อปริมาณของสาร capsaicin เช่นกัน ซึ่งปริมาณของ capsaicin ในพริกแต่ละชนิดมีมากน้อยเรียงตามลำดับดังนี้ คือ พริกชี้ฟ้า 18.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พริกเหลือง 16.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พริกชี้ฟ้า 4.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พริกหยวก 3.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และพริกหวาน (พริกยักษ์) 1.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ความเผ็ดของพริกจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสาร capsaicin ที่สูงขึ้น [1] ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมมีผลต่อกระบวนการสร้างสารให้ความเผ็ดในพริก [18] ซึ่งสอดคล้องกับ Harvell และ Bosland [19] พบว่า capsaicin ในพริกจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมของพริก และสภาพแวดล้อมที่ได้รับ พริกพันธุ์เดียวกันหากนำไปปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ก็อาจทำให้มีระดับความเผ็ดที่แตกต่างกันได้

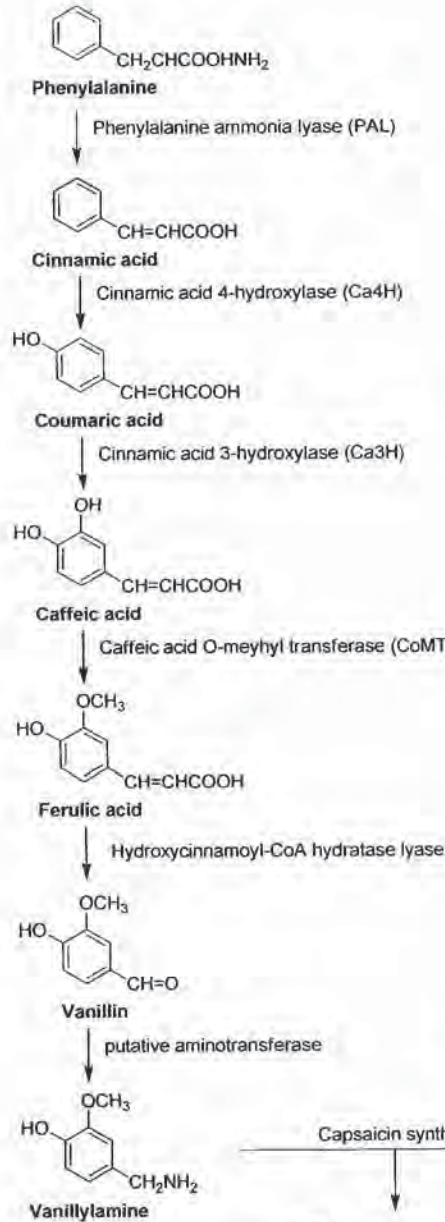
การประเมินความเผ็ดของพริกสามารถมีวิธีการประเมินได้ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 โดยใช้ผู้ทดสอบชิม เป็นการวัดความเผ็ดของพริกตามข้อกำหนดของ Essential Oil Association (EOA) โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งมีประสบการณ์ชิมตัวอย่าง และรายงานปริมาณความเผ็ดในพริกเป็นหน่วยสโควิลล์ (Scoville Unit) ซึ่งกำหนดให้ 1 ส่วนในล้านส่วน (1 พีพีเอ็ม) ของ capsaicin ค่าเท่ากับ 15 หน่วยสโควิลล์ ดังนั้น capsaicin บริสุทธิ์จึงมีค่าความเผ็ดเท่ากับ 15,000,000 หน่วยสโควิลล์ [20] การวัดความเผ็ดด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายต่อการเตรียมและเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีข้อเสียหลายอย่าง คือ พริกทำให้เกิดความร้อนแก่ผู้ทดสอบ ทำให้ไม่สามารถชิมตัวอย่างได้มาก และอาจเกิดความผิดพลาดในการรับรสของผู้ทดสอบ [21] วิธีที่ 2 โดยการวิเคราะห์ปริมาณของสารให้ความเผ็ดด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีชนิดของเหลวความดันสูง (HPLC - high performance liquid chromatography) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่รวดเร็วและแม่นยำในการวิเคราะห์ มีความละเอียดสูง สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ครั้งละหลายๆ และสามารถแยกอนุพันธ์ของสารออกจากกันได้อย่างชัดเจนโดยไม่ต้องทำให้ตัวอย่างอยู่ในรูปที่บริสุทธิ์ [22]

โครงสร้างของสารแคปไซซินอยด์ประกอบด้วยส่วนของอะโรมาติกของ vanillyl amine และ fatty acid ที่มีความยาวแตกต่างกัน ความเผ็ดมีความแตกต่างกันอย่างมากในช่วงเผ็ดมากจนถึงหวาน ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของการแสดงออกของยีนที่สำคัญในกระบวนการ biosynthetic กับจำนวน capsaicinoids โดยกระบวนการสังเคราะห์ capsaicin เตรียมได้จากสองทาง จากการสังเคราะห์ส่วนของ fatty acid และส่วนของอะโรมาติก

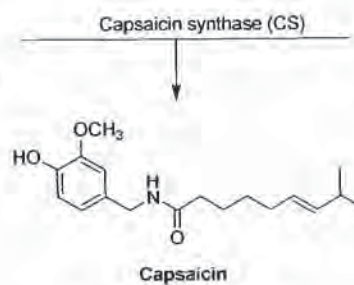
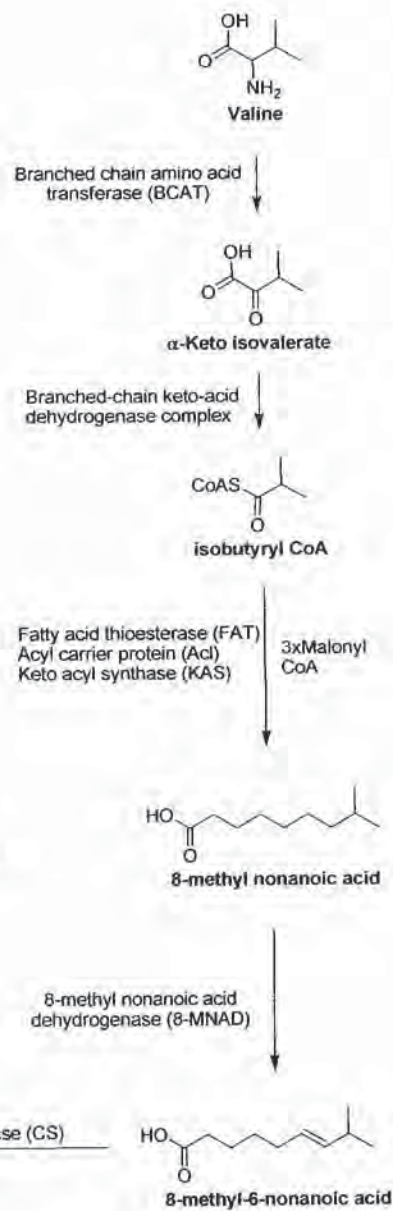
กระบวนการสังเคราะห์ capsaicin เกิดจากการทำปฏิกิริยาคอนเดนเซชันของสารตัวกลาง ระหว่าง vanillyl amine จากกระบวนการ phenylpropanoid pathway และสาร 8-methyl-nonenoic acid จากกระบวนการ valine pathway

นำไปสู่สารผลิตภัณฑ์ capsaicin [23-26] กระบวนการสังเคราะห์ capsaicin แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกการสังเคราะห์ vanillyl amine ผ่านทาง phenylpropanoid pathway แสดงในภาพ 2.3 เริ่มการสังเคราะห์จาก phenylalanine ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) เกิดเป็น cinnamic acid จาก cinnamic acid ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ cinnamic acid 4-hydroxylase (Ca4H) เกิดเป็นอนุพันธ์ coumaric acid และทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ coumaric acid 3-hydroxylase (Ca3H) ได้เป็น caffeic acid และเกิดการสังเคราะห์ ferulic acid ด้วยการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ caffeic acid O-methyl transferase (CoMT) จากนั้นสาร ferulic acid ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ hydroxycinnamoyl-CoA hydratase lyase เกิดเป็น vanillin และเปลี่ยน vanillin เป็น vanillylamine ด้วยปฏิกิริยาของเอนไซม์ putative aminotransferase ส่วนที่สองสังเคราะห์ผ่านทาง valine pathway เป็นการสังเคราะห์ 8-methyl-nonanoic acid โดยเริ่มจากการทำ degradation ตำแหน่งของหมู่ amino ของ valine ด้วยเอนไซม์ branched-chain amino acid aminotransferase (BCAT) ได้ผลิตภัณฑ์ของ 2-keto-isovalerate และทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ branched-chain keto-acid dehydrogenase complex เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ของ Isobutyryl-CoA จากนั้นทำปฏิกิริยากับ 3xMalonyl CoA, fatty acid thioesterase (FAT), acyl carrier protein (Aci) และ เอนไซม์ keto acyl synthase (KAS) เกิดเป็น 8-methyl nonanoic acid ขั้นสุดท้ายทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ 8-methyl nonanoic acid dehydrogenase (8-MNAD) ได้อนุพันธ์ของ 8-methyl-6-nonanoic acid จากสาร 8-methyl-6-nonanoic acid ที่เตรียมได้นี้จะเกิดปฏิกิริยา condensation กับสาร vanillylamine ที่สังเคราะห์จาก phenylpropanoid pathway ด้วยเอนไซม์ capsaicin synthase (CS) สุดท้ายจะได้สารผลิตภัณฑ์ของ capsaicin

Phenyl Propanoid Pathway



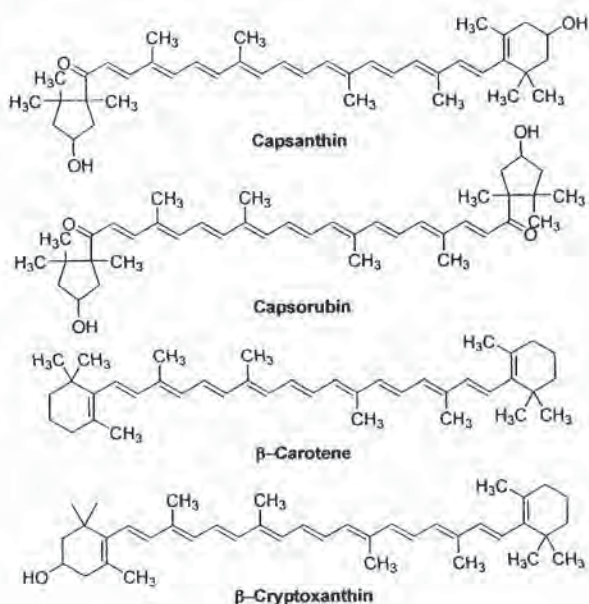
Valine Pathway



ภาพ 2.3 Biosynthesis pathway ของ capsaicin

2.2.2 สารสีในพริก

พริกเป็นเครื่องเทศที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ประชากรเกือบทั่วโลกใช้ในการประกอบอาหาร หรือใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งอาหารให้มีสีสันน่ารับประทาน ซึ่งเป็นผลมาจากสารให้สีแดง และสารสีในพริกคือ สารสีเหลือง สีส้ม และสีแดงที่ผลของพริก ได้แก่ แคปแซนทีน (capsanthin) แคปโซรูบิน (capsorubin) เบต้า-แคโรทีน (β -carotene) และเบต้า-คริปโตแซนทีน (β -cryptoxanthin) (ภาพ 2.4) โดยสารสีที่พบมากที่สุดในพริกคือ แคปแซนทีน มีปริมาณ 587.70 ไมโครกรัมต่อกรัม วัตถุดิบซึ่งเป็นสารสีที่ให้สีแดง มีจุดหลอมเหลวที่ 181-182 องศาเซลเซียส สารสีที่พบในปริมาณรองลงมาคือ เบต้า-แคโรทีน และเบต้า-คริปโตแซนทีน เป็นสารสีที่ให้สีเหลือง และสีแดงตามลำดับ [27] ดังแสดงในตาราง 2.2 สารสีดังกล่าวจัดเป็นสารจำพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ที่มีปริมาณ pro-vitamin A สูง มีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [28] และมีสมบัติเป็นสารป้องกันมะเร็งได้อีกด้วย [29] แคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไขมันที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในไขมันเช่นเดียวกับ capsaicin ดังนั้นการต้มจึงไม่ทำให้สีของพริกจางลง สำหรับผลพริกหรือดอกพริกที่มีสีม่วงนั้น เกิดจากสารพวกแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งสารพวกนี้สามารถละลายน้ำได้



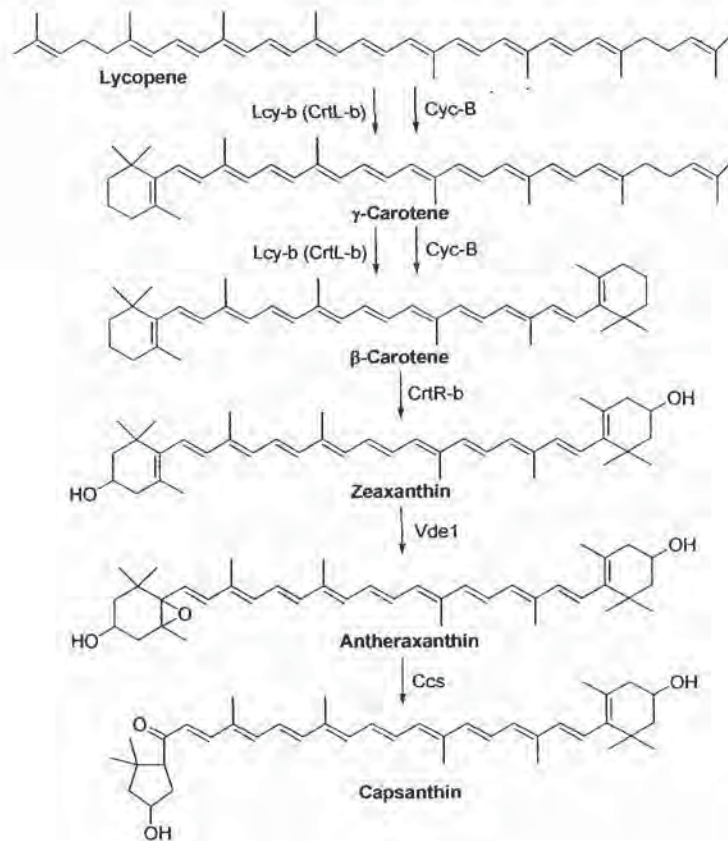
ภาพ 2.4 โครงสร้างทางเคมีของสารสีหลักในพริก

ตาราง 2.2 ปริมาณสารสีหลักในพริก [30]

ชนิดของสารสี	ปริมาณสารสี (ไมโครกรัม ต่อกรัม น้ำหนักสด)
capsanthin	587.70
β -carotene	271.80
β -cryptoxanthin	217.00
สารสีรวม	1,755.90

การสังเคราะห์สารสีในพริก [31-32] เริ่มจาก lycopene ด้วยปฏิกิริยา cyclization ด้านปลายของสายโซ่ด้วยเอนไซม์ lycopene β -cyclase (LCY-B/CRTL-B) ได้ส่วนของ B-ionone ring ของสารอนุพันธ์ γ -carotene และ β -carotene ตามลำดับ จากนั้นเปลี่ยนจาก β -carotene เป็น zeaxanthin ด้วยปฏิกิริยา hydroxylation ของวงของ carotenes ที่

ตำแหน่ง 3C, 3C' ผ่านเอนไซม์ B-ring hydroxylase (CrtR-b) จากนั้นเอนไซม์ violaxanthin deepoxidase ทำการเปลี่ยน zeaxanthin เป็นอนุพันธ์ของ Antheraxanthin โดยการนำไปสู่การเกิดหมู่ 5,6-epoxy groups ในตำแหน่ง 3-hydroxy- β -rings ด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ ในขั้นตอนต่อไปเป็นการทำงานของเอนไซม์ capsanthin-capsorubin synthase (CCS) เกิดเป็นสาร capsanthin ซึ่งเป็นสาร xanthophylls ที่มีสีแดง ดังแสดงในภาพ 2.5

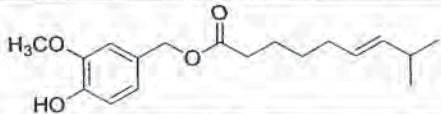
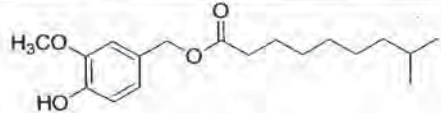
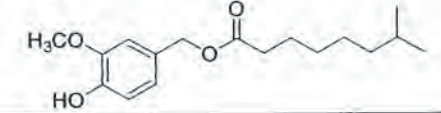


ภาพ 2.5 กระบวนการ Biosynthesis pathway ของ capsanthin

2.2.3 สารกลุ่ม capsinoids

Capsiate เป็นสารอนุพันธ์ธรรมชาติของ capsaicin จัดเป็นสารในกลุ่ม capsinoids โดย Susumu Yazawa [33] เป็นผู้ค้นพบในปี ค.ศ. 1989 ในพริกสายพันธุ์ CH-19 sweet ซึ่งเป็นพริกที่ไม่ให้ความเผ็ด หรือโดยทั่วไปเรียกว่าพริกหวาน มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับแคปไซซินคือ ประกอบด้วยหมู่ไวนิลิล แอลกอฮอล์ และกรดไขมันชนิดเดียวกับแคปไซซิน แต่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอสเทอร์ ซึ่งทำให้สารชนิดนี้มีคุณสมบัติเผ็ดร้อนเพียง 1 ใน 1000 ส่วนของ capsaicin เท่านั้น จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า capsiate มีประโยชน์ทางด้านเภสัชวิทยาอย่างกว้างขวาง เช่น การเพิ่มอุณหภูมิและอัตราการเผาผลาญออกซิเจนในร่างกาย [34] ลดการสะสมไขมันในร่างกาย [35] ต่อด้านอนุมูลอิสระ [36] ลดการอักเสบของผิวที่เกิดจากรังสี UV-B [37] ลดการเจ็บปวด [38] และต่อด้านเซลล์มะเร็ง [39] โดยสารในกลุ่มนี้ประกอบด้วย capsiate, dihydrocapsiate และ nordihydrocapsiate (ตาราง 2,3)

ตาราง 2. 3 โครงสร้างทางเคมีของสารในกลุ่ม capsinoids

Capsinoids	Chemical structures
Capsiate	
Dihydrocapsiate	
Nordihydrocapsiate	

จากงานวิจัยของ Kouzou Sutoh [40] ในปี ค.ศ. 2006 ได้ทำการศึกษา biosynthesis ของ capsiate โดยการติดตาม radiolabelled ของ [^3H] valine และ [^{14}C] ใน phenylalanine ที่ฉีดลงในพริกสายพันธุ์ CH-19 Sweet และ Takanotsune ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความเผ็ด เนื่องจากปริมาณของ capsaicin สูง โดยพบว่าในส่วนของรพริกมี conversion rate (%) ที่ได้จาก [^{14}C] phenylalanine อยู่ในรูปอนุพันธ์ต่างๆของ [^{14}C] vanillin ได้แก่ vanillylamine, vanillyl alcohol, vanillic acid, capsiate, dihydrocapsiate, capsaicin, และ dihydrocapsaicin ดังแสดงในตาราง 2.4

ตาราง 2. 4 conversion rate (%) ของ [^{14}C] vanillin

Compound	CH-19 Sweet		Takanotsune	
	1	2	1	2
vanillin	0.73	2.02	1.01	2.15
vanillylamine	not detected	not detected	3.38	7.25
vanillyl alcohol	10.03	0.58	15.27	8.70
vanillic acid	4.73	2.33	2.66	5.64
capsiate	3.77	12.03	not detected	not detected
dihydrocapsiate	3.35	5.14	not detected	not detected
capsaicin	not detected	not detected	0.13	8.97
dihydrocapsaicin	not detected	not detected	0.08	4.96

* Duplicate data are shown as 1 and 2, separately.

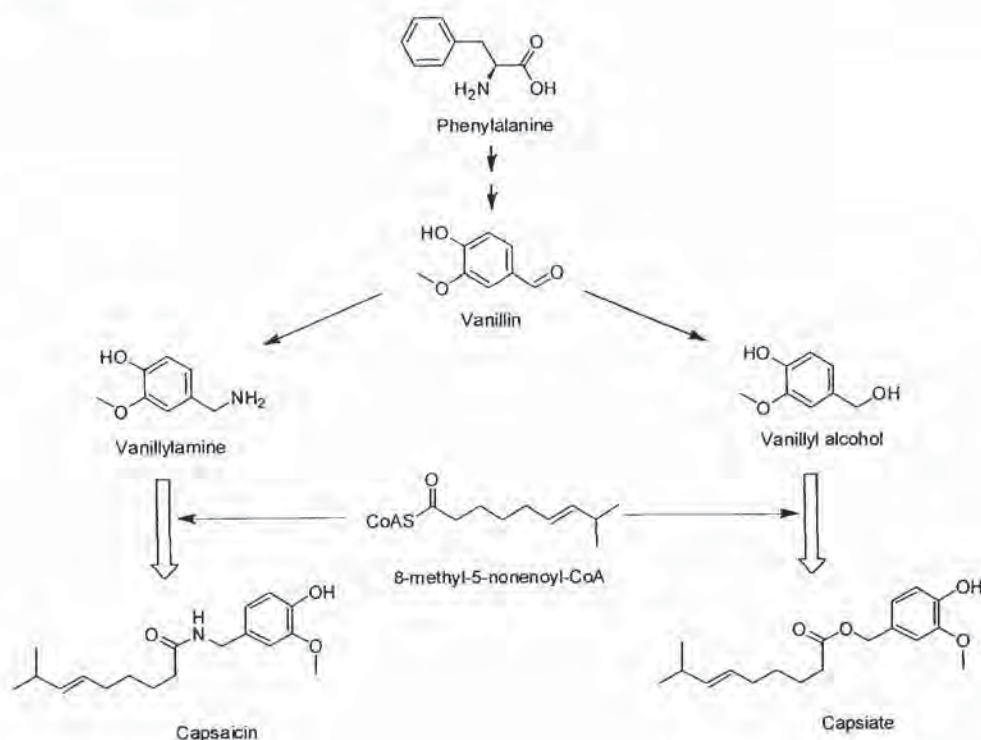
จากการทดลองสรุปได้ว่า phenylalanine เป็นกรดอะมิโนสำคัญในกระบวนการ biosynthesis pathway ในการสังเคราะห์ capsinoids และ capsaicinoids นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2009 Yaqin Lang และคณะ [41] ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยเทคนิค functional loss of outative-aminotransferase (p-AMT) gene เพื่อศึกษาการเกิด vanillylamine และ vanillyl alcohol ในพริกทั้งสองสายพันธุ์ และจากการศึกษาพบว่า ในพริกสายพันธุ์ CH-19 sweet พบปริมาณ

vanillyl alcohol และ capsiate สูงมาก ในขณะที่พริกสายพันธุ์ Takanotsume มี vanillyl alcohol และ capsiate ต่ำ แต่มีปริมาณ vanillylamine และ capsaicin สูง (ตาราง 2.5)

ตาราง 2. 5 ปริมาณ vanillylamine และ vanillyl alcohol (mg g^{-1} น้ำหนักแห้ง) ในพริกสายพันธุ์ CH-19 Sweet และ Takanotsume.

	Vanillylamine	Vanillyl alcohol	Capsaicinoids	Capsinoids
CH-19 Sweet	0.0078	0.0921	0.2000	1.3320
Takanotsume	0.0196	0.0442	4.6290	0.0970

ถัดมาในปี ค.ศ. 2010 กลุ่มวิจัยของ Yoshiuki Tanaka [42] ได้ทำการเสนอ biosynthesis ของ capsiate และ capsaicin ที่เป็นไปได้สูงจากการศึกษาด้วยเทคนิค (p-AMT) โดยสรุปได้ว่า phenylalanine เป็นกรดอะมิโนเริ่มต้นในการให้ vanillin ก่อนที่จะถูกเปลี่ยนเป็น vanillyl alcohol สำหรับการสังเคราะห์ capsiate และ vanillyl amine สำหรับการสังเคราะห์ capsaicin (ภาพ 2.6)

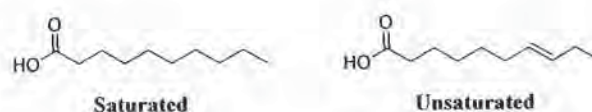


ภาพ 2. 6 Biosynthesis pathway ของ capsaicin และ capsiate

2.2.4 สารกลุ่มกรดไขมัน (fatty acid)

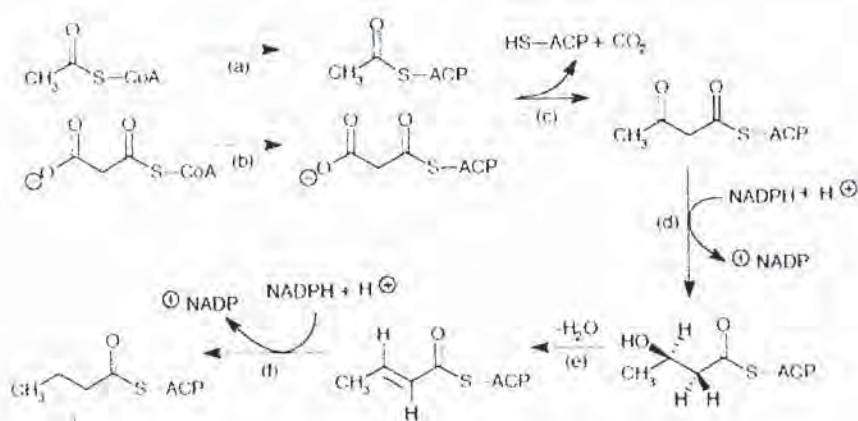
โดยส่วนมากกรดไขมันที่พบในพริก [43] นั้นจะประกอบไปด้วย Lauric acid, Myristic acid, Palmitic acid, Palmitoleic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid และ Linolenic acid ซึ่งกรดไขมันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1. กรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยว และ 2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว จะเป็นการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ (ภาพ 2.7) ซึ่งกรดไขมันที่เรารับประทานนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ ใหญ่ๆ ได้แก่

1. ไตรกลีเซอไรด์ 2. คอเลสเตอรอล 3. ฟอสโฟลิพิด โดยโครงสร้างของกรดไขมันนั้นจะเกิดจากการเรียงตัวเป็นสายโซ่ของคาร์บอน ซึ่งมีปลายข้างหนึ่งเป็นหมู่ methyl ($-CH_3$) และปลายอีกข้างหนึ่งเป็นหมู่ carboxyl ($-COOH$) ซึ่งจำนวนของคาร์บอนมีได้หลายตัว โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 22 อะตอม [44] หากมีความยาวน้อยกว่า 6 จะเรียกว่า กรดไขมันสายสั้น ถ้าอยู่ในช่วง 6-12 จะเรียกว่ากรดไขมันสายกลาง และหากมีความยาวมากกว่า 12 ก็เรียกว่า กรดไขมันสายยาว ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้จะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวหรือพันธะคู่ และนอกจากนี้แล้วกรดไขมันสายสั้น และสายปานกลาง มีประโยชน์ต่อการบริโภคต่างๆ เนื่องจากมีค่าแคลอรีต่ำกว่าไขมันและน้ำมันทั่วไป [45] และยังสามารถออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น มีบทบาทในการต่อต้าน potential pathogenic หรือ opportunistic microorganisms สามารถยับยั้งการเจริญหรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียโดยตรง [46] จากนั้นยังพบอีกว่าการผลิตไลโปดสังเคราะห์ที่มีขนาดสายกลางมีความสำคัญเนื่องจากเป็นแหล่งอาหารของผู้ป่วยที่มีความบกพร่องของตับอ่อนเพราะตับอ่อนหลั่งเอนไซม์ได้น้อยลง [47]



ภาพ 2. 7 ชนิดของกรดไขมันที่พบได้ทั่วไป

โดยในกระบวนการ biosynthesis แสดงในภาพ 2.8 ของกรดไขมัน [48] นั้นจะเริ่มจาก acetyl-CoA และ malonyl-CoA เป็นสารตั้งต้นโดยผ่านเอนไซม์ (a) acetyl CoA:ACP transacylase และ (b) malonyl CoA:ACP transacylase ซึ่งจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ acyl carrier protein (ACP) จากนั้นจะผ่านเอนไซม์ (c) 3-ketokacyl-ACP synthetase ซึ่งจะช่วยให้สามารถขยายสายโซ่ได้ด้วย malonyl-ACP เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของ acetyl-ACP ต่อจากนั้นจะเกิดปฏิกิริยา reduction ที่ตำแหน่งของกลุ่ม ketone ไปเป็นกลุ่ม hydroxyl ด้วยเอนไซม์ 3-ketoacyl-ACP reductase และกลุ่ม hydroxyl จะเกิดกระบวนการขจัดน้ำออก ผ่านเอนไซม์ 3-hydroxylacyl-ACP dehydrase จากนั้นจะเกิดปฏิกิริยา reduction ที่คาร์บอนตำแหน่ง 3 และ 4 ด้วยเอนไซม์ enoyl-ACP reductase และจากนั้นเกิดปฏิกิริยาตั้งขึ้นตอนที่กล่าวมาซ้ำๆ ไปจนได้คาร์บอนตามจำนวนที่ต้องการของกระบวนการในการสังเคราะห์ของพืชแต่ละชนิด



ภาพ 2. 8 Biosynthesis pathway ของ Fatty acid

2.2.4 สารกลุ่มสารหอมระเหยอินทรีย์ (volatile organic compounds)

สารหอมระเหยในพริกเกิดจากสารกลุ่ม alcohols, aldehydes, fatty acids, esters, ketones, hydrocarbons, monoterpenes, sesquiterpenes และ pyrazines [49] โดยที่การแยกสารแต่ละกลุ่มจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า สารประกอบกลุ่ม aldehydes, alcohol, esters, terpenes, ketones, bases, และ forans เป็นสารประกอบของสารหอมระเหยที่พบบ่อยที่สุดในพริก ดังแสดงในตาราง 2.6 โดยที่ปริมาณสารหอมระเหยจะขึ้นอยู่กับชนิดของสายพันธุ์ของพริกและระดับความสุกของพริก โดยที่สารหอมระเหยในพริกเป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการบริโภคพริก โดยสารหอมระเหยในพริกจะส่งผลต่อการรับกลิ่นผ่านทางจมูก ที่เรียกว่า Orthonasal pathway เมื่อสารหอมระเหยผ่านกระบวนการดังกล่าว จะไปกระตุ้นสมองส่วนความต้องการอยากอาหาร จึงทำให้การบริโภคมีรสชาติดียิ่งขึ้น

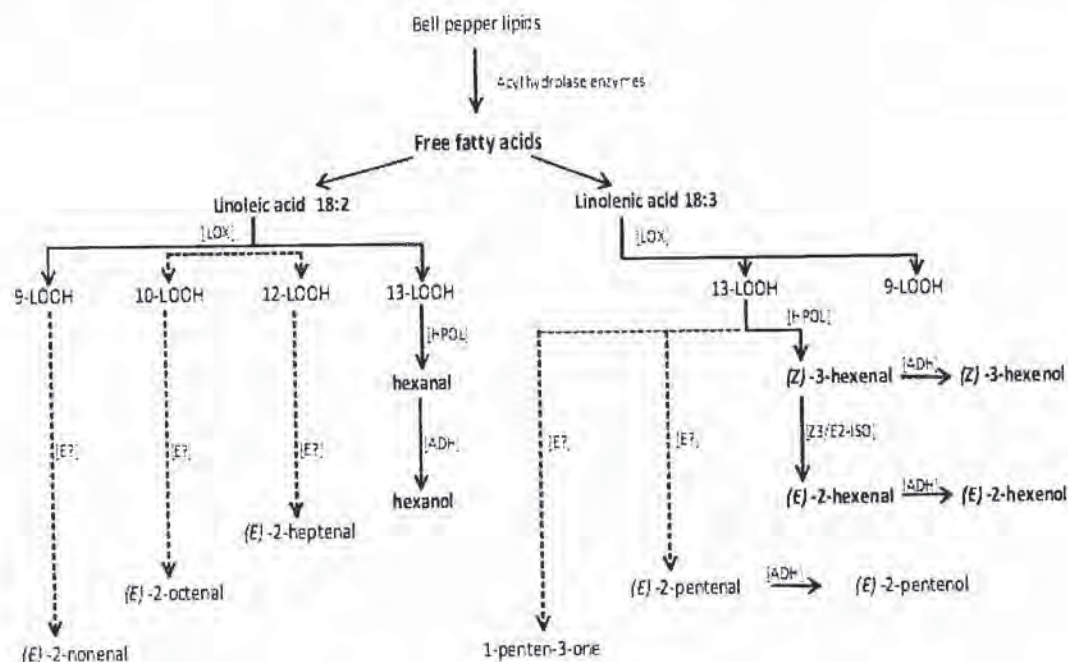
ตาราง 2. 6 สารหอมระเหยหลักที่พบในตัวอย่างพริก [50-58]

Chemical group	Compounds	Flavor descriptor
Aldehydes	(Z)-3-hexenal	green, grassy, fresh aroma
	(E)-2-hexenal	
	Hexanal	
	E, Z)-2,6-nonadienal	cucumber odor
	E,E)-2,4-decadienal	fried chicken odor
	E,Z)-2,4-decadienal	fried chicken odor
Alcohols	benzaldehyde	almond note
	(Z)-3-hexenol	green, grassy, fresh aroma
	(E)-2-hexenol	
Esters	Hexanol	
	Methyl salicylate	wintergreen-like odor
	hexyl isopentanoate	fruity notes, apple
	(Z)-3-hexenyl isopentanoate	fruity, sweet green, apple-like
	hexyl pentanoate	fruity odor notes
Terpenes	ethyl acetate	sweet odor
	(E)- β -ocimene	rancid, sweaty odor
	Limonene	citrus odor
	Linalool	floral
Ketones	3-carene	red bell pepper, rubbery odor
	1-penten-3-one	chemical/pungent, spicy odor
	2,3-butanedione	caramel odor

ตาราง 2. 7 สารหอมระเหยหลักที่พบในตัวอย่างพริก [50-58] (ต่อ)

Chemical group	Compounds	Flavor descriptor
	non-1-en-4-one non-(E)-2-en-4-one nona-(E,E)-2,5-dien-4-one 2-heptanone Hept-(E)-3-en-2-one	sweet mushroom-like odor, contribute to the cooked bell pepper aroma
	β -ionone	violet-like, fruity, woody
Bases	2-methoxy-3-isobutylpyrazine	green bell pepper odor
Furans	furfural	almond note
	2-pentylfuran	

กระบวนการ biosynthesis ของสารหอมระเหยจะเกิดผ่านกระบวนการ lipoxygenase pathway จากเอนไซม์ Lipoxygenases (LOX) โดยเอนไซม์จะไปช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ polyunsaturated fatty acid จะได้สาร fatty acid hydroperoxides (HPOs) [59] การทำงานของกระบวนการ lipoxygenase เกี่ยวข้องกับเอนไซม์หลายชนิด โดยเริ่มที่ LOX เอนไซม์ทำปฏิกิริยากับ linoleic และ linolenic acid ให้อยู่ในรูปของ HPOs ซึ่งจะถูกตัดด้วยเอนไซม์ HPOL จะได้สารกลุ่ม aldehyde และ aldehyde อาจเกิด isomerized อยู่ในรูปอนุพันธ์ชนิดอื่นๆ ด้วย (Z)-3/(E)-2 isomerase (Z3/E2 ISO) และนอกจากนี้ยังเป็นอยู่ในรูปอนุพันธ์ของ alcohol ด้วยเอนไซม์ alcohol dehydrogenase (ADH) ดังแสดงในภาพ 2.9



ภาพ 2. 9 กระบวนการ biosynthesis ของสารหอมระเหยด้วยเอนไซม์ lipoxygenase ใน bell peppers. LOOH, hydroperoxide; [LOX], lipoxygenase; [HPOL], hydroperoxide lyase; [ADH], alcohol dehydrogenase; [Z3/E2-ISO], (Z)-3/(E)-2 isomerase; [E?], unknown enzyme. [60]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสาร capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOCs ในพริกสายพันธุ์ต่างๆ

2.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Capsaicinoids

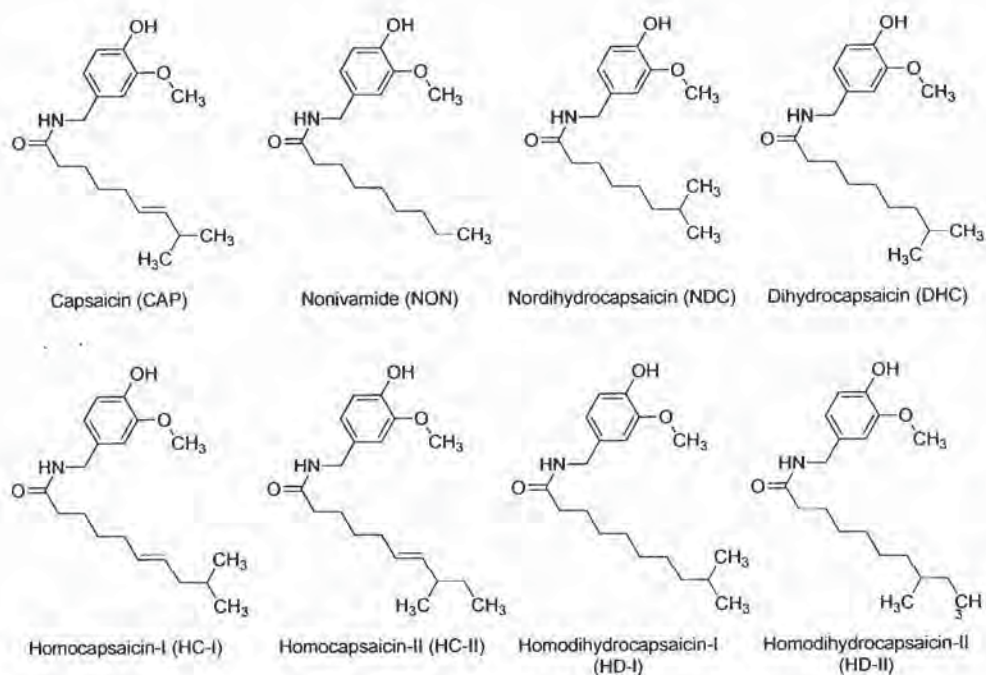
ในปี ค.ศ.2003 Jarret, R. L. และคณะ [61] ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสาร capsaicinoids ในสารสกัดพริกสด 4 กลุ่ม (species) รวมทั้งหมด 16 สายพันธุ์ (genotypes) ซึ่งมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 5.1 ถึง 4284 ppm โดยใช้ enzyme immunoassay (EIA) และในช่วง 0.6 ถึง 3467. ppm โดยใช้ HPLC ตามลำดับ ซึ่งจากผลการประมาณค่าสาร capsaicinoids ของทั้ง 2 เทคนิคมีความสัมพันธ์กันอย่างสูง ($R^2 = 0.996$) โดยพบว่าพริก sweet bell และ pimento type (*C. annuum* L.) มีความเข้มข้นของสาร capsaicinoids ต่ำสุด ส่วนพริก small-fruited 'bird'-type accession ของ *C. frutescens* L. (PI 593924) พบว่ามีความเข้มข้นของสาร capsaicinoids สูงที่สุด ดังตาราง 2.7

ตาราง 2. 8 *Capsicum* germplasm analyzed for capsaicinoids content by EIA and HPLC

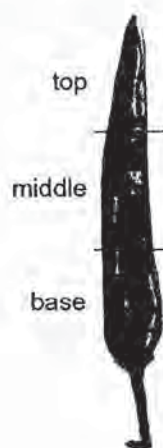
ID no.	Species	Country of origin	Status ^a	Name	Capsaicinoids (ppm)	
					EIA	HPLC
Grif 974	<i>C. Annuum</i>	China	Cultivated		5.1	1.1
Grif 1570	<i>C. Annuum</i>	Yemen	Cultivated		169	123
Grif 12453	<i>C. Annuum</i>	Albania	Cultivated	Kosova	34	17.1
Grif 14090	<i>C. Annuum</i>	Guatemala	Landrace		638	523
Grif 14094	<i>C. Annuum</i>	Guatemala	Landrace		495	356
Grif 14221	<i>C. Annuum</i>	Paraguay	Cultivated		13	3.1
Grif 14379	<i>C. Annuum</i>	India	Unknown		2699	2418
PI 298647	<i>C. Annuum</i>	Spain	Cultivated	Pimento bola	6.5	0.6
PI 370375	<i>C. Annuum</i>	Yugoslavia	Cultivated	Dolga blaga	14	10.3
Grif 14142	<i>C. Baccatum</i>	Paraguay	Landrace		774	760
PI 590506	<i>C. Baccatum</i>	Bolivia	Landrace		150	113
PI 596055	<i>C. Baccatum</i>	Bolivia	Landrace		167	115
PI 593926	<i>C. Chinense</i>	Ecuador	Landrace		819	703
Grif 14084	<i>C. Frutescens</i>	Guatemala	Landrace	Diente de perro	3581	3160
Grif 14088	<i>C. Frutescens</i>	Guatemala	Cultivated	Chile blanco	558	510
PI 593924	<i>C. Frutescens</i>	Ecuador	Landrace		4284	3467

^a International Plant Genetic Resources Institute (1995). Descriptors for *Capsicum*. Rome, Italy.

ในปี ค.ศ.2005 Friedman, M. และคณะ [62] ได้ทำการวิเคราะห์หาสาร capsaicinoids ทั้ง 8 ชนิด คือ capsaicin, dihydrocapsaicin, homocapsaicin-I, homocapsaicin-II, homodihydrocapsaicin-I, nonivamide, homodihydrocapsaicin-II, และ nordihydrocapsaicin (ดังภาพ 2.10) ตามส่วนต่างๆ ของผลพริกคือ เนื้อพริก (pericarp) รกพริก (placenta), เมล็ดพริก (seed), ส่วนบน ส่วนกลางและส่วนล่างของผลพริก (ดังภาพ 2.11) ในพริก 17 กลุ่ม (species) และในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีพริกเป็นองค์ประกอบ 23 ชนิด โดยใช้ HPLC และ LC-MS ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณสาร capsaicinoids อยู่ในช่วงประมาณ 0.5 ถึง 3600 μg ของ capsaicin equiv/g of product ทั้งนี้ยังพบว่าพริกสด 12 ตัวอย่าง มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ในช่วง 80.8 ถึง 92.7%



ภาพ 2. 10 โครงสร้างทางเคมีของสาร capsaicinoids



ภาพ 2. 11 ภาพถ่ายแนวตั้งพื้นผิวด้านนอกของ Korean Hansui hot pepper ที่ถูกตัดแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids

ตาราง 2. 9 Capsaicinoids in parts of Seongrok (hottest) and Hansuwi (hot) red Korean peppers determined by HPLC^a

pepper part	NDC ^b	IUP ^c	NON	CAP	DHC	HC-I	HC-II	HD-I	HD-II	total
Seongrok pepper										
placenta	94.4 ± 3.9	21.0 ± 0.5	55.9 ± 1.4	1258.6 ± 30.8	363.9 ± 8.9	19.9 ± 1.7 ^c	trace	trace	36.1 ± 2.6	1849.8
seeds	10.8 ± 0.4	nd	30.4 ± 1.0	95.4 ± 3.4	32.3 ± 1.2	trace	trace	nd	9.9 ± 0.4	179.8
pericarp	4.6 ± 0.5	nd	33.0 ± 0.8	59.2 ± 1.5	26.0 ± 0.7	2.4 ± 0.0 ^d	nd	nd	10.8 ± 1.2	138.0
Hansuwi pepper										
lower	1.6 ± 0.2	nd	3.9 ± 0.4	0.5 ± 0.1	4.0 ± 0.6	0.7 ± 0.1 ^c	nd	nd	nd	10.7
top	0.7 ± 0.1	nd	1.5 ± 0.2	2.9 ± 0.3	4.6 ± 0.9	trace	trace	nd	nd	9.7
middle	trace	nd	0.6 ± 0.0	0.7 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1 ^c	nd	nd	nd	3.3

^a Values in $\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$ of fresh of wt; $n = 3$; nd = not detect. ^b Name of compounds show as abbreviation. ^c UIP (unidentified peak) expressed as equivalent. ^d Sum of HC-I and HC-II.

ตาราง 2. 10 Capsaicinoids content of red Korean peppers^a

pepper variety	NDC ^b	IUP	NON	CAP	DHC	HC-I	HC-II	HD-I	HD-II	total
Seongrok	4.6 ± 0.5	nd	35.3 ± 0.1	59.2 ± 1.65	28.0 ± 0.7	2.4 ± 0.1 ^c	nd	nd	10.8 ± 1.2	140.3
Cheongryang	24.1 ± 0.3	nd	29.8 ± 1.0	54.1 ± 1.88	25.9 ± 0.8	nd	nd	nd	nd	135.9
Buja	5.3 ± 0.7	nd	15.9 ± 0.2	26.3 ± 0.4	25.1 ± 0.7	nd	nd	nd	nd	72.6
Gumsang	3.5 ± 0.3	nd	8.9 ± 1.5	18.1 ± 3.17	21.8 ± 1.9	nd	nd	nd	nd	52.3
Cheonhalongil	3.1 ± 0.1	nd	8.0 ± 0.2	15.4 ± 0.4	13.1 ± 0.5	nd	nd	nd	nd	39.6
Hansuwi	trace	nd	0.5 ± 0.0	0.8 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1 ^c	nd	nd	nd	3.3
Gichan	nd	nd	0.4 ± 0.0	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.0	nd	nd	nd	nd	1.7
Teajangbu	nd	nd	0.5 ± 0.0	0.9 ± 0.0	nd	nd	nd	nd	nd	1.4

^a Pericarps of middle parts of the fruits excluding placenta and seeds were used for analyses. Value in $\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$ of fresh of wt; $n = 3$; nd = not detect. Capsaicinoids were not detected in the mild Jeongsang and Taewang peppers. ^b Name of compounds show as abbreviation. ^c Sum of HC-I and HC-II.

ตาราง 2. 11 Individual and total capsaicinoids contents of whole fresh and canned peppers sold in California determined by HPLC^a

pepper	NDC	UIP	NON	CAP	DHC	HC-I	HC-II	DHC-I	HDC-II	total
habanero (86.6)	105.4 ± 12.6	11.4 ± 0.4	97.2 ± 3.5	1187.4 ± 42.2	771.9 ± 8.5	nd	44 ± 2.7	12.3 ± 0.6	31.3 ± 1.1	2,260.9
Thai (80.8)	187.6 ± 7.1	6.8 ± 0.2	32.6 ± 0.9	509.7 ± 12.7	501.4 ± 21.6	8.4 ± 0.8	34.8 ± 3.1	11.7 ± 1.3	39.7 ± 2.4	1,332.7
chipotle whole, canned ^b	34.6 ± 2.9	nd	nd	196.8 ± 23.5	163.5 ± 17.5	5.2 ± 2.0 ^c	0.9 ± 0.3	14.4 ± 2.5	415.5	
hot chili, canned (89.1) ^d	30.4 ± 5.1	3.6 ± 0.6	4.0 ± 0.7	179.9 ± 30.7	58.2 ± 11.3	1.7 ± 0.1	6.4 ± 0.5	2.7 ± 0.1	8.6 ± 0.5	305.5
jalapeno green whole pickled, canned ^e	24.4 ± 2.4	nd	nd	105 ± 14.7	72.0 ± 9.2	2.1 ± 0.3 ^c	0.38 ± 0.1	5.5 ± 0.6	209.5	
serrano green whole pickled, canned ^e	32.0 ± 0.4	nd	nd	61.7 ± 0.6	59.5 ± 1.8	2.8 ± 0.3 ^c	0.6 ± 0.1	7.5 ± 0.3	164.1	
jalapeños whole, canned ^e	11.0 ± 0.8	nd	nd	33.1 ± 0.7	38.7 ± 2.4	nd	nd	trace	1.8 ± 0.5	84.6
pepperoncini, canned (88.4) ^f	10.6 ± 0.1	nd	2.5 ± 0.1	30.3 ± 0.5	33.3 ± 0.3	1.7 ± 0.3	1.9 ± 0.2	nd	1.7 ± 0.1	82.0
serrano (88.8)	14.0 ± 1.6	nd	3.0 ± 0.1	16.2 ± 0.5	35.2 ± 0.8	nd	3.3 ± 0.7	2.2 ± 0.2	3.0 ± 0.2	76.9
green jalapeño (90.7)	11.2 ± 0.3	nd	2.0 ± 0.0	27.6 ± 0.2	29.6 ± 0.2	nd	2.3 ± 0.1	nd	3.1 ± 0.6	75.8
red jalapeño (86.9)	5.6 ± 0.9	nd	3.0 ± 0.2	22.4 ± 1.2	11.0 ± 0.3	nd	1.9 ± 0.2	nd	2.4 ± 0.5	46.3
sliced jalapeño, canned (92.5) ^d	6.0 ± 0.01	nd	0.5 ± 0.0	2.6 ± 0.1	8.2 ± 0.2	nd	0.5 ± 0.02	nd	0.9 ± 0.1	18.7

^a Name of compounds show as abbreviation. Values in μg of CAP equivalents/g of fresh weight $\pm \text{SD}$ of fresh weight $\pm \text{SD}$ of fresh wt calculated by taking into account moisture content (values in parentheses if freeze-dry before analysis; other were not freeze-dry); $n = 3$; nd = not detected. Capsaicinoids were not detect in the following papers: green bell (92.7), red bell (90.8), yellow bell (90.5), and roasted red, canned (92.3)

^b La Costena brand imported from Mexico by Vilore Foods, Vilore, TX. ^c Sum of HC-I and HC-II. ^d G. L. Mezzetta, Inc., Napa Valle, CA. ^e Imported from Mexico by Authentic Specialty Food, Chino, CA. ^f Import from Greece by Star Fine Foods, Fresno, CA.

ตาราง 2. 12 Individual and total capsaicinoids contents of commercial dry peppers and pepper-containing foods sold in California determined by HPLC^a

pepper/food	NDC	UIP	NON	CAP	DHC	HC-I	HC-II	HDC-I	HDC-II	total
red pepper, ground cayenne ^b	302.2 ± 7.1	12.4 ± 0.2	190.2 ± 2.4	1,471.5 ± 18.8	1,422.0 ± 5.4	22.8 ± 0.1	43.8 ± 1.6	34.7 ± 0.1	88.2 ± 0.6	3587.8
red dry whole ^c	111.7 ± 7.9	49.3 ± 1.1	20.5 ± 0.5	1,328.8 ± 29.2	508.4 ± 10.9	10.0 ± 1.6 ^e		4.1 ± 0.8	3.3 ± 0.8	2036.1
red pepper, ground cayenne ^b	138.4 ± 6.8	10.6 ± 0.1	41.5 ± 0.4	912.1 ± 8.4	690.6 ± 21.0	16.6 ± 2.5	23.5 ± 3.6	trace	77.5 ± 12.5	1910.8
yellow dry whole hot ^b	98.9 ± 3.5	23.8 ± 1.7	20.0 ± 1.4	1,059.2 ± 75.9	438.3 ± 20.4	nd	nd	nd	3.9 ± 0.2	1644.1
cayenne pepper, 100% organic ^f	76.6 ± 5.8	5.6 ± 0.1	53.0 ± 0.7	474.7 ± 5.5	302.5 ± 2.0	5.4 ± 0.6	10.7 ± 1.3	trace	35.4 ± 3.1	963.9
original chili seasoning ^g	124.3 ± 22.1	nd	173.0 ± 7.5	532.3 ± 23.2	nd	nd	nd	nd	nd	829.6
Tabasco Hot Habanero Sauce ^h	74.1 ± 9.5	nd	nd	329.9 ± 4.9	125.8 ± 0.8	16.5 ± 1.8 ^e		nd	trace	546.5
Hungarian hot paprika ^b	48.2 ± 0.8	4.0 ± 0.5	17.2 ± 2.1	139.7 ± 16.9	217.8 ± 3.7	0.7 ± 0.1 ^e		1.1 ± 0.0	10.6 ± 3.3	439.3
hot taco seasoning ^o	43.0 ± 0.1	nd	87.6 ± 3.3	186.8 ± 7.0	76.3 ± 2.5	nd	nd	nd	nd	393.7
Choula Hot Sauce (red and piquin peppers) ^j	34.2 ± 4.4	nd	trace	92.0 ± 3.8	59.9 ± 5.1	3.9 ± 1.2 ^d		7.8 ± 0.4	3.06 ± 0.5	200.8
Tabasco Original Flavor Sauce ^h	9.0 ± 0.3	0.4 ± 0.01	5.8 ± 0.1	110.0 ± 0.5	66.6 ± 1.2	3.0 ± 0.6		nd	nd	194.7
mild taco seasoning ^g	38.1 ± 7.5	nd	74.1 ± 5.7	73.3 ± 5.6	nd	nd	nd	nd	nd	185.5
Crystal Hot Sauce (extra hot) ^j	nd	nd	trace	90.1 ± 4.0	72.3 ± 5.3	7.4 ± 0.9		trace	4.3 ± 0.5	174.1
Tabasco New Flavor Chipotle Sauce ^h	6.1 ± 0.5	nd	1.5 ± 0.2	28.2 ± 0.9	33.6 ± 1.0	2.3 ± 0.02		nd	nd	71.6
hot taco spices and seasoning ^l	nd	nd	2.4 ± 0.1	40.4 ± 1.7	22.5 ± 6.3	nd	nd	nd	nd	55.3
Safeway Hot Pepper Sauce ⁱ	nd	nd	2.9 ± 0.5	23.4 ± 0.1	14.4 ± 0.1	3.8 ± 0.6 ^d		nd	nd	44.5
Ashanti Louisiana Hot Sauce ^m	2.1 ± 0.1	nd	nd	21.9 ± 0.1	4.7 ± 0.3	trace	traces	nd	nd	28.7
kettle-cooked jalapeno extra crunchy potato chips ⁿ	4.1 ± 0.4	nd	nd	7.1 ± 2.5	9.3 ± 0.2	nd	nd	nd	nd	20.6
sun-dried tomato habanero tortillas ^p	trace	nd	1.4 ± 0.1	4.1 ± 0.1	2.4 ± 0.2	nd	nd	nd	nd	7.9
Miss Vickie's Jalapeño Potato Chips ^o	trace	nd	2.1 ± 0.1	2.6 ± 0.1	3.2 ± 0.3	nd	nd	nd	nd	7.9

^a Name of compounds show as abbreviation. Values in μg of CAP equivalents/g of fresh weight $\pm$ SD, $n = 3$; nd = not detected; tr = trace. The following condiments contained no or trace amounts of capsaicinoids: chili powders (McCormick, Hunt Valley, MD. ^cAji Panca Rojo Seco, Peru. ^dSum of HC-I and HC-II. ^eAji Ammarillo Mirasol Seco, Peru. ^fMorton & Bassett, San Francisco, CA. ^gMcIlhenny Co., Avery Island, LA. ^hProduct of Szeged, Hungary; Spiceco, Avenel, NJ. ⁱImported from Mexico by Tippicon, El Paso, TX. ^jLawry Foods. ^kSafeway Co., CA. ^mBridge Foods, New Orleans, LA. ⁿFrito-Lay. ^oTrader Joe's.

ที่มา : Kozukue, N.; Han, J-S.; Kozukue, E.; Lee, S-j.; Kim, J-A.; Lee, K-R.; Levin, C. E. and Friedman, M. inventor; Analysis of eight capsaicinoids in peppers and pepper-containing foods by high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53, 9172-9181

ในปี ค.ศ.2007 Topuz, A. และคณะ [63] ได้นำผลพริกสุก (*Capsicum annuum* cultivas) 5 สายพันธุ์ คือ 730 F1, 1245 F1, Amazon F1, Serademre 8 และ Kusak 295F1 ที่มีแหล่งเพาะปลูกและปรับปรุงพันธุ์ในประเทศ ตุรกี มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids 5 ชนิด คือ capsaicin, dihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin, และ nordihydrocapsaicin (ในผลพริกที่มีการปลูกมาเป็นเวลานาน 2 ปี) โดยใช้เทคนิค HPLC ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าผลพริกสายพันธุ์ 730 F1 และ 1245 F1 มีปริมาณสาร capsaicinoids เป็นองค์ประกอบที่สูง ดังตาราง 2.12

ตาราง 2. 13 Capsaicinoids composition of the ripe fruits of five *Capsicum annuum* cultivars (mg/kg dry matter)

Cultivar	C	DHC	HC	HDHC	NDHC	Total	SHU
730 F1	307.7 ^a ± 45.4	308.0 ^a ± 74.7	19.5 ± 4.5	112.9 ^c ± 1.0	40.0 ± 18.0	688.1 ^a ± 132.6	9720 ^a ± 2061.8
1245 F1	271.0 ^a ± 45.6	123.4 ^{ab} ± 7.8	20.1 ± 4.8	32.6 ^c ± 7.1	24.4 ± 4.3	471.3 ^{ab} ± 45.6	6980 ^{ab} ± 806.7
Amazon F1	16.0 ^c ± 2.5	0.1 ^b ± 0.0	17.0 ± 3.5	65.8 ^b ± 5.8	10.2 ± 0.1	109.1 ^{cd} ± 12.0	1000 ^c ± 112.9
Seradenre 8	149.2 ^b ± 19.8	72.5 ^b ± 13.64	14.2 ± 0.9	63.9 ^b ± 8.9	15.8 ± 5.8	310.7 ^{bc} ± 15.3	4300 ^{bc} ± 158.6
Kusak 295 F1	11.0 ^c ± 2.8	1.7 ^b ± 1.6	4.7 ± 1.5	15.4 ^c ± 5.4	0.1 ± 0.0	32.9 ^d ± 11.3	362.5 ^d ± 124.8
Statistical significance	**	*	NS	**	NS	**	**

The values in a column followed by the different superscript letters are significantly ($P < 0.05$) different (Duncan's Multiple Range Test).

The values are mean ± standard error ($n = 2$), NS: non significant at $P < 0.05$, *: significant at $P < 0.05$, **: significant at $P < 0.01$.

C: capsaicin; DHC: dihydrocapsaicin; HC: homocapsaicin; HDHC: homodihydrocapsaicin; NDHC: nordihydrocapsaicin; SHU: Scoville Heat Unit.

ในปี ค.ศ.2007 Peraza-Sánchez, S. R. และคณะ [64] ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicin และสาร dihydrocapsaicin ซึ่งเป็นสารให้ความเผ็ดที่มีปริมาณรวมกันมากกว่า 90% โดยใช้เทคนิค gas chromatography ในส่วนต่างๆ ของผลพริก (pericarp, placenta และ seeds) ที่คัดเลือกมา 7 สายพันธุ์ คือ chawa, dulce, sukurre, xcat'ik (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*), maax (*Capsicum annuum* L. var. *aviculare*), and habanero orange and habanero white (*Capsicum chinense* Jacq.) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ผลพริกสายพันธุ์ที่มีปริมาณสาร capsaicin สูงสุด คือ habanero orange และ habanero white ตามด้วย sukurre, chawa, xcat'ik และ maax ส่วนผลพริกสายพันธุ์ที่มีปริมาณสาร dihydrocapsaicin สูงสุด คือ Sukurre ตามด้วย chawa, habanero white, habanero orange และ max โดยผลพริกสายพันธุ์ xcat'ik พบปริมาณสาร capsaicin เล็กน้อย ขณะที่ผลพริกสายพันธุ์ dulce แทบจะไม่พบปริมาณสาร alkaloids ทั้งสองชนิดนี้เลย

ตาราง 2. 14 Capsaicin content in the pericarp, placenta, and seeds of seven chili pepper cultivars grown in the state of Yucatan, Mexico^{a,b}

Cultivar	µg/g of dried pericarp	µg/g of dried placenta	µg/g of dried seeds
Chawa (unripe)	220 (±16)	11,698 (±1208)	897 (±43)
Chawa (ripe)	222 (±34)	5689 (±475)	tr
Duke	tr	tr	tr
Habanero orange	3914 (±292)	62,886 (±3497)	2280 (±139)
Habanero white	2592 (±85)	29,483 (±1854)	3195 (±170)
Maax (unripe) ^c		640 (±58)	
Maax (ripe) ^c		750 (±34)	
Sukurre (unripe)	tr	26,945 (±2499)	tr
Sukurre (ripe)	tr	18,995 (±438)	tr
Xcat'ik	tr	3189 (±43)	tr

^a An ANOVA analysis was performed at a 95% confidence interval.

^b Values in parentheses indicate standard deviation of the mean.

^c Analyzed as entire fruit. tr = traces.

ตาราง 2. 15 Dihydrocapsaicin content in the pericarp, placenta, and seeds of seven chili pepper cultivars grown in the state of Yucatan, Mexico^{a,b}

Cultivar	µg/g of dried pericarp	µg/g of dried placenta	µg/g of dried seeds
Chawa (unripe)	87 (±150)	2088 (±1394)	tr
Chawa (ripe)	652 (±106)	3214 (±253)	1689 (±157)
Dulce	tr	tr	tr
Habanero orange	663 (±69)	1607 (±79)	439 (±53)
Habanero white	602 (±14)	2349 (±272)	935 (±48)
Maa's (unripe) ^c		370 (±40)	
Maa's (ripe) ^c		tr	
Sukurre (unripe)	tr	3652 (±339)	tr
Sukurre (ripe)	tr	5043 (±211)	tr
Xkat'ik	tr	tr	tr

^a An ANOVA analysis was performed at a 95% confidence interval.

^b Values in parentheses indicate standard deviation of the mean.

^c Analyzed as entire fruit. tr = traces.

ในปี ค.ศ.2009 Peña-Alvarez, A. และคณะ [65] ได้ทำการสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicin และสาร dihydrocapsaicin ในผลพริก 11 สายพันธุ์ และในซอสพริก 4 ชนิด โดยใช้เทคนิค solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น แต่ความแม่นยำของวิธีนี้น้อยกว่า 10% ซึ่งจากผลการสกัดและวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ในผลพริกพบว่ามีปริมาณสาร capsaicin อยู่ในช่วง 55.0 ถึง 25,459 µg/g และสาร dihydrocapsaicin อยู่ในช่วง 93 ถึง 1,130 µg/g ส่วนในตัวอย่างซอสพริกพบว่ามีปริมาณสาร capsaicin และ dihydrocapsaicin อยู่ในช่วง 4.3 ถึง 717.3 และ 1.0 ถึง 134.8 µg/g ตามลำดับ

ตาราง 2. 16 Capsaicinoids content (mg/g) of pepper and pepper sauces (n = 3) and recovery% by SPME-GC-MS.

Pepper variety	Sample (mg)	Capsaicin					Dihydrocapsaicin					Total capsaicinoids
		Soxhlet		SPME		Recovery%	Soxhlet		SPME		Recovery%	
		mg/g	CV%	mg/g	CV%		mg/g	CV%	mg/g	CV%		
Cascabel	50	0.1526	(2.5)	0.055	(8.7)	36.1	0.104	(1.0)	0.007	(2.5)	6.7 ^a	0.062
Chipotle	15	0.372	(7.6)	0.327	(2.8)	87.9	0.283	(15.2)	0.093	(2.7)	32.8	0.420
Jalapeño	10	0.477	(5.6)	0.420	(1.2)	88.0	0.187	(6.6)	0.124	(8.3)	66.3	0.544
Guajillo Puya	15	0.782	(4.5)	0.512	(7.7)	65.4	0.551	(12.6)	0.109	(6.6)	19.7	0.622
Costeño	5	0.724	(18)	0.509	(11)	70.3	0.493	(19)	0.130	(10.6)	26.3	0.639
Canica	5	0.709	(6.9)	0.323	(3.5)	45.5	0.816	(8.5)	0.705	(7.1)	86.0	1.029
Árbol	5	1.86	(4.9)	1.316	(4.9)	70.7	0.749	(5.0)	0.299	(4.5)	39.9	1.616
Pico de Pájaro	5	4.30	(16.2)	2.304	(7.1)	53.5	1.27	(10.2)	0.547	(7.9)	43.0	2.851
Piquín	5	5.24	(7.5)	2.533	(4.5)	48.3	0.70	(1.2)	0.393	(4.3)	56.1	2.925
Chilpaya (Veracruz)	5	5.93	(4.5)	4.171	(8.8)	70.3	1.33	(4.2)	1.130	(11.3)	84.7	5.301
Habanero	3	–	–	25.46	(4.7)	–	–	–	4.574	(5.4)	–	30.03
Pepper sauces												
Salsa Roja Habanero	10	–	–	0.717	(12)	–	–	–	0.135	(7.8)	–	0.852
Salsa Mexicana	300	–	–	0.020	(8.8)	–	–	–	0.004	(7.3)	–	0.024
Salsa Valentina	200	–	–	0.018	(5.3)	–	–	–	0.003	(5.4)	–	0.021
Salsa Tajin	300	–	–	0.004	(17)	–	–	–	0.001	(16)	–	0.005

^a Value below of the LOQ.

ในปี ค.ศ.2009 Tanaka, Y. และคณะ [66] ได้นำผลพริกที่ได้ทำการคัดเลือกมา 35 สายพันธุ์ โดยแบ่งออกเป็น *C. annuum* 18 สายพันธุ์ *C. baccatum* 7 สายพันธุ์ *C. chinense* 5 สายพันธุ์ *C. frutescens* 4 สายพันธุ์ และ *C. pubescens* 1 สายพันธุ์ มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoid, capsinoid และสาร capsaicinoids โดยใช้เทคนิค HPLC (ตาราง 2.16)

ตาราง 2. 17 *Capsicum* cultivars used for this study and capsiconinoid, capsinoid, and capsaicinoid content in fruits^a

species	cultivar	country to collect	$\mu\text{g/g DW fruit}$		
			capsiconinoid	capsinoid	capsaicinoid
<i>C. annuum</i>	Ecuadorian Hot Pepper	Ecuador	239.2 $\pm$ 26.6	807.3 $\pm$ 69.0	7442.7 $\pm$ 372.3
	CH-19 Sweet	Japan	75.5 $\pm$ 1.5	5632.5 $\pm$ 280.0	109.7 $\pm$ 3.1
	Bolivian rainbow	Bolivia	79.0 $\pm$ 0.2	228.2 $\pm$ 4.8	4741.1 $\pm$ 64.6
	Com Red	Japan	11.8 $\pm$ 7.5	145.2 $\pm$ 19.3	6933.1 $\pm$ 625.2
	Patagonia	Chile	nd. ^b	1021.6 $\pm$ 164.3	6141.1 $\pm$ 540.8
	Com Yellow	Japan	nd.	397.6 $\pm$ 47.4	7503.2 $\pm$ 183.2
	Yatsufusa	Japan	nd.	145.4 $\pm$ 27.8	3706.8 $\pm$ 933.5
	No. 3446	Peru	nd.	135.1 $\pm$ 25.5	5568.8 $\pm$ 368.5
	Nikko	Japan	nd.	50.7 $\pm$ 35.6	1054.2 $\pm$ 443.9
	Chameleon	Japan	nd.	22.3 $\pm$ 11.2	3291.2 $\pm$ 267.2
	Orono	U.S.A.	nd.	nd.	4649.4 $\pm$ 376.3
	Hungarian Yellow Wax	U.S.A.	nd.	nd.	1353.9 $\pm$ 65.5
	Escondida	Chile	nd.	nd.	927.0 $\pm$ 12.3
	Chimayo	U.S.A.	nd.	nd.	201.1 $\pm$ 112.3
	Noumi-kurojishi	Japan	nd.	nd.	880.2 $\pm$ 232.0
	Fushimi-ama	Japan	nd.	nd.	nd.
	California Wonder	Japan	nd.	nd.	nd.
	Orange Bell	Japan	nd.	nd.	nd.
<i>C. baccatum</i> var. <i>praeternissum</i>	CCB	Mexico	3314.6 $\pm$ 357.4	45.7 $\pm$ 5.1	7885.3 $\pm$ 477.1
<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	Mexico 1	Mexico	30.3 $\pm$ 1.6	264.8 $\pm$ 18.6	5250.2 $\pm$ 111.4
<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	No. 3188	Peru	nd.	506.4 $\pm$ 149.0	1950.1 $\pm$ 133.4
	Super	Côte d'Ivoire	106.7 $\pm$ 15.5	67.3 $\pm$ 1.0	5073.3 $\pm$ 93.5
	Peruvian orange	Peru	nd.	70.3 $\pm$ 6.9	805.6 $\pm$ 72.5
	Paraguay red	Paraguay	nd.	61.3 $\pm$ 12.8	1197.7 $\pm$ 47.3
<i>C. chinense</i>	UFO	U.S.A.	nd.	nd.	511.0 $\pm$ 20.9
	Charapita	Peru	2694.1 $\pm$ 91.9	1801.9 $\pm$ 23.8	5036.7 $\pm$ 200.6
	Sy-2	Seychelles	83.8 $\pm$ 7.9	1046.2 $\pm$ 112.1	7329.8 $\pm$ 325.4
	Peruvian Shiny Red	Peru	nd.	897.1 $\pm$ 136.5	9062.6 $\pm$ 618.3
	Habanero	Japan	nd.	nd.	7246.2 $\pm$ 30.5
<i>C. frutescens</i>	Guyana Tragedy	Guyana	nd.	nd.	2329.2 $\pm$ 224.0
	Costa Rica15	Costa Rica	39.3 $\pm$ 2.0	170.0 $\pm$ 12.3	7980.1 $\pm$ 413.4
	Shima	Japan	nd.	2056.6 $\pm$ 165.7	12148.4 $\pm$ 1000.0
	Tabasco	Japan	nd.	nd.	5012.3 $\pm$ 324.7
<i>C. pubescens</i>	Al-erect	Kenya	nd.	nd.	2451.0 $\pm$ 365.9
	Indonesia-1	Indonesia	nd.	nd.	3621.7 $\pm$ 541.1

^a Mean $\pm$ standard error ($n = 3$). ^b nd.; not detect.

2.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Capsiate

ในปี ค.ศ. 2009 Singh และคณะ [67] ได้ทำการศึกษาหาปริมาณของ Capsinoids ด้วยเทคนิค HPLC-DAD ในพริกนานาพันธ์ รวมทั้งหมด 49 สายพันธุ์ใน 4 สปีชีส์ (*C. annuum* var. *annuum*, *C. annuum* var. *glabrusculum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, และ *C. frutescens*) พบว่า ในพริกชนิดต่างๆ นั้นมีปริมาณของสาร E-capsiate อยู่ระหว่าง 11-369 $\mu\text{g/g}$ โดยทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 280 nm และมีพริก 9 สายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถตรวจพบปริมาณของสาร dihydrocapsiate (18-86 $\mu\text{g/g}$) (ตาราง 2.17) ซึ่งสามารถยืนยันโครงสร้างทางเคมีของสารทั้งสองด้วยเทคนิค GC-MS

ตาราง 2. 18 ปริมาณของสาร capsiate และ Dihydrocapsiate ในพริก

Table 1. Concentrations of E-Capsiate and Dihydrocapsiate in Pepper Samples^a

sample ID	genus/species	origin	E-capsiate ($\mu\text{g/g}$ of FW)	SD	dihydrocapsiate ($\mu\text{g/g}$ of FW)	SD
PB 26	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Nigeria	369.1	35.5	86.9 ^c	
PE 56	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Venezuela	246.9	5.9	73.3	0.9
PE 84	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	189.7 ^c	33.3	nd ^e	
NP 30	<i>C. chinense</i>	USA	166.7	1.9	49.8	0.1
NP 42	<i>C. chinense</i>	Brazil	166.3	4.4	18.0	1.2
PE 86	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	166.2	19.3	33.7	1.2
PE 31	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	158.7	20.3	21.4 ^c	
NP 37	<i>C. chinense</i>	Venezuela	137.5	5.2	34.8	1.2
GRIF 9302	<i>C. chinense</i>	Colombia	132.3	11.5 ^c	nd	
PE 66	<i>C. frutescens</i>	Ecuador	122.6	19.5	35.5	0.9
PE 67	<i>C. chinense</i>	Ecuador	116.4	17.9	nd	
NP 28	<i>C. chinense</i>	Costa Rica	110.3	6.1	nd	
PB 35	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Malaysia	109.6	14.3	45.5	0.6
PB 31	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	unknown	105.7	20.1	nd	
PE 12	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Guatemala	83.8	15.4	nd	
PE 50	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	India	81.4	27.6	nd	
PE 75	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	80.0	2.5	nd	
PI 438644	<i>C. chinense</i>	Mexico	79.9	3.1	nd	
PB 22	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Thailand	75.7	16.9	nd	
PE 16	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Colombia	71.5	3.6	nd	
PE 23	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	USA	64.7	2.5	nd	
PE 59	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Honduras	60.0	4.3	nd	
PE 80	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	57.8	9.1	nd	
NP 13	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Korea	55.4	12.5	nd	
PE 82	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	53.1	3.2 ^c	nd	
PE 33	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	India	46.0	9.4	nd	
PB 38	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	USA	45.8	5.5	nd	
P 21	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Mexico	43.3 ^b		nd	
NP 47	<i>C. frutescens</i>	Bolivia	40.6	20.5	nd	
PI 224424	<i>C. chinense</i>	Costa Rica	40.4	20.1	nd	
NP 1	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Mexico	38.3	2.8	nd	
PE 37	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Yugoslavia	35.5	3.4	nd	
PI 438535	<i>C. chinense</i>	Belize	32.4	1.7	nd	
NP 32	<i>C. chinense</i>	USA	31.5	1.8	nd	
PB 93	<i>C. frutescens</i>	Thailand	30.7 ^c		nd	
PB 18	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	France	29.9	9.3	nd	
NP 4	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Cuba	22.2	10.9 ^c	nd	
PE 06	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Afghanistan	20.8	2.9	nd	
PE 05	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Afghanistan	20.6	1.9 ^c	nd	
NP 23	<i>C. baccatum</i>	Peru	19.5	2.9	nd	
PE 79	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Nicaragua	19.0	7.4 ^c	nd	
NP 5	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	USA	17.8	3.1	nd	
PE 85	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Mexico	17.7	3.9 ^c	nd	
PE 54	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	China	16.7	2.9	nd	
PI 439476	<i>C. chinense</i>	Puerto Rico	14.7	0.9	nd	
PB 25	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Bolivia	13.5	0.4	nd	
NP 35	<i>C. chinense</i>	Peru	12.9	2.0	nd	
PE 61	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	USA	11.7	4.6	nd	
PE 7	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	Afghanistan	11.5	5.4 ^c	nd	

^aPeppers were in the mature stage of growth when analyzed. ^bOnly a single analysis was conducted. ^cOnly duplicate analysis was done. ^eNot determined.

2.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Carotenoids

ในปี ค.ศ. 2005 Ofelia Collera-Zuniga และคณะ [68] ได้ทำการแยกและระบุเอกลักษณ์ของสารสีกลุ่ม carotenoids ด้วย normal phase และ reverse phase HPLC จากพันธุ์พริกที่ขายตามท้องตลาดประเทศเม็กซิโก 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ Ancho, Guajillo และ Mulato โดยที่พบปริมาณสาร carotenoids แสดงในตาราง 2.18 โดยพบปริมาณ beta-carotene มากที่สุด คือ 20.9%, 17.9%, และ 14.9% ตามลำดับ พบปริมาณของ capsanthin ในพันธุ์ Ancho 9.6%, Guajillo 12.6% และ Mulato 11.2%

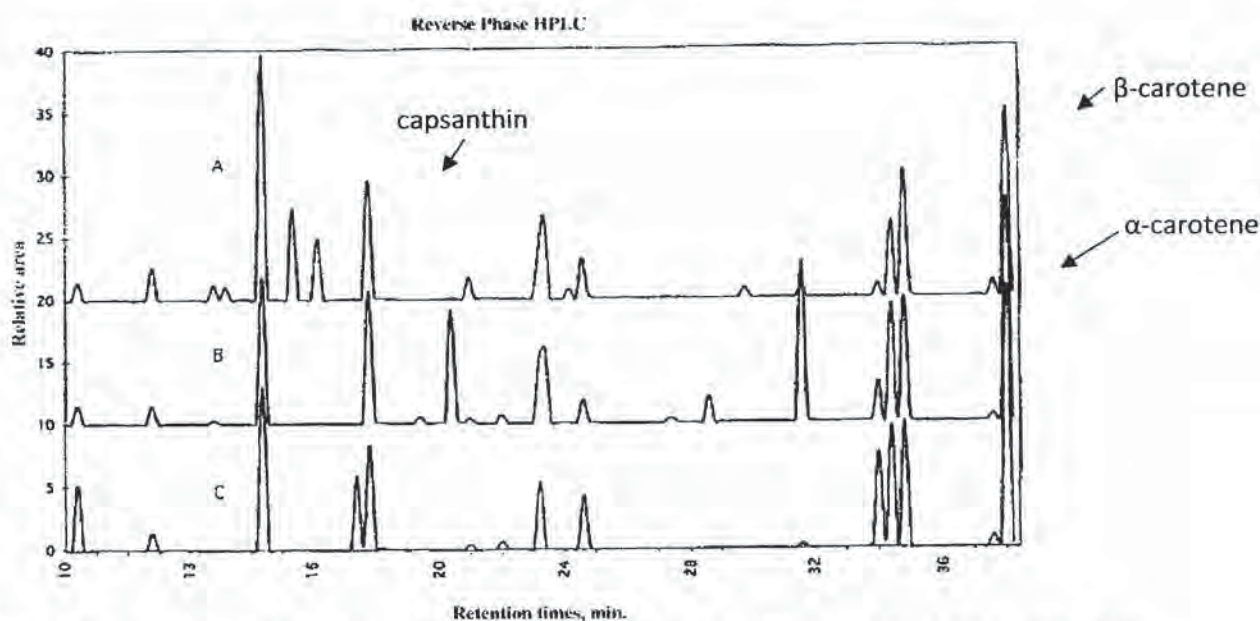
ตาราง 2. 19 carotenoid composition in three varieties of *C. annuum* in reverse phase HPLC (% of total carotenoids)

Pigment (Order of elution)	Ancho	Guajillo	Mulato
1.Latoxanthin	5.55	1.56	1.53
2.Capsorubin ^a	2.17	0.35	4.20
3.Neoxanthin ^a	-	0.28	2.20
4.Capsanthin 5,6-epoxide	-	-	1.43
5.Violaxanthin	14.5	13.2	22.0
6.Capsanthin3,6-epoxide	-	-	11.6
7.Luteoxanthin	-	-	2.10
8.Cucurbitaxanthin B	10.5	-	-
9.Capsanthin ^{b,a}	9.69	12.6	11.2
10.Cycloviolaxanthin	-	0.51	-
11.Anteraxanthin ^a	Traces	7.07	Trace
12.Mutatoxanthin	0.30	0.31	1.23
13.Mutatoxanthin	0.33	0.30	-
14.9-cis-Capsanthin	10.1	10.0	9.93
15.Lutein ^a	-	-	0.88
16.Zeaxanthin ^b	4.29	1.88	3.56
17.9-cis-Zeaxanthin	-	0.50	-
18.15-cis-Zeaxanthin	-	4.79	-
19.Canthaxanthin	-	-	0.78
20.Cryptocapsin	0.24	10.0	0.62
21. α -CRIPTOXANTHIN	5.28	2.24	0.72
22. β -CRIPTOXANTHIN ^b	9.70	9.53	6.10
23. β -Apo-80-carotenal ^{a,b}	Ref.	Ref.	Ref.
24. α -Carotene ^b	2.1	1.27	2.98
25. β -Carotene ^{a,b}	20.9	17.9	14.9
Non-identified compounds	4.39	5.74	2.00
Weight (%)	100%	100%	100%
Total carotenoids (mg/100 g dw)	7.52	6.76	7.24

Most carotenoids were assigned only by their retention times in HPLC and UV-Vis spectra.

^a Compounds isolated and identified by UV, visible, infrared and mp.

^b Compared with reference standards.



ภาพ 2. 12 Reverse phase HPLC. The relative areas of carotenoids (retention time) are shown for: luteoxanthin (9.7), capsorubin (11.4), neoxanthin (13.1), capsanthin 5,6-epoxide (13.25), violaxanthin (14.4), capsanthin 3,6-epoxide (15.3), luteoxanthin (16.1), curcubitaxanthin B (17.3), capsanthin (17.8), cicloviolaxanthin (19.3), antheraxanthin (19.3), mutatoxanthin (20.9), mutatoxanthin (21.9), 9-cis-capsanthin (23.0), lutein (24.0), zeaxanthin (24.3), 9-cis-zeaxanthin (27.2), 15-cis-zeaxanthin (28.4), canthaxanthin (29.6), cryptocapsin (31.5), a-cryptoxanthin (33.9), b-cryptoxanthin (34.4), b-apo-80-carotenal (34.9), a-carotene (40.4), b-carotene (40.8) A: Mulato, B: Guajillo, C: Ancho.

ในปี ค.ศ. 2007 Ayhan Topuz และ Feramuz Ozdemir [69] ได้วิเคราะห์หาปริมาณ carotenoids ในพริก 5 ชนิด ประกอบด้วย 730 F1, 1245 F1, Amazon F1, Serademre 8 และ Kusak 295 F1 ที่ปลูกในประเทศตุรกี ด้วยเทคนิค HPLC จากการทดลอง พบว่า ตรวจพบสาร carotenoids ทั้งหมด 7 ชนิด โดยมีปริมาณของ capsanthin มากกว่า 50% ของสาร carotenoids ทั้งหมดที่ตรวจพบ แสดงในตาราง 2 โดยพริกพันธุ์ 730 F1 และ 1245 F1 มีปริมาณ capsanthin สูงสุด เท่ากับ 1270 ± 89.4 และ 1270 ± 217.8 mg/kg ของน้ำหนักแห้ง และพบปริมาณ beta-carotene สูงในพันธุ์ 730 F1 และ 1245 F1 เท่ากับ 120.3 ± 11 และ 124.5 ± 6.2 mg/kg ของน้ำหนักแห้ง

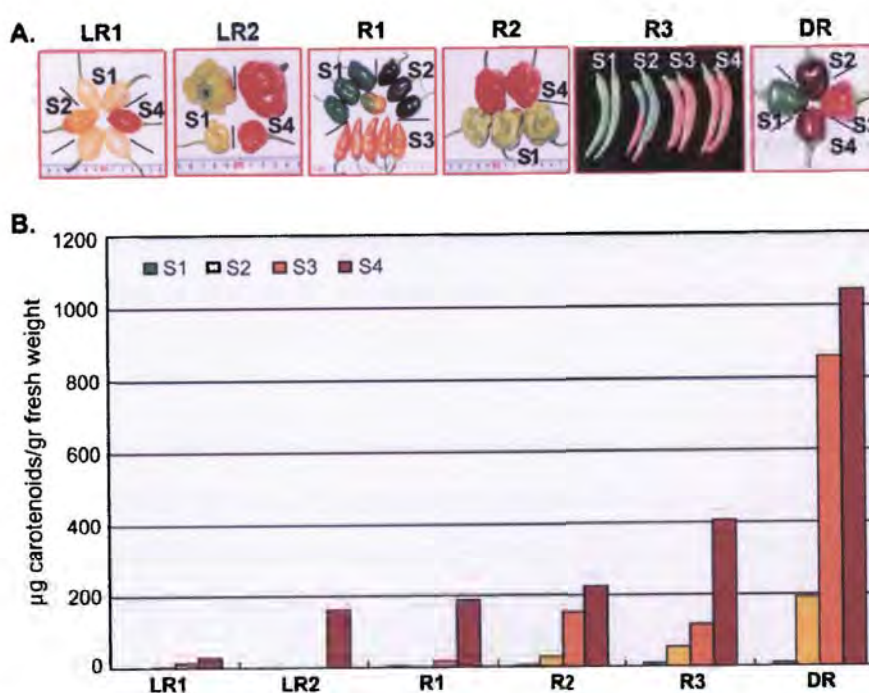
ตาราง 2. 20 Carotenoids composition of the ripe fruits of five *Capsicum annuum* cultivars (mg/kg dry matter)

Cultivar	Capsanthin	Capsolutein	Capsorubin	Violaxanthin	Zeaxanthin	β-Carotene	β-Cryptoxanthin
730 F1	1270 ± 89.4	267.4 ± 5.6	67.2 ± 3.7	101.1 ± 8.8	409.9 ± 55.0	$120.3^a \pm 11.0$	154.3 ± 10.9
1245 F1	1270 ± 217.8	278.2 ± 60.9	58.6 ± 16.0	89.3 ± 19.3	327.1 ± 108.1	$124.5^a \pm 6.2$	165.5 ± 12.3
Amazon F1	850.0 ± 109.5	171.2 ± 56.4	25.9 ± 10.8	59.3 ± 8.1	462.4 ± 55.6	$83.9^b \pm 15.3$	163.0 ± 24.6
Serademre 8	891.5 ± 95.2	222.3 ± 36.3	40.0 ± 3.5	64.3 ± 8.5	280.0 ± 0.7	$69.5^b \pm 8.4$	115.0 ± 0.6
Kusak 295 F1	769.0 ± 71.3	181.4 ± 22.9	40.2 ± 4.1	50.3 ± 9.6	212.8 ± 38.4	$72.9^b \pm 5.1$	113.5 ± 11.0
Statistical significance	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS

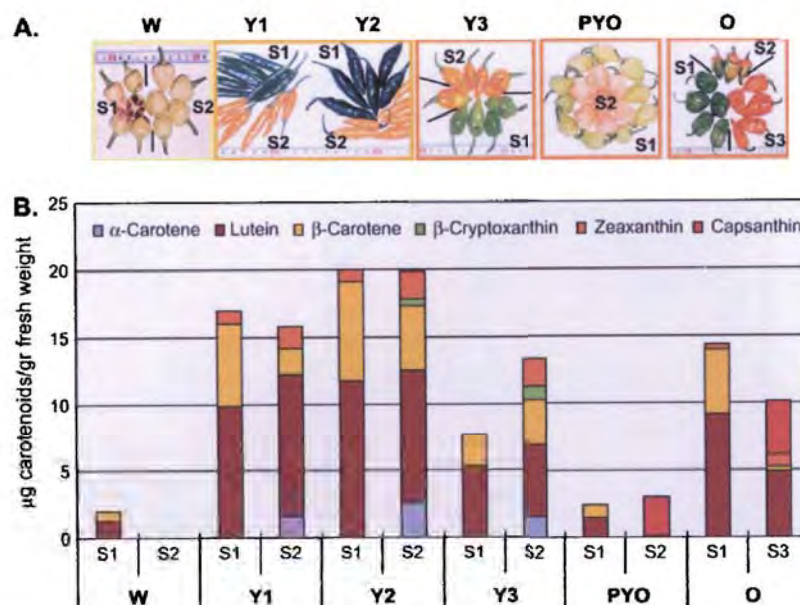
The values are mean $\pm$ standard error ($n = 2$). NS: nonsignificant. *: significant at $P < 0.05$.

The values in a column followed by the different superscript letters are significantly ($P < 0.05$) different (Duncan's Multiple Range Test).

ในปี ค.ศ. 2007 Sun-Hwa Ha และคณะ [70] ได้ศึกษาการสะสมปริมาณของสาร carotenoids ในพริก ที่แสดงการสุกที่สีต่างๆ ของแต่ละสายพันธุ์ที่มีสี deep red (DR), red (R), light-red (LR), orange (O), pale-yellow orange (PYO), yellow (Y), และ white (W) ด้วยเทคนิค HPLC โดยพบว่าพริกจะมีการสะสมปริมาณ carotenoids ในระยะการสุกที่แตกต่างกัน โดยพริกที่มีสีแดง (DR) จะมีการสะสมปริมาณ carotenoids สูงกว่าพริกที่ไม่มีสีแดง (LR) ซึ่งมีการสะสมในปริมาณต่ำ แสดงในภาพ 2.13 และจากการศึกษาแสดงในภาพ 2.14 พบว่า พริกสี O และ PYO มีการสะสม carotenoids ต่ำกว่า พริก Y1-Y3 และไม่พบในพริกที่มีสีขาว โดยการสะสมปริมาณ capsanthin จะมีการลดลงในพริกที่ไม่มีสีแดง จาก DR, R, LR, O และ PYO ตามลำดับ โดยที่พบว่า capsanthin (80%) เป็นส่วนประกอบหลักของ carotenoids และพบปริมาณ beta-carotenoids อยู่ในช่วง 1.5-16% ในพริกสีแดง

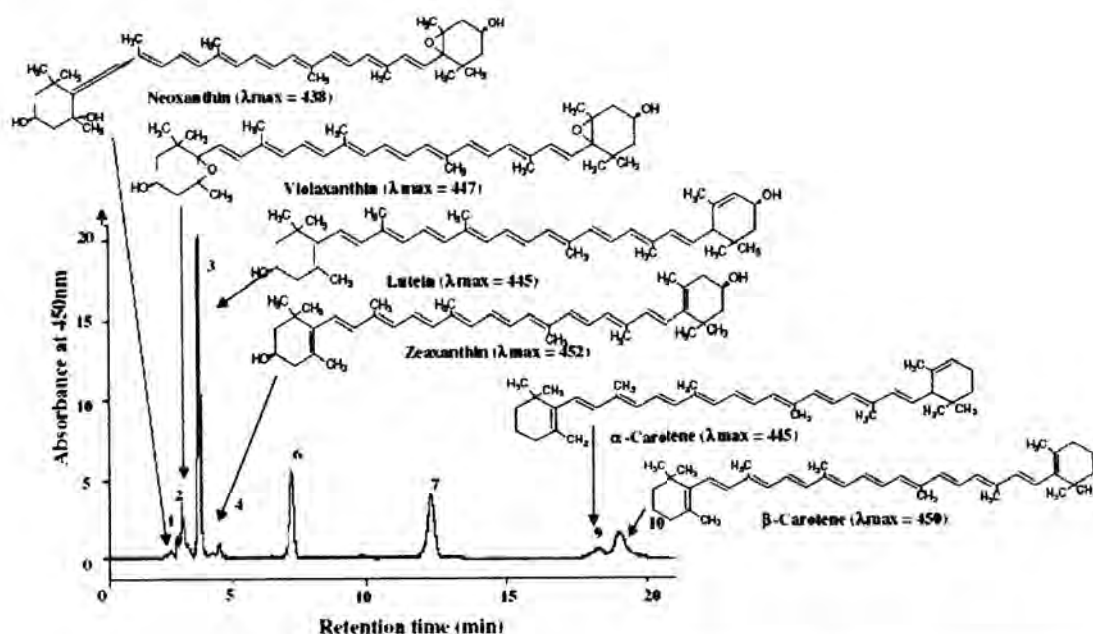


ภาพ 2. 13 (A) Photographs showing the colours of different varieties of red pepper fruits at different stages of ripening. (B) Measurements of the total carotenoid contents in red Capsicum varieties during ripening. Fruits at each stage of ripening (S1–4) were used for the extraction of carotenoids and total RNA. Fruits at ripening stage S3 of the LR1 pepper, S4 of the R1 pepper, and S2 and S3 of both the LR2 and R2 peppers are not shown here.



ภาพ 2. 14 (A) Photographs showing the colours of different varieties of non-red pepper fruits at different stages of ripening. (B) Measurements of the total carotenoid contents in non-red Capsicum varieties during ripening. Fruits at each stage of ripening (S1–4) were again used for the extraction of carotenoids and total RNA.

ปี ค.ศ. 2010 Aruna และ Baskaran [71] ได้วิเคราะห์หาปริมาณ carotenoids ในเครื่องเทศของอินเดียด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ชนิด C18 และใช้ acetonitrile/methanol/dichloromethane (60:20:20, v/v/v) เป็น mobile phase พบว่าพริกเขียวมีปริมาณ α -carotene และ β -carotene มีปริมาณ 0.45 และ 9.06 mg/100 g ต่อน้ำหนักแห้ง และแสดงโครมาโทแกรมของสารตัวอย่างดังภาพ 2.15



ภาพ 2. 15 HPLC elution profile of carotenoids in green chilli, their chemical structures and λ_{max} . Peaks: 1, neoxanthin; 2, violaxanthin; 3, lutein; 4, zeaxanthin; 6, chlorophyll b; 7, chlorophyll a; 9, α -carotene; 10, β -carotene. Refer Section 2 for HPLC conditions.

ปี ค.ศ. 2011 Mary A. O'Connell และคณะ [72] ได้ทำการศึกษาหาปริมาณ β -carotene ในพริกสีส้ม 8 ชนิด ได้แก่ (A) NuMex Sunset; (B) Valencia; (C) Orange Grande; (D) Oriole; (E) NuMex Garnet; (F) Dove; (G) Canary; (H) Fogo แสดงดังภาพ 2.16



ภาพ 2. 16 ตัวอย่างพริกสีส้ม 8 ชนิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ carotenoid

ทำการสกัดพริกโดยใช้ตัวทำละลาย Hexane ทำการระเหยแห้งตัวทำละลายภายใต้สภาวะแก๊สไนโตรเจน นำมาละลายซ้ำด้วย ไอโซโพรพานอล 500 μ L จากนั้นทำการซาปอนนิไฟส์ด้วย 100 μ L methanolic KOH เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำการสกัดด้วยน้ำ 500 μ L และ คลอโรฟอร์ม 300 μ L นำชั้นของตัวทำละลายอินทรีย์ทำการเซนต์ิฟิคว์

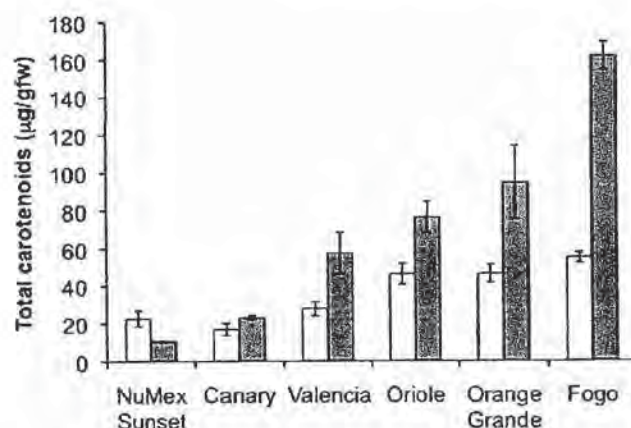
จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้เครื่อง Waters HPLC และ 4.6 x 250 mm YMC carotenoid column ใช้ระบบ linear gradient methanol:methyl-t-butyl ether:water:: 81:15:4 (solvent A) และ methyl-t-butyl ether:methanol:water::88:8:4 (solvent B) flow rate 2 mL/min พบว่ามี carotenoid สะสมในพริกสีส้มทั้ง 8 ชนิดในระดับ μ g g^{-1} แสดงดังตาราง พบว่า B-carotene, B-cryptoxanthin, capsanthin และ unidentified carotenoids พบมากที่สุดในพริกชนิด NuMex Sunset สำหรับ Lutein และ Violaxanthin พบมากที่สุดในพริก Fogo สาร Zeaxanthin พบมากที่สุดใน Orange Grande

ตาราง 2. 21 แสดงปริมาณ carotenoid ที่พบในพริกทั้ง 8 ชนิด

		β -carotene	β -cryptoxanthin	Lutein	Zeaxanthin	Violaxanthin	Capsanthin	Unidentified carotenoids ^a
Canary	Turning	1.94 $\pm$ 0.20	nd	nd	3.43 $\pm$ 0.48	11.48 $\pm$ 1.13	nd	14.75 $\pm$ 2.99
	Mature	nd	nd	3.77 $\pm$ 0.19	1.20 $\pm$ 0.12	11.83 $\pm$ 1.02	nd	6.50 $\pm$ 0.55
Fogo	Turning	4.74 $\pm$ 0.72	1.11 $\pm$ 0.17	10.50 $\pm$ 0.52	5.66 $\pm$ 0.68	11.79 $\pm$ 1.08	nd	21.04 $\pm$ 2.34
	Mature	9.34 $\pm$ 1.25	4.64 $\pm$ 0.44	18.73 $\pm$ 0.77	18.93 $\pm$ 1.25	43.34 $\pm$ 3.78	nd	66.59 $\pm$ 5.99
Orange Grande	Turning	2.04 $\pm$ 0.55	1.29 $\pm$ 0.35	10.66 $\pm$ 1.56	20.90 $\pm$ 3.53	1.65 $\pm$ 0.21	nd	9.83 $\pm$ 3.01
	Mature	6.75 $\pm$ 3.11	2.16 $\pm$ 1.77	14.41 $\pm$ 4.65	44.44 $\pm$ 16.50	2.16 $\pm$ 0.34	nd	24.77 $\pm$ 8.36
Oriole	Turning	2.03 $\pm$ 0.61	1.12 $\pm$ 0.07	9.25 $\pm$ 1.72	19.78 $\pm$ 3.79	2.14 $\pm$ 0.39	nd	11.88 $\pm$ 3.55
	Mature	4.94 $\pm$ 1.47	2.67 $\pm$ 0.66	10.18 $\pm$ 1.87	39.14 $\pm$ 6.98	1.64 $\pm$ 0.22	nd	17.89 $\pm$ 3.13
Valencia	Turning	2.78 $\pm$ 1.07	nd	nd	3.73 $\pm$ 0.23	5.11 $\pm$ 0.93	nd	16.17 $\pm$ 3.36
	Mature	5.48 $\pm$ 0.27	1.11 $\pm$ 0.08	nd	8.09 $\pm$ 2.05	11.20 $\pm$ 3.03	13.68 $\pm$ 8.81	18.00 $\pm$ 5.57
NuMex Sunset	Turning	nd	nd	nd	nd	3.63 $\pm$ 2.63	10.42 $\pm$ 0.52	8.63 $\pm$ 3.32
	Mature	nd	nd	nd	nd	nd	8.18 $\pm$ 0.51	2.42 $\pm$ 0.09
Dove	Turning	nd	nd	nd	nd	0.69 $\pm$ 0.12	18.64 $\pm$ 1.31	8.76 $\pm$ 2.36
	Mature	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
NuMex Garnet	Mature	36.00 $\pm$ 6.00	19.02 $\pm$ 3.44	nd	24.08 $\pm$ 2.48	6.43 $\pm$ 1.11	116.25 $\pm$ 15.41	117.02 $\pm$ 16.90

^a HPLC peaks were detected by absorbance at 450 nm, but not eluting with retention times of any reference standards; concentrations calculated based on β -carotene calibration curves.

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของ total carotenoids ในพริกทั้ง 6 ชนิดพบว่า total carotenoids พบมากที่สุดที่ในพริกชนิด Fogo



ภาพ 2. 17 กราฟเปรียบเทียบปริมาณ total carotenoids ในพริกแต่ละชนิด

2.3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Fatty acid

ปี ค.ศ. 1999 Antonio Pérez-Gálvez และคณะ [73] ได้ทำการศึกษาส่วนประกอบของกรดไขมันในส่วนเปลือกและเมล็ดของพริกสองชนิด (*Capsicum annuum* L. cv. Jaranda and Jariza) รวมทั้งศึกษาถึงอิทธิพลของผลสดกับผลแห้งต่อปริมาณกรดไขมัน จากการวิเคราะห์พบว่าในส่วนของเปลือกจะพบปริมาณของ polyunsaturated fatty acids (PUFA), linoleic และ linolenic เป็นส่วนประกอบหลัก แสดงในตาราง 1 และจะพบในสัดส่วนที่เท่ากันกับในส่วนของเมล็ด โดยในเมล็ดจะพบ linoleic ปริมาณสูงกว่าในส่วนเปลือก และในส่วนเปลือกซึ่งเป็นส่วนที่สะสม carotenoids จะพบ linolenic ในปริมาณมาก เนื่องจากกรด linoleic ไม่ถูกใช้ในกระบวนการ carotenoids esterification จากการศึกษาสภาวะระหว่างผลสดกับผลแห้ง พบว่า กรดไขมันในเมล็ดจะไม่เปลี่ยนแปลงในขั้นตอนในการทำให้แห้ง ในขณะที่การสะสมกรดไขมันในส่วนเปลือกจะเพิ่มขึ้น

ตาราง 2. 22 Percentage composition (mean $\pm$ SD) in fatty Acids of the pericarp and Seeds during the processing stages for paprika (*Capsicum annuum* L.) Jaranda and Jariza Varieties

Fatty acid	Fresh fruit (n = 24)		Dehydrated fruit (n = 12)		Paprika (n = 8)
	Pericarp	Seed	Pericarp	Seed	
Jaranda variety					
Lauric	2.42 ± 0.82	0.05 ± 0.03	3.22 ± 0.81	0.04 ± 0.08	0.78 ± 0.20
Myristic	7.16 ± 1.98	0.12 ± 0.02	8.66 ± 1.86	0.20 ± 0.05	1.88 ± 0.19
Palmitic	18.22 ± 0.84	11.08 ± 0.45	18.35 ± 1.49	10.76 ± 0.12	11.92 ± 0.20
Palmitoleic	0.81 ± 0.26	0.21 ± 0.03	0.85 ± 0.19	0.20 ± 0.01	0.40 ± 0.02
Stearic	4.73 ± 0.39	2.85 ± 0.08	4.18 ± 1.14	2.78 ± 0.10	2.75 ± 0.09
Oleic	8.48 ± 0.39	7.38 ± 0.29	11.28 ± 1.96	7.11 ± 0.50	8.48 ± 0.57
Linoleic	27.15 ± 2.78	77.98 ± 0.57	28.11 ± 6.99	79.45 ± 1.77	69.24 ± 1.09
Linolenic	29.93 ± 3.22	0.38 ± 0.02	23.38 ± 1.84	0.56 ± 0.09	4.12 ± 0.76
Jariza variety					
Lauric	3.17 ± 0.93	0.03 ± 0.02	3.58 ± 0.63	0.03 ± 0.01	0.65 ± 0.11
Myristic	8.27 ± 2.64	0.14 ± 0.01	10.18 ± 2.61	0.17 ± 0.02	1.98 ± 0.17
Palmitic	18.72 ± 1.01	11.24 ± 0.46	18.98 ± 1.63	11.16 ± 0.46	12.45 ± 0.25
Palmitoleic	0.77 ± 0.08	0.21 ± 0.03	0.93 ± 0.14	0.19 ± 0.01	0.41 ± 0.05
Stearic	4.90 ± 0.66	2.71 ± 0.14	3.71 ± 0.23	2.78 ± 0.20	2.84 ± 0.06
Oleic	7.19 ± 0.98	7.32 ± 0.33	10.54 ± 2.19	7.09 ± 0.31	8.36 ± 0.45
Linoleic	25.18 ± 5.14	77.96 ± 0.67	28.77 ± 5.61	78.09 ± 0.66	68.46 ± 1.43
Linolenic	30.27 ± 4.40	0.38 ± 0.02	20.90 ± 2.65	0.49 ± 0.04	4.10 ± 0.72

ใน ค.ศ. 2006 BELLUR CHAYAPATHY NARASIMHA PRASAD และคณะ [24] ได้ศึกษาวิจัยอิทธิพลของ 8-Methyl-nonenoic Acid ในกระบวนการ Biosynthesis ของ capsaicin ใน In-Vivo และ In-Vitro Cell Cultures ของ Capsicum Spp. และได้หาปริมาณ 8-methyl-nonenoic acid ด้วยการสกัดด้วย petroleum ether และทำสารสกัดที่ได้ให้อยู่ในรูปของ free acid ด้วยการ saponification ด้วย 0.5 M NaOH ใน MeOH จากนั้นทำให้อยู่ในรูป methyl ester ด้วยการทำปฏิกิริยากับ BF_3 และสกัดด้วย Hexane และนำไปวิเคราะห์ด้วย GS-MS เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของสารในแต่ละกลุ่มการทดลอง

2.3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม Volatile compound

ในปี ค.ศ.2009 Ziino และคณะ [49] ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของ Volatile compounds ด้วยเทคนิค HS-SPMS/GC/MS ในตัวอย่างพริก ดังนี้

1. *C. annuum* var. *abbreviatum* (Vulcan, Corno di capra, Naso di cane)
2. *C. annuum* var. *cerasiferum* (Ciliegiolo)
3. *C. annuum* var. *fasciculatum* (Sigaretta, Amando)

พบว่า ในพริกตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์นั้น สามารถแยกสาร Volatile compounds ได้ 64 ชนิด ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มดังนี้ alcohols, aldehydes, terpenes และ aliphatic branched-chain hydrocarbons

ตาราง 2. 23 volatile compounds indentified in sex varities of Calabrian

No.	Compound	LRI ^a	Reference(s)
1	Acetone	818	15
2	Ethyl acetate	890	9,11,15
3	2-Butanone	907	15
4	3-Methylbutanal	917	8,9,15
5	Diacetyl	931	15
6	2-Pentanone	981	
7	Hexanal	1083	6,8,9,11-15
8	3-Pentanol	1109	
9	(E)-2-Pentenal	1134	
10	1-Butanol	1143	15
11	1-Penten-3-ol	1158	15
12	2-Heptanone	1185	12,15
13	Heptanal	1187	8,15
14	Limonene	1202	8,12,13
15	2-Hexanol	1205	
16	(E)-2-Hexenal	1224	6,8,12,14
17	1-Pentanol	1248	
18	1-Hexen-3-ol	1249	
19	p-Cimene	1278	
20	Octanal	1293	6,8,15
21	Methyl heptanoate	1297	15
22	4-Methyl-1-pentanol	1310	
23	(Z)-2-Penten-1-ol	1318	
24	(E)-2-Heptenal	1330	8
25	2-Hexenyl acetate	1335	
26	6-Methyl-5-hepten-2-one	1341	
27	1-Hexanol	1349	15
28	(E)-3-Hexen-1-ol	1351	15
29	4-Methyltridecane	1354	
30	(Z)-3-Hexen-1-ol	1362	
31	2-Nonanone	1394	
32	(E)-2-Octenal	1437	
33	Ethyl octanoate	1437	

No.	Compound	LRI ^a	Reference(s)
34	4-Methyltetradecane	1455	
35	Acetic acid	1461	9
36	2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	1477	
37	α -Cubebene	1483	
38	2-Ethyl-1-hexanol	1487	15
39	Pentadecane	1500	8
40	α -Copaene	1505	
41	Hexyl butanoate	1520	
42	Benzaldehyde	1529	6,9,12,14,15
43	2-Isobutyl-3-Methoxypyrazine	1531	8,9,15
44	(E)-2-Nonenal	1543	8,12
45	β -Linalool	1544	
46	β -Elemene	1600	8,13
47	Ethyl decanoate	1640	
48	L-Menthol	1644	
49	Benzylacetaldehyde	1658	9
50	α -Himacalene	1663	12
51	Heptadecane	1700	8
52	γ -Murolene	1713	
53	β -Himacalene	1720	8
54	Valencene	1727	
55	α -Murolene	1736	12,15
56	δ -Gualene	1739	
57	δ -Cadinene	1743	
58	Methyl salicylate	1769	12
59	Geraniol	1791	
60	Hexanoic acid	1848	
61	Geranyl valerate	1871	
62	β -Ionone	1935	8
63	Phenol	2016	9,15
64	trans-Nerolidol	2036	

^a Linear retention index calculated on CP-Wax.

ตาราง 2. 24 volatile fraction composition as single components and classes of substances of different varieties of Calabrian *Capsicum annuum*

Compound	Vulcan	Como di capra	Naso di cane	Ciliegiino	Sigaretta	Amando
<i>Alcohols</i>						
2,3-Butanediol	565b	1101c	373b	1199c	431b	186a
3-Pentanol	303c	230b	– a	340c	– a	– a
1-Butanol	14a	216c	85b	– a	– a	– a
1-Penten-3-ol	1146c	1058c	291a	1837d	741b	614b
2-Hexanol	257b	208b	– a	617c	279b	203b
1-Pentanol	– a	– a	– a	87b	– a	– a
4-Methyl-1-pentanol	946c	766bc	261a	335a	1370d	634b
(Z)-2-Penten-1-ol	733d	635cd	134a	761d	379b	551c
1-Hexanol	8794b	8572b	1459a	14239c	7426b	12230c
(E)-3-Hexen-1-ol	213a	1274d	192a	600b	601b	976c
(Z)-3-Hexen-1-ol	1460b	1905b	374a	1454b	2445c	2743c
(E)-2-hexen-1-ol	17625bc	28147d	3389a	20197c	13345b	30043d
2-Ethyl-1-hexanol	104c	78b	70b	26a	24a	28a
Phenol	– a	82c	49b	49b	45b	39b
<i>Aldehydes</i>						
2-Methylbutanal	119b	53a	37a	355c	166b	112b
Hexanal	3287c	407a	122a	2130b	3172c	556a
(E)-2-Pentenal	133c	21a	– a	85b	86b	80b
Heptanal	9b	29c	– a	– a	52d	– a
(E)-2-Hexenal	4709c	6323d	856a	4351bc	3378b	5550cd
Octanal	116c	30b	– a	– a	– a	– a
(E)-2-Heptenal	152c	– a	– a	50b	143c	26b
(E)-2-Octenal	216d	– a	– a	98b	204d	142c
Benzaldehyde	128bc	99ab	99ab	90a	134c	92a
(E)-2-Nonenal	214b	– a	– a	– a	– a	– a
Benzylacetaldehyde	– a	– a	48b	78c	– a	– a
<i>Acids</i>						
Acetic acid	230b	311c	147a	324c	107a	94a
Hexanoic acid	181c	110b	68a	166c	223d	233d
<i>Ketones</i>						
Acetone	– a	988c	102a	730b	– a	– a
2-Butanone	– a	– a	– a	190b	– a	– a
2-Pentanone	1599d	1043c	144a	1255c	720b	280a
2-Heptanone	65a	67a	21a	572b	– a	– a
6-Methyl-5-hepten-2-one	12a	127c	62b	123c	63b	43b
<i>Terpenes</i>						
Limonene	82bc	29a	101d	93bc	71b	68b
p-Cimene	– a	– a	– a	– a	249b	– a
α -Cubebene	145b	461d	82ab	70a	243c	91ab
α -Copaene	385a	526a	322a	303a	1592b	525a
β -Linalool	– a	– a	– a	189c	231d	75b
β -Elemene	143a	802d	226ab	418c	891d	374bc
L-Menthol	– a	– a	30c	21b	– a	– a
α -Himacalene	487b	1022d	444b	164a	762c	251a
γ -Muurokene	1432b	1240b	1970c	320a	2548d	991b
β -Himacalene	– a	– a	– a	58b	– a	– a

ตาราง 2. 23 volatile fraction composition as single components and classes of substances of different varieties of Calabrian *Capsicum annuum* (ต่อ)

Compound	Vulcan	Corno di capra	Naso di cane	Cillegino	Sigaretta	Amando
Valencene	– a	– a	– a	27a	238c	72b
α -Murolene	116c	447d	98bc	58b	– a	– a
δ -Guaiene	– a	– a	– a	36b	– a	– a
δ -Cadinene	– a	– a	– a	– a	223c	78b
Geraniol	– a	– a	– a	– a	223b	233b
Geranyl valerate	35a	107c	81b	12a	128c	105bc
β -Ionone	143c	98b	61a	67ab	159c	174c
trans-Nerolidol	66ab	– a	28a	– a	744c	143b
Esters						
Ethyl acetate	133b	313c	89b	283c	– a	– a
Methyl heptanoate	– a	– a	– a	– a	280b	393c
2-Hexenyl acetate	90d	73c	– a	– a	– a	20b
Ethyl octanoate	– a	49b	– a	– a	– a	– a
Hexyl butanoate	364a	294a	283a	212a	1636c	911b
Ethyl decanoate	– a	– a	87c	36b	80c	75c
Methyl salicylate	1377b	817a	740a	2927c	2432c	1147ab
Hydrocarbons						
4-Methyltridecane	2679b	2860b	1995a	4271c	3934c	2604b
4-Methyltetradecane	310a	852b	1203bc	124a	2383d	1508c
Pentadecane	159a	574cd	314b	56a	696d	465c
4-Methylpentadecane	162a	696c	336b	122a	114a	736c
4-Methylhexadecane	85b	148c	177c	21a	363e	248d
Heptadecane	125b	332cd	264c	53a	399d	40a
Others						
2-Methoxy-3-(2-methylpropyl)pyrazine	383a	423a	430a	939c	631b	321a

^a Arbitrary scale as peak area.
Means followed by different letters in the same row are significantly different ($P \leq 0.01$) by Duncan's multiple range test.

ในปี ค.ศ. 2010 Adrian และคณะ [74] ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Volatile Compound ในพริกตัวอย่าง 16 สายพันธุ์ใน 3 สปีชีส์ (annuum, chinense, frutescens) ด้วยเทคนิค HS-SPME/GC-sniffing port-MS พบว่า มีสาร Volatile Compound จำนวนมากกว่า 300 ชนิด ที่สามารถตรวจพบในพริกตัวอย่าง ซึ่งสารส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของ Esters และ terpenoids และรองลงมาจะอยู่ในกลุ่มของสารประกอบ nitrogen และ sulfur, อนุพันธ์ phenol, norcarotenoids, อนุพันธ์ lipoxygenase, carbonyls, alcohols, และสาร hydrocarbons ชนิดอื่นๆ

ตาราง 2. 24 Total Capsaicinoids Content, Total Volatile Content, and Overall Aroma Description of the Evaluated Capsicum Accessions

accession (abbreviation)	total capsaicinoids ^a ($\mu\text{g g}^{-1}$)	total volatiles ^a (peak area $\times 10^3$)	aroma description/intensity ^b
<i>C. annuum</i>			
Aci Sivi (ACI)	385 e	4332 e	fruity, sweet, paprika, vegetable/3
Bierzo (BIE)	<1 a	38 a	earthy, green, paprika/1
Chile Arbol (ARB)	724 f	1788 c	fruity, sweet, peach, paprika/2.5
Di Senise (SEN)	<1 a	41 a	sweet, vegetable, paprika/1
Doux d'Alger (DOU)	<1 a	32 a	green, earthy, paprika/1
Jalapeno M (JAL)	142 d	183 b	green, earthy, vegetable, paprika/2.5
Numex Big Jim (NUM)	85 c	272 b	sweet, exotic, earthy, paprika/2
Pipara (PIP)	3 b	253 b	earthy, paprika, fuel/1.5
Piquillo Lodosa (PIO)	<1 a	49 a	earthy, green, paprika/1
Poblano L (POB)	<1 a	40 a	earthy, green, paprika, sulfurous/2
Serrano (SER)	540 ef	1640 c	green, peasy, paprika, fruity/3
Valenciano (VAL)	<1 a	61 a	green, vegetable, unripe nut/1
<i>C. chinense</i>			
ECU-994 (994)	1641 gh	6879 f	sweet, fruity, exotic, spicy/4
<i>C. frutescens</i>			
Lactian (LAO)	1120 g	4404 e	fruity, sweet, exotic, paprika/3.5
Pebrera (PEB)	1802 h	3392 d	fruity, sweet, exotic, paprika/3
Tabasco (TAB)	3255 i	3525 d	sweet, fruity, pungent, spicy/3.5

^a Mean corresponding to $n=5$ samples. Means followed by different letters in the same column are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's test. ^b On the basis of the odor impressions of four panelists. Aroma intensity is described on a 1–4 scale (1, low; 2, moderate; 3, intense; 4, very intense).

2.4 เอกสารอ้างอิง

1. สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. 2546. พริกเรื่องเผ็ดร้อนที่น้ำรู้. Up DATE 18(191): 45-54.
2. Purseglove, J.W., E.G. Brown, C.L. Green and S.R.J. Robbins. 1981. *Chillies: Capsicum spp., Spices*. Vol 1. Longman Publ. Co. Inc., London.
3. พยงค์ คุ่มภัย, นริศร์ ขจรผล และ ปรีดา จาติกวณิช. 2536. การศึกษาพันธุ์พริกในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร* 16(4): 295-303.
4. พทยา สรวมลศิริ. 2529. *พืชเครื่องเทศ*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
5. Eshbaugh, W.H. 1979. A biosystematic and evolutionary study of the *Capsicum pubescens* complex. *Nat. Geogr. Soc. Res. Rep.* 42: 143-162.
6. IBPGR Secretariat. 1983. "Genetic Resources of Capsicum" International Board for Plant Genetic Resources. AGPG/IBPGR, Rome.
7. Worayos, Y. 1986. Collection of capsicum Germplasm in thailand. *IBPGR Newslettter*. 10(3): 175-182.
8. มณีฉัตร นิกกรพันธ์. 2541. *พริก*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
9. Pickersgill, B. 1967. Interspecific isolating mechanisms in some South American chilli pepper. *Amer. J. Bot.* 54:654.
10. เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา. 2540. *พริก*. เกษตรก้าวหน้า. 12 (2): 1-40.
11. Stecher, P.G., M. Windholz, D.S. Leahy, D.M. Balton and L.G. Eaton. 1968. *Merck Index; The Encyclopedia of Chemicals and Drugs*. Merck and Rahway N.J., Co., Inc., New Jersey.
12. Surh YJ and et al. 1995. Metabolism of capsaicinoids: evidence for aliphatic hydroxylation and its pharmacological implications. *Life sci.* 16 : 305-311.
13. Wikipedia. 2005. Capsaicin Structure. *The free encyclopedia*. Available Source <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Capsaicin-structure.png>, August 29, 2005.
14. Smith, P.G. 1978. Horticultural classification of peppers. *The 4th National Pepper Conference*. Baton Rouge, Los Angeles.
15. Kim, K., R. Varinda, K. Cho, J. Kim and S. Lee. 2000. Comparison of accumulation of capsaicinoid synthetase activity at different development stages of *Capsicum annuum* L. *Agric. Chem. Biotechnol.* 43(3): 152-155.
16. Maga, J.A. 1975. Capsicum. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.* 6(2): 177-199.
17. Iwai, K., T. Suzuki and H. Fujiwake. 1979. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues, in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. karayatsubusa at different growth stages after flowering. *Agric. Biol. Chem.* 43(12): 2493-2498.
18. Collins, M.D., L.M. Wasmund and P.W. Bosland. 1995. Improved method for quantifying capsaicinoids in capsicum using high performance liquid chromatography. *Hort Science* 30(1):137-139.
19. Harvell, K. P. and P.W. Bosland. 1997. The environment produces a significant effect on pungency of chiles. *Hort Science* 32(7): 1292.
20. Scoville, W. L. 1912. Note Capsicum. *J. Am. Pharm. Asso.* 1: 451-453.
21. พันธุ์ทิพย์ ปานกลาง. 2547. ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณ oleoresin และความเผ็ดของผลพริก.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

22. Govindarajan, V.S. 1986. Capsicum-production, technology, chemistry and quality part 2, processed products, standard, world production and trade. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.* 21(3): 207-288.
23. Bennet, D. J.; Kirby, G. W. 1968. Constitution and biosynthesis of capsaicin. *J. Chem. Soc. C.* 442.
24. PRASAD, V, C, N. and et al. 2006. Influence of 8-Methyl-nonenic Acid on Capsaicin Biosynthesis in In-Vivo and In-Vitro Cell Cultures of Capsicum Spp. *J. Agric. Food Chem.* 54, 1854-1859
25. PRASAD, V, C, N. and et al. 2006. Valine Pathway Is More Crucial than Phenyl Propanoid Pathway in Regulating Capsaicin Biosynthesis in *Capsicum frutescens* Mill. *J. Agric. Food Chem.* 54, 6660-6666.
26. Plant Metabolic Network. 2009. capsaicin biosynthesis. <http://www.plantcyc.org:1555/PLANT/NEW-IMAGE?type=PATHWAY&object=PWY-5710>, September 9, 2009.)
27. Merk, O.N. 1978. **Commercial Chicken Production Manual**. The AVI publishing Co. Inc., Connecticut.
28. I. Pott, D. E. Breithaupt and R. Carlec, 2003. *Phytochemistry*. 64. 825-829.
29. G. Leach, G. Oliveira and R. Morais, 1998. *J Sci Food Agric.* 76. 298-302.
30. Jeana, G. 1991. **Pigments in Vegetables**. Van Nostrand Reinhold, USA.
31. Hirschberg, J. 2001. Carotenoid biosynthesis in flowering plants. *Plant Biology*, 4:210-218
32. Plant Metabolic Network. 2009. capsanthin biosynthesis, β -carotene biosynthesis, capsanthin and capsorubin biosynthesis, antheraxanthin and violaxanthin biosynthesis, <http://www.plantcyc.org/>, September 9, 2009.
33. Yazawa, S.; Suetome, N.; Okamoto, K.; Namiki, T. 1989. Content of Capsaicinoids and Capsaicinoid-like Substances in Fruit of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Hybrids Made with "CH-19 Sweet" as a Parent. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 58. 601-607.
34. Ohnuki, K., Niwa, S., Maeda, S., Inoue, N., Yazawa, S., Fushiki, T., 2001. CH-19 Sweet, a Non-Pungent Cultivar of Red Pepper, Increased Body Temperature and Oxygen Consumption in Humans. *J. Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65. 9.
35. Onuki, K.; Haramizu, S.; Watanabe, T.; Yazawa, S.; Fushiki, T. 2001. Administration of capsiate, a non-pungent capsaicin analog, promotes energy metabolism and suppresses body fat accumulation in mice. *Biosci., Biotechnol., Biochem.*, 65, 2375-2380.
36. Rosa, A.; Deiana, M.; Casu, V.; Paccagnini, S.; Appendino, G.; Ballero, M.; Dessì, M. A. 2002. Antioxidant activity of capsinoids. *J. Agric. Food Chem.* 50, 7396-7401.
37. Eun-J. L., Myung-S. J., Byung-D. K., Jeong-H. K., Young-G. K., Hyangkyu, L., Yun, S. L., Jeong-H. Y., Tae-Y. K., 2010. Capsiate inhibits ultraviolet B-induced skin inflammation by inhibiting Src family kinases and epidermal growth factor receptor signaling. *J. Free Radical Biology & Medicine*. 48. 1133-1143.
38. Iida, T.; Moriyama, T.; Kobata, K.; Morita, A.; Murayama, N.; Hashizume, S.; Fushiki, T.; Yazawa, S.; Watanabe, T.; Tominaga, M. 2003. TRPV1 activation and induction of nociceptive response by a non-pungent capsaicin-like compound, capsiate. *Neuropharmacology*. 44. 958-967.

39. Macho, A.; Lucena, C.; Sancho, R.; Daddario, N.; Minassi, A.; Muñoz, E.; Appendino, G. 2003. Non-pungent capsaicinoids from sweet pepper, synthesis and evaluation of the chemopreventive and anticancer potential. *Eur. J. Nutr.* 42, 2-9.
40. Kouzou, S., Kenji, K., Susumu, Y., Tatsuo, W., 2006. Capsinoid Is Biosynthesized from Phenylalanine and Valine in a Non-Pungent Pepper, *Capsicum annuum* L. cv. CH-19 Sweet. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 70, 1513-1516
41. Lang, Y., Kisaka, H., Sugiyama, R., Nomura, K., Morita, A., Watanabe, T., Tanaka, Y., Yazawa, S., Miwa, T., 2009. Functional Loss of *p-AMT* Results in Biosynthesis of Capsinoids, Capsaicinoid Analogs, in *Capsicum annuum* cv. CH-19 Sweet. *The Plant Journal*. 59.
42. Tanaka, Y., Hosokawa, M., Miwa, T., Watanabe, T., Yazawa, S., 2010. Newly Mutated *putative-aminotransferase* in Nonpungent Pepper (*Capsicum annuum*) Results in Biosynthesis of Capsinoids, Capsaicinoid Analogues. *J. Agric. Food Chem.*, 58.
43. Gálvez A.P., Fernández J.G., Mosquera M., Ruiz M.L., Espinosa V.M., 1999. Fatty Acid Composition of Two New Pepper Varieties (*Capsicum annuum* L. cv. Jaranda and Jariza) Effect of Drying Process and Nutritional Aspects. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 76(2). 205–208.
44. บริษัท กรุงเทพ พยาธิ-แลป จำกัด. 2012. CHOLESTEROL –TRIGLYCERIDES AND HEALTHY HEART. (ออนไลน์). <http://www.yourhealthyguide.com/article/aco-cholesterol-triglyceride.htm>. March 24, 2012.
45. Robert E. Smith, John W. Finley, and Gilbert A. 1994. Overview of SALATRIM: A family of low-calorie fats Leveille. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42, 432-434.
46. Osborn, H.T. and Akoh, C.C. 2002. Enzymatically modified beef tallow as a substitute for cocoa butter. *J. of Food Science*. 2480-2485.
47. F. Van Immerseel, J. De Buck, F. Boyen, L. Bohez, F. Pasmans, J. Volf, M. Sevcik, I. ychlik, F. Haesebrouck and R. Ducatelle., 2004. Medium-Chain Fatty Acids Decrease Colonization and Invasion through *hilA* Suppression Shortly after Infection of Chickens with *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis. *Appl. Environ. Microbiol.* 70. 3582-3587.
48. Jay J. Thelen and John B. Ohlrogge. 2002. Metabolic Engineering of Fatty Acid Biosynthesis in Plants. *Metabolic Engineering*. 4. 12–21
49. Ziino, M. and et al. 2009. Volatile compounds and capsaicinoid content of fresh hot peppers *Capsicum annuum* L. of different Calabrian varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89, 774-780.
50. Buttery RG, Seifert RM, Guadagni DG, Ling L. 1969. Characterization of some volatile constituents of bell peppers. *J Agric Food Chem*. 17(6). 1322-1327.
51. Keller U, Flath RA, Mon TR, Teranishi R. 1981. Volatiles from red pepper (*Capsicum* spp.). *ACS Symp Ser – ACS*. 170. 137-146.
52. Chitwood RL, Pangborn RM, Jennings W. 1983. GC/MS and sensory analysis of volatiles from three cultivars of capsicum. *Food Chem*. 11(3). 201-216.

53. Wu CM, Liou SE. 1986. Effect of tissue disruption on volatile constituents of bell peppers. *J Agric Food Chem.* 34(4). 770-772.
54. Luning PA, de Rijk T, Wichers HJ, Roozen JP. 1994. Gas chromatography, mass spectrometry, and sniffing port analyses of volatile compounds of fresh bell peppers (*Capsicum annuum*) at different ripening stages. *J Agric Food Chem.* 42(4). 977-983.
55. Mateo J, Aguirrezábal M, Domínguez C, Zumalacárregui JM. 1997. Volatile compounds in Spanish paprika. *J Food Compos Anal.* 10(3). 225-232.
56. Kim I, Abd El-Aty AM, Shin H, Lee HB, Kim I, Shim J. 2007. Analysis of volatile compounds in fresh healthy and diseased peppers (*Capsicum annuum* L.) using solvent free solid injection coupled with gas chromatography-flame ionization detector and confirmation with mass spectrometry. *J Pharm Biomed Anal.* 45(3). 487-494.
57. Pino J, González M, Ceballos L, Centurión-Yah AR, Trujillo-Aguirre J, Latournerie-Moreno L, Sauri-Duch E. 2007. Characterization of total capsaicinoids, colour and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. *Food Chem.* 104(4). 1682-1686.
58. Forero MD, Quijano CE, Pino JA. 2009. Volatile compounds of chile pepper (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) at two ripening stages. *Flavour and Fragr J.* 24(1). 25-30.
59. Chen G, Hackett R, Walker D, Taylor A, Lin Z, Grierson D. 2004. Identification of a specific isoform of tomato lipoxygenase (TomloxC) involved in the generation of fatty acid-derived flavor compounds. *Plant Physiol.* 136(1). 2641-2651.
60. Luning PA, Carey AT, Roozen JP, Wichers HJ. 1995a. Characterization and occurrence of lipoxygenase in bell peppers at different ripening stages in relation to the formation of volatile flavor compounds. *J Agric Food Chem.* 43(6). 1493-1500.
61. Jarret, R. L.; Perkins, B.; Fan, T.; Prince, A.; Guthrie, K.; Skoczinski, B. inventor. 2003, using EIA to screen *Capsicum* spp. Germplasm for capsaicinoids content. *J. Food Compos. Anal.* 16, 189-194.
62. Kozukue, N.; Han, J-S.; Kozukue, E.; Lee, S-j.; Kim, J-A.; Lee, K-R.; Levin, C. E. and Friedman, M. 2005. inventor; Analysis of eight capsaicinoids in peppers and pepper-containing foods by high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 53, 9172-9181.
63. Topuz, A.; Ozdemir, F. inventor. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L) grown in Turkey. *J. Food Compos. Anal.* 20, 596-602.
64. Cisneros-Pineda, O.; Torres-Tapia, L. W.; Gutiérrez-Pacheco, L. C.; Contreras-Martin, F.; González-Estrada, T.; Peraza-Sánchez, S. R. 2007. inventor; Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. *Food Chem.* 104, 1755-1760
65. Peña-Alvarez, A. Ramírez-Maya, E.; Alvarado-Suárez, L. Á. 2009. inventor; Analysis of capsaicin and dihydrocapsaicin in peppers and pepper sauces by solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.* 1216, 2843-2847.

66. Tanaka, Y.; Hosokawa, M.; Otsu, K.; Watanabe, T. and Yazawa, S. inventor. 2009. Assessment of capsiconinoid composition, nonpungent capsaicinoid analogues, in *Capsicum* cultivars. *J. Agric. Food. Chem. A.* 57, 5407-5412.
67. Singh, S. and et al. 2009. Determination of Capsinoids by HPLC-DAD in *Capsicum* Species *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 57, 3452-3457.
68. O. Collera-Zuniga and et al. 2005. Comparative study of carotenoid composition in three mexican varieties of *Capsicum annuum* L. *Food Chemistry.* 90, 109–114.
69. A. Topuz, F. Ozdemir and et al. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis.* 20, 596–602
70. Sun-Hwa Ha and et al. 2007. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *Journal of Experimental Botany.* 25, 1-10
71. G. Aruna and V. Baskaran. 2010. Comparative study on the levels of carotenoids lutein, zeaxanthin and β -carotene in Indian spices of nutritional and medicinal importance. *Food Chemistry.* 123, 404–409.
72. Laura R., Ivette G., Wathsala R., R.D. Richins and M.A. O'Connell, 2011. "Carotenoid accumulation in orange-pigmented *Capsicum annuum* fruit, regulated at multiple levels", *Journal of Experimental Botany*, 1-10.
73. Gálvez, A. P. and et al. 1999. Fatty Acid Composition of Two New Pepper Varieties (*Capsicum annuum* L. cv. Jaranda and Jariza). Effect of Drying Process and Nutritional Aspects. *JAOCs.* 76, 205–208.
74. Adrian, R.B. and et al. 2010. Analysis of the Volatile Aroma Constituents of Parental and Hybrid Clones of Pepino (*Solanum muricatum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*)

การทดลอง วิธีการทดลอง ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง

3.1 การเลือกสายพันธุ์พริกและการปลูกพริกตัวอย่าง

เลือกสายพันธุ์พริกจากธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืช (Germplasm unit) ของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม โดยแบ่งพริกเป็น 2 ประเภท คือ พริกผลใหญ่ (พริกหนุ่ม พริกชี้ฟ้า พริกหยวก พริกหวาน และพริกประดับ) จำนวน 141 accessions พริกผลเล็ก (พริกชี้หนูผลใหญ่ พริกชี้หนูผลเล็ก พริกขี้หนู และพริกขี้หนูประดับ) จำนวน 147 accessions และพันธุ์พริกที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย จำนวน 38 พันธุ์ รวมเป็นจำนวนพันธุ์พริกทั้งหมด 326 สายพันธุ์ ซึ่งพริกส่วนใหญ่เป็น *Capsicum annuum* 257 สายพันธุ์ *C. frutescense* 52 สายพันธุ์ *C. chinense* 11 สายพันธุ์ และ *C. baccatum* 6 สายพันธุ์

วิธีการทดลอง

เพาะกล้าพริกในถาดเพาะกล้าขนาด 104 ช่อง วันที่ 8 กันยายน 2553 ย้ายปลูกลงถาดพลาสติกขนาด 3 นิ้ว วันที่ 9 ตุลาคม 2553 และย้ายปลูกลงแปลงทดลองวันที่ 12-19 พฤศจิกายน 2553 โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 1.6 x 6.0 เมตร ปลูกพริก 2 แถวต่อแปลง แถวละ 12 ต้น ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ใช้พลาสติกสีดำ-เงินคลุมแปลงปลูก เพื่อป้องกันวัชพืช และบังแดดในล่อนสีขาวขนาด 20 mesh สูงจากพื้นดิน 2 เมตร เต็มพื้นที่แปลงปลูกเพื่อพรางแสงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำแบบปล่อยตามร่อง เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 28 มกราคม 2554 สิ้นสุดวันที่ 22 มีนาคม 2554 โดยเก็บเกี่ยวสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมล็ดพันธุ์พริกจำนวน 288 accessions จากธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืช ของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม เก็บรักษาในท้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้น 40-50 %RH สายพันธุ์เหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ใช่สายพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า แต่เป็นสายพันธุ์ที่ปลูกกันในห้องแล็บทั้งในประเทศไทยและประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย ยุโรปและอเมริกา จึงพบความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ มากบ้างน้อยบ้างในแต่ละสายพันธุ์ สายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันมากในสายพันธุ์เดียวกัน เช่น มีต้นที่สีผลเขียว และต้นที่สีผลขาวปะปนกัน บางต้นผลชี้ขึ้น/บางต้นผลชี้ลง บางต้นรูปร่างผลกลม/บางต้นผลเรียวยาว เป็นต้น จัดเป็นสายพันธุ์ที่มีความแปรปรวนสูง (ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 ช่อง Line variation ให้ข้อมูลว่า Mixed) มี 54 สายพันธุ์ หากสายพันธุ์เหล่านี้มีปริมาณสารในผลที่วิเคราะห์ได้สูง จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการคัดเลือก ทำสายพันธุ์ให้มีความบริสุทธิ์ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนพริกพันธุ์การค้า 38 พันธุ์ มีความสม่ำเสมอของลักษณะต่างๆ ในสายพันธุ์ดี

ลักษณะประจำพันธุ์และผลผลิต (ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-2) เป็นข้อมูลที่เก็บจากแปลงปลูกพริกของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยมีสภาพอากาศของช่วงที่ปลูก ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนต่อฤดูหนาว มีฝนตกหนักช่วงต้นฤดู แต่หลังจากย้ายปลูกลงแปลงแล้วไม่มีฝนตก อุณหภูมิเฉลี่ยตอนกลางวันในช่วงออกดอกติดผลประมาณ 30-32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตอนกลางคืนประมาณ 19-22 องศาเซลเซียส สำหรับลักษณะประจำพันธุ์ที่บันทึกข้อมูลคือ

1. ประเภทของพริก (type) เช่น พริกหนุ่ม พริกชี้ฟ้า
2. จำนวนดอกในแต่ละข้อ (no. of flowers/axis)
3. สีกลีบดอก (corolla color)
4. ลักษณะก้านดอก (pedicel position) เช่น pendant = ชี้ลง, erect = ชี้ขึ้น
5. ลักษณะทรงต้น
 - การเติบโต (growth habit) ; พุ่ม (compact), สูงต้นตั้ง (erect)
 - ความสูงทรงพุ่ม (height) วัดที่อายุเก็บเกี่ยวครั้งแรก
 - ความกว้างทรงพุ่ม (width)
6. อายุดอกบาน (days to flower) นับอายุจากวันเพาะกล้า (day after sowing, DAS)
7. อายุเก็บเกี่ยว (days to harvest) นับอายุจากวันย้ายปลูกลงถึงวันที่ผลสุกแดง (day after transplanting, DAT)
8. ลักษณะผล
 - ทิศทางที่ผลชี้ขึ้น-ลง (position) : ห้อยลง (pendant), ชี้ขึ้น (erect)
 - สีผลเมื่อแก่ (color at mature)
 - สีผลสุก (color at ripen)
 - รูปร่างผล (shape) : ยาวเรียว (elongate) ปลายแหลม (triangular)
 - น้ำหนักผล (weight)
 - ความกว้างผล (width)
 - ความยาวผล (length)
 - ความหนาเนื้อผล (flesh thickness)
9. ความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ในสายพันธุ์ (line variation)
10. ผลผลิต (yield) (กก./ไร่)
 - ผลผลิตดี (marketable)
 - ผลผลิตเสีย (non-marketable) เช่น ผลเน่าจากแมลงและโรค
 - ผลผลิตรวม (total) คือ ผลผลิตดีและผลผลิตเสียรวมกัน
11. ผลพริกต่อต้น (total fruit/plant)
 - จำนวนผลต่อต้น
 - น้ำหนักผลต่อต้น

การผลิตตัวอย่างผลพริกเพื่อวิเคราะห์สารประกอบ ผลพริกที่นำมาวิเคราะห์สารประกอบในผล เป็นผลพริกสุกแดงทั้งผล เก็บเกี่ยววันเดียวกันจากต้นพริกในสายพันธุ์เดียวกัน โดยเลือกช่วงเก็บเกี่ยวที่ได้ผลผลิตผลสุกแดงจากสายพันธุ์นั้นๆ มากที่สุด การเก็บเกี่ยวผลพริกเริ่มในตอนเช้าโดยเก็บเฉพาะผลที่สุกแดงทั้งผล ทำการคัดเลือกผลที่ดีไม่มีรอยแผลหรือตำหนิบรรจุผลพริกแต่ละสายพันธุ์ลงในถุงพลาสติก ติดป้ายระบุเบอร์แปลงและชื่อสายพันธุ์ จากนั้นบรรจุลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งรองกันกล่อง และมีฟองน้ำแผ่นหนาประมาณ 1.50 เซนติเมตร วางบนก้อนน้ำแข็งป้องกันน้ำแข็งสัมผัสผลพริกโดยตรง และช่วยดูดซับน้ำที่ละลายในกล่อง ปิดกล่องผนึกด้วยเทปกาว อย่างไรก็ตามในวันที่เก็บเกี่ยว พริกบางสายพันธุ์มีผลสุกแดงพร้อมๆ กันน้อย ซึ่งเกิดจากมีจำนวนต้นรอดตายน้อย หรือมีผลเน่าเสียจากโรค แมลงมาก อาจไม่เพียงพอสำหรับใช้วิเคราะห์สารประกอบในผล จากการปลูกพริกทั้งหมด 326 สายพันธุ์ สามารถเก็บผลพริกได้ปริมาณแตกต่างกัน ดังนี้

1. ได้ตัวอย่างผล > 200 กรัม มีจำนวน 175 acc.
2. ได้ตัวอย่างผล 100-200 กรัม มีจำนวน 54 acc.
3. ได้ตัวอย่างผล 50-100 กรัม มีจำนวน 18 acc.
4. ได้ตัวอย่างผล <50 กรัม มีจำนวน 11 acc.
5. ไม่ได้ผลผลิตส่งวิเคราะห์สาร มีจำนวน 68 acc.

พันธุ์พริกที่ไม่ได้ผลผลิต จำนวน 68 สายพันธุ์ มีดังนี้

No.	Plot	Accession.	No.	Plot	Accession.	No.	Plot	Accession.	No.	Plot	Accession.
	no.	number		no.	number		no.	number		no.	number
1	7	CA 1031	18	61	CA 778	35	96	CA 1815	52	135	CA 1031
2	9	CA 1049	19	67	CA 1286	36	102	CA 918	53	149	Wega 1288
3	19	CA 1479	20	69	CA 1305	37	104	CA 1180	54	171	CA 1308
4	20	CA 1482	21	70	CA 1440	38	108	CA 1500	55	172	CA 1317
5	21	CA 1485	22	72	CA 1445	39	110	CA 1503	56	173	CA 1323
6	22	CA 1491	23	75	CA 1521	40	111	CA 1505	57	174	CA 1324
7	23	CA 1514	24	76	CA 1681	41	112	CA 1506	58	175	CA 1328
8	26	CA 1616	25	77	CA 1697	42	114	CA 1508	59	180	CA 1343
9	30	CA 1748	26	78	CA 1698	43	115	CA 1515	60	188	CA 1352
10	39	CA 1474	27	79	CA 1700	44	116	CA 1519	61	242	CA 1282
11	44	CA 1547	28	81	CA 1706	45	117	CA 1525	62	268	CA 1432
12	55	CA 437	29	82	CA 1716	46	123	CA 1696	63	274	CA 1467
13	56	CA 443	30	83	CA 1719	47	124	CA 1721	64	291	พีโรธ จตุพร
14	57	CA 457	31	89	CA 1225	48	125	Habanero	65	294	SR07-0028
15	58	CA 500	32	92	CA 1599	49	128	CA 927	66	317	CA 1567
16	59	CA 516	33	94	CA 1733	50	131	CA 1433	67	319	CA 1331
17	60	CA 651	34	95	CA 1788	51	133	CA 1570	68	325	CA 1527

หมายเหตุ จากพริกที่ปลูกทั้งหมด 326 สายพันธุ์นั้น เมื่อเก็บผลผลิตทั้งได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC พบว่ามีตัวอย่างที่มีปริมาณเพียงพอต่อการวิเคราะห์สารทั้ง 6 กลุ่ม จำนวน 201 สายพันธุ์ (แสดงใน ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3)

3.2 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids และ capsiate ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิค HPLC

จากแผนการทดลองทางผู้วิจัยจะต้องดำเนินการวิเคราะห์หาปริมาณของสารในกลุ่ม capsaicinoids และ capsinoids พร้อมกันในตัวอย่างเดียวนั้น แต่จากการทดลองในการสังเคราะห์สารมาตรฐาน capsiate พบว่า สารที่สังเคราะห์ได้มีปริมาณสารผลิตภัณฑ์ต่ำ และเกิดการสลายตัวได้ง่ายเมื่อมีความชื้น หรือกรดเพียงเล็กน้อย ซึ่งทำให้การศึกษาในการวิเคราะห์หาปริมาณของ capsaicinoids และ capsinoids พร้อมกันไม่สามารถดำเนินการได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จะแบ่งการศึกษาใหม่เป็นดังนี้คือ การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsaicinoids ด้วยเทคนิค HPLC และการสังเคราะห์สารในกลุ่ม capsinoids และการหาสถานะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณด้วยเทคนิค HPLC

3.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsaicinoids ด้วยเทคนิค HPLC

การทดลองนั้นผู้วิจัยใช้สถานะเดิมของการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids ที่ได้ศึกษาในงานวิจัยที่ผ่านมาในโครงการ RDG5020058 ซึ่งได้ทำการหาสถานะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์แล้ว โดยมีสถานะในการหาปริมาณสาร capsaicinoids ดังแสดงต่อไปนี้

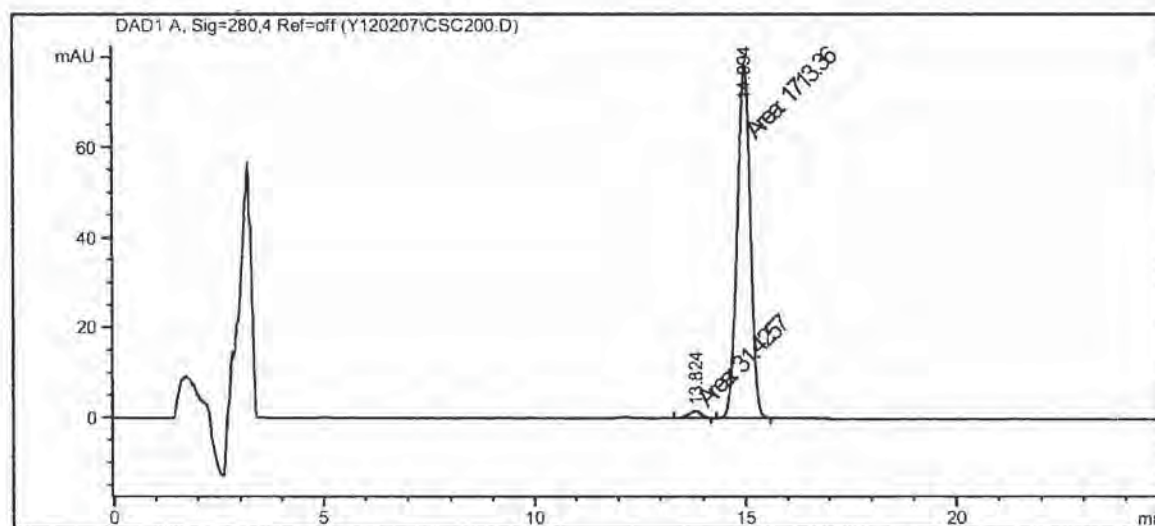
วิธีการทดลอง

ระบบที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ

HPLC	: Agilent 1100 Series HPLC
Column	: VertiSep UPS C18 HPLC COLUMN, 4.6 x 250 mm, 5 μ m
Detector	: DAD detector at 280 nm reference off bandwidth 4 nm
Column temperature	: not control
Mobile phase	: Acetonitrile : Water : Acetic acid (500 : 500 : 1, v/v/v) 0.1% TEA
Flow rate	: 1.2 mL/min

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

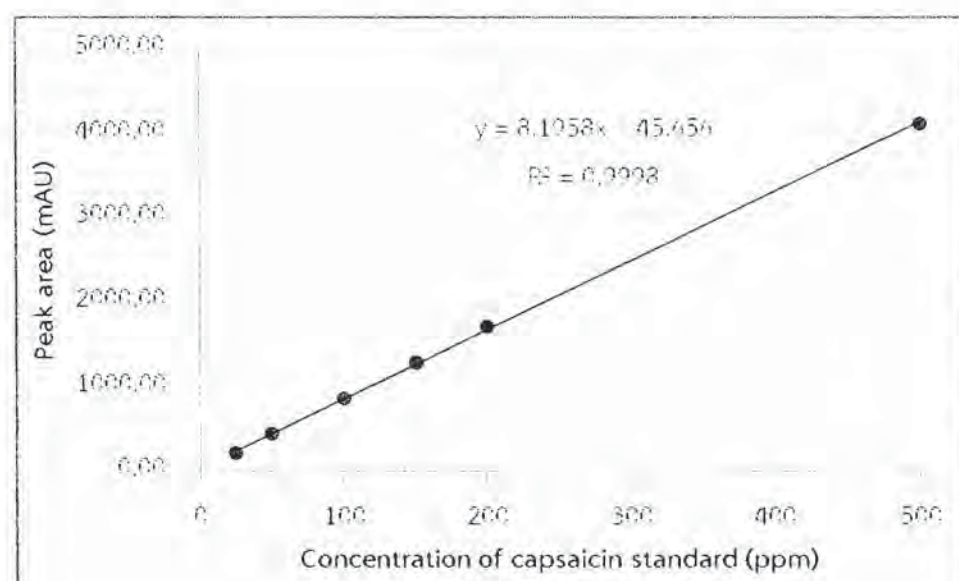
นำสารละลายมาตรฐาน capsaicin 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm และสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ได้โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน capsaicin และ dihydrocapsaicin แสดงในภาพ 3.1 และ 3.3 พบว่าสารละลายมาตรฐาน capsaicin และ dihydrocapsaicin ปรากฏพีคที่ค่า retention time เท่ากับ 14.99 และ 21.00 นาที จากผลการทดลองที่ได้นำค่าพื้นที่ใต้กราฟแต่ละความเข้มข้นมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับความเข้มข้นได้สมการเส้นตรงของ capsaicin คือ $y = 8.1958x + 45.656$ มีค่า $R^2 = 0.9998$ และได้สมการเส้นตรงของ dihydrocapsaicin คือ $y = 7.4003x + 7.1028$ มีค่า $R^2 = 0.9999$ แสดงในภาพ 3.2 และ 3.4 ตาราง 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ



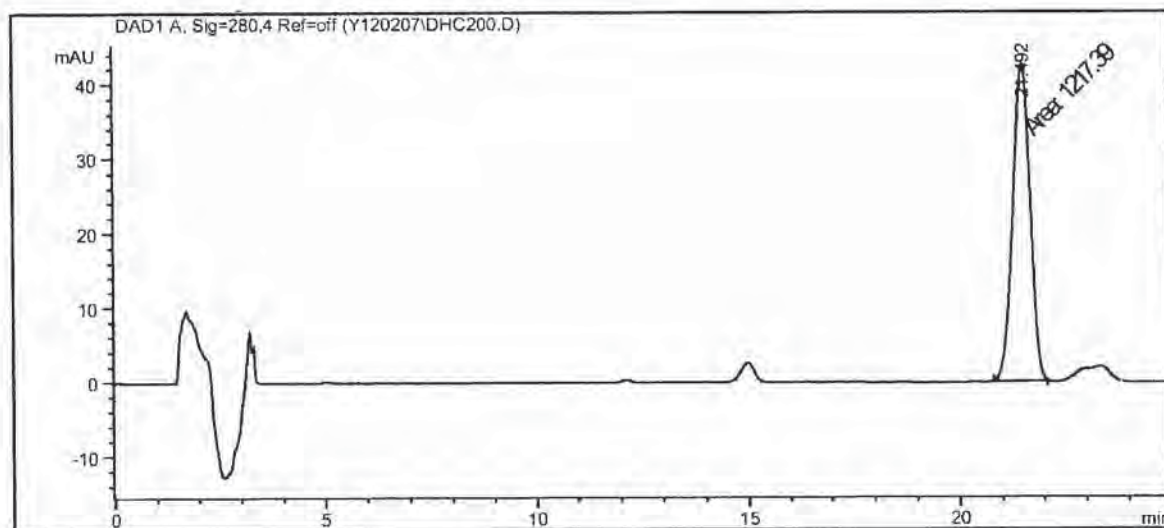
ภาพ 3. 1 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน capsaicin ความเข้มข้น 200 ppm

ตาราง 3.1 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้นในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน capsaicin ที่ความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm

conc.	peak area (mAU)			average	SD.	%RSD
25	229.94	227.744	227.56	228.41	1.32	0.6
50	449.13	450.597	450.51	450.08	0.82	0.2
100	863.14	864.369	864.5	864.00	0.75	0.1
150	1285.2	1288.84	1288.5	1287.54	2.00	0.2
200	1713.4	1716.95	1714.7	1714.99	1.82	0.1
500	4130.2	4128.76	4130	4129.65	0.77	0.0



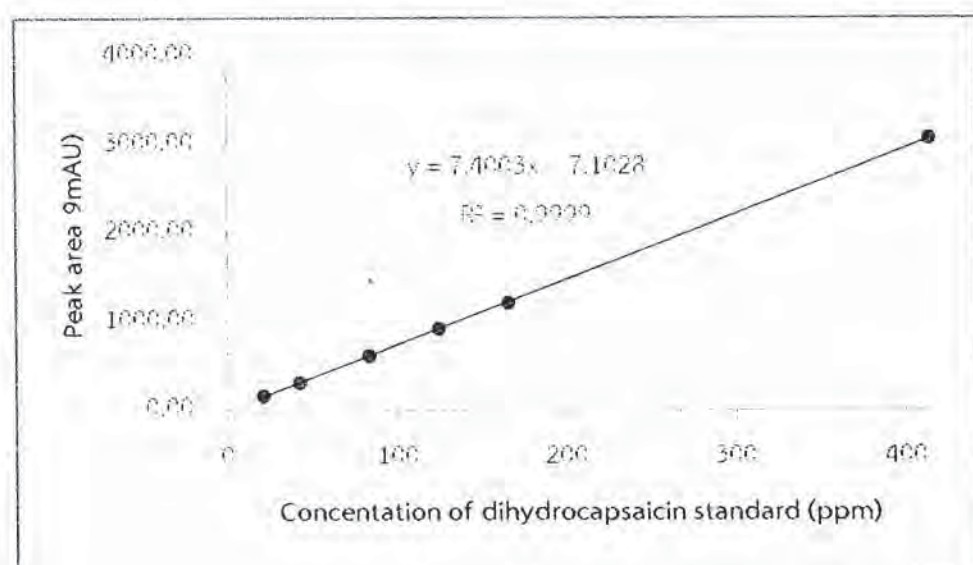
ภาพ 3. 2 กราฟสารละลายมาตรฐาน capsaicin ที่ความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm



ภาพ 3.3 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin ความเข้มข้น 165.6 ppm

ตาราง 3.2 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้นในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน dihydrocapsaicin 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm

conc.	peak area (mAU)			average	SD.	%RSD
20.7	165.34	165.546	165.285	165.39	0.14	0.1
41.4	317.998	319.604	318.465	318.69	0.83	0.3
82.8	614.337	614.143	612.48	613.65	1.02	0.2
124.2	934.822	934.095	932.317	933.74	1.29	0.1
165.6	1217.39	1213.47	1217.7	1216.19	2.36	0.2
414	3086.69	3078.18	3061.95	3075.61	12.57	0.4



ภาพ 3.4 กราฟสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm

การหาค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection, LOD) และค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (Limit of Quantitation, LOQ)

การหาค่า LOD และ LOQ ด้วยวิธีของ Miller [41] ซึ่งคำนวณได้จากกราฟสารละลายมาตรฐาน capsaicin ความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm และกราฟสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin ความเข้มข้น 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm ดังแสดงกราฟความสัมพันธ์ในภาพ 3.2 และ 3.4 ตาราง 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

จากการทดลองได้ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) และค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (LOQ) ของการวิเคราะห์ capsaicin มีค่าเท่ากับ 7.7 และ 25.7 ppm สำหรับค่าการวิเคราะห์ dihydrocapsaicin มีค่าเท่ากับ 4.3 และ 14.2 ppm ตามลำดับ (ดังแสดงในภาคผนวก ข)

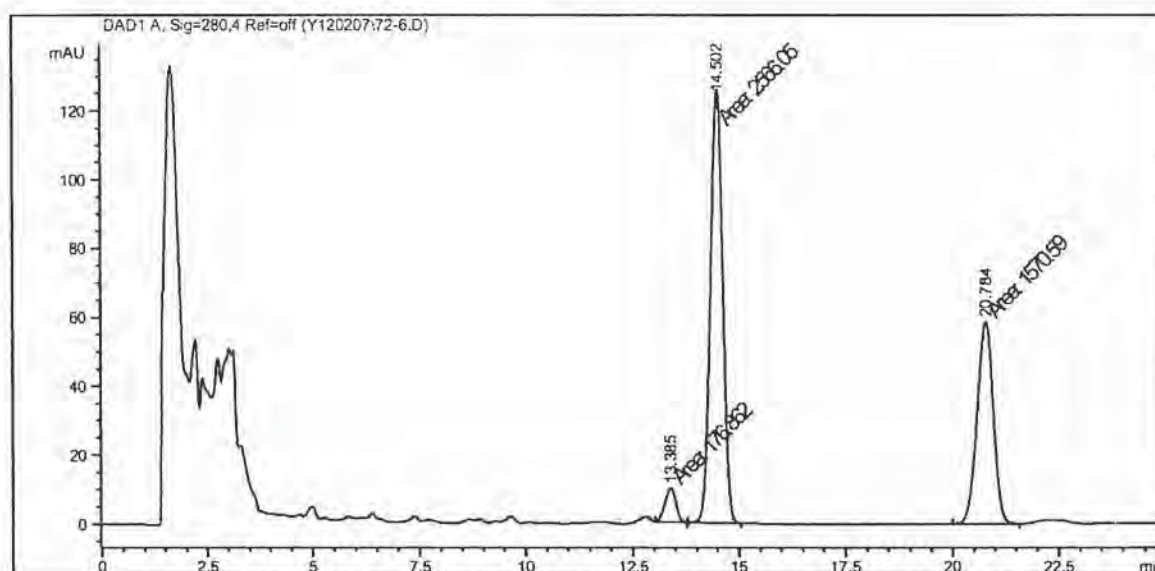
[41] Miller, J. N., & Miller, J. C. (2000). Statistics and chemometrics for analytical chemistry (4th ed.). Harrow, U.K.: Pearson Education/Prentice Hall.

การเตรียมสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC

ซึ่งพริกตัวอย่างที่ผ่านการอบจนแห้งและบดละเอียดน้ำหนัก 1.0 กรัม ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร สกัดสารจากพริกด้วย absolute ethanol ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร กวนสารละลายอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในระบบปิด ตั้งทิ้งไว้ให้สารตัวอย่างตกตะกอนเป็นเวลา 2 นาที กรองตัวอย่างส่วนใสด้วยตัวกรองขนาด 0.45 μm นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้ mobile phase เป็น acetonitrile : water : acetic acid (500:500:1, v/v/v) ที่มีอัตราการไหลของ mobile phase 1.2 mL/min ตามลำดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์สารในกลุ่ม capsaicinoids ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย ได้ผลการทดลองแสดงในภาพ 3.5 และตาราง 3.3



ภาพ 3.5 โครมาโทแกรมของสารตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในพริก

ตาราง 3.3 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin			Dihydrocapsaicin		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
1	1	CA074	74.7	±	2.5	80.6	±	2.7
2	2	CA078	218.9	±	3.8	154.4	±	1.1
3	3	CA084	90.3 ^a	±	0.8	83.5 ^a	±	0.2
4	4	CA787	105.1	±	0.5	148.3	±	0.6
5	5	CA849	78.4	±	3.7	99.5	±	3.5
6	6	CA957	57.7	±	0.3	49.2	±	0.2
7	8	CA1034	9.5 ^b	±	0.2	14.5 ^a	±	0.1
8	10	CA1113	74.4	±	3.5	39.8	±	1.5
9	12	CA1281	54.2	±	1.0	105.4	±	2.0
10	13	CA1296	28.3	±	1.1	38.0	±	0.8
11	14	CA1444	66.9	±	2.7	112.9	±	4.7
12	17	CA1449	14.5 ^{a,b}	±	0.2	8.1 ^{a,b}	±	0.1
13	24	CA1536	88.4	±	3.4	80.9	±	3.1
14	25	CA1537	92.2	±	1.9	122.5	±	2.1
15	27	CA1631	N.D.			N.D.		
16	28	CA1637	137.4	±	1.5	212.9	±	1.7
17	29	CA1718	114.1 ^a	±	2.6	82.1 ^a	±	1.9
18	31	CA2106	82.1	±	3.3	66.2	±	3.0
19	33	CA969	6.9 ^{a,b}	±	0.2	12.7 ^b	±	0.8
20	34	CA1029	132.6	±	1.8	66.6	±	0.8
21	36	CA1075	65.6	±	2.0	82.4	±	2.2
22	37	CA1098	9.0 ^{a,b}	±	0.2	6.5 ^b	±	0.3
23	38	CA1472	40.1	±	0.9	47.9	±	1.2
24	40	CA1532	26.2	±	0.4	39.6	±	0.6
25	43	CA1541	21.2 ^b	±	0.4	31.2	±	0.4
26	45	CA1549	11.6 ^{a,b}	±	0.4	9.5 ^{a,b}	±	0.3
27	46	CA1551	71.1 ^a	±	0.3	39.9 ^a	±	0.5
28	47	CA1566	58.0	±	2.4	62.2	±	1.9
29	49	CA1574	41.2	±	0.9	95.2	±	2.2

ตาราง 3.4 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin	Dihydrocapsaicin
			(mg/100g)	(mg/100g)
30	50	CA365	13.1 ^b ± 1.1	16.9 ^a ± 0.7
31	51	CA1187	65.7 ^a ± 0.5	50.6 ^a ± 0.6
32	52	CA1188	35.2 ± 0.5	30.6 ± 0.3
33	53	CA857	202.8 ± 4.0	211.4 ± 4.3
34	54	CA939	23.6 ^a ± 0.1	12.3 ^a ± 0.4
35	62	CA1106	48.8 ^a ± 0.1	34.2 ^a ± 0.1
36	64	CA1195	N.D.	N.D.
37	65	CA1221	N.D.	N.D.
38	66	CA1239	N.D.	N.D.
39	71	CA1442	N.D.	N.D.
40	73	CA1450	7.1 ^{a,c} ± 0.3	17.1 ^a ± 0.1
41	74	CA1497-A	N.D.	N.D.
42	80	CA1702	N.D.	N.D.
43	84	CA1734	-4.2 ^c ± 0.1	2.4 ^c ± 0.1
44	86	CA1184	N.D.	N.D.
45	87	CA682	N.D.	N.D.
46	93	CA1665	38.3 ± 0.1	38.0 ± 0.1
47	97	CA1838	N.D.	N.D.
48	98	CA741	435.6 ± 7.8	133.9 ± 2.0
49	99	CA747	8.8 ^{a,b} ± 0.5	5.4 ^b ± 0.2
50	100	CA748	75.5 ± 1.6	27.0 ± 0.8
51	101	CA749	22.7 ± 1.1	24.6 ± 0.9
52	103	CA924-A	11.1 ^{a,b} ± 0.1	12.1 ^b ± 0.6
53	107	CA1489	8.0 ^{a,b} ± 0.3	72.5 ^a ± 2.6
54	118	CA1531	N.D.	N.D.
55	119	CA1614	48.4 ± 0.8	62.0 ± 0.8
56	121	CA1664	46.3 ± 1.5	37.2 ± 0.9
57	122	CA1683	13.7 ^{a,b} ± 0.3	7.7 ^{a,b} ± 0.1
58	127	CA860	144.8 ± 4.1	160.6 ± 4.2

ตาราง 3.4 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin (mg/100g)	Dihydrocapsaicin (mg/100g)
59	129	CA1181	163.8 ± 1.4	290.5 ± 2.3
60	136	CA1046	70.9 ± 1.2	64.6 ± 0.8
61	137	CA1095	28.0 ^a ± 0.6	33.8 ^a ± 0.3
62	138	CA1098	17.1 ± 0.8	13.6 ± 0.3
63	139	จักพรรดิ TB-103	58.9 ± 1.3	53.5 ± 1.3
64	141	SR09-013	66.6 ± 0.3	64.8 ± 0.4
65	142	SR09-014	21.2 ^a ± 0.4	16.1 ^a ± 0.3
66	143	SR09-015	143.9 ± 4.8	102.4 ± 3.2
67	144	SR09-021	54.4 ± 0.6	27.0 ± 0.3
68	145	SR09-022	135.0 ± 4.7	66.7 ± 2.1
69	146	SR09-179	32.6 ^a ± 1.5	15.5 ^a ± 0.5
70	148	ปากคลอง 192	26.8a ± 0.6	38.3a ± 1.1
71	151	Nocera	-5.5 ^c ± 0.0	N.D.
72	153	Bird pepper	283.1 ± 7.5	194.7 ± 4.4
73	154	SR09-016	284.5 ^a ± 1.1	274.9 ^a ± 3.7
74	155	SR09-010	183.2 ^a ± 0.9	135.7 ^a ± 0.8
75	156	SR09-012	293.4 ± 12.1	193.8 ± 7.7
76	157	SR09-017	355.3 ± 4.2	293.2 ± 3.7
77	158	F1 YOKSAWAN	15.7 ^b ± 0.3	11.6 ^b ± 0.2
78	159	F1 Jom Thong 2	14.4 ^b ± 0.3	14.5 ± 0.1
79	160	F1 360918	35.3 ± 1.1	20.7 ± 0.4
80	161	F1 361004	267.2 ± 12.3	167.2 ± 7.9
81	162	F1 361014	196.1 ± 2.5	125.8 ± 1.4
82	163	F1 361015	225.7 ^a ± 2.2	163.8 ^a ± 2.1
83	166	CA446	209.8 ± 5.8	184.5 ± 5.6
84	167	CA1131	303.7 ± 2.9	232.8 ± 1.8
85	168	CA1258	455.4 ± 2.6	272.8 ± 1.4
86	170	CA1302	108.3 ± 3.9	91.7 ± 3.0
87	182	CA1345	355.0 ± 6.7	156.3 ± 2.8

ตาราง 3.4 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin			Dihydrocapsaicin		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
88	183	CA1346	328.2 ^a	±	10.3	193.8 ^a	±	5.3
89	185	CA1348	383.5	±	13.3	199.8	±	7.3
90	186	CA1349	367.2 ^a	±	9.0	207.0 ^a	±	4.9
91	189	CA1354	399.9	±	3.1	202.8	±	1.8
92	190	CA1355	1.04 ^c	±	0.3	295.0	±	2.4
93	191	CA1356	529.9 ^a	±	5.8	269.5 ^a	±	4.4
94	193	CA1361	718.9	±	14.6	334.9	±	6.4
95	194	CA1362	401.4 ^a	±	2.2	233.3 ^a	±	0.6
96	195	CA1364	593.1	±	8.5	298.2	±	5.3
97	196	CA1365	646.3 ^a	±	14.1	320.9 ^a	±	6.4
98	197	CA1366	676.6	±	28.6	288.9	±	13.4
99	198	CA1368	483.0	±	17.1	251.7	±	8.9
100	200	CA1393	404.9	±	13.0	346.7	±	9.6
101	201	CA1399	500.3	±	8.3	237.3	±	4.4
102	205	CA1470	621.7	±	7.6	351.3	±	4.3
103	206	CA1476	527.6	±	14.6	237.1	±	6.5
104	207	CA1477	262.0 ^a	±	3.8	152.2 ^a	±	0.9
105	208	CA1481	191.8 ^a	±	3.7	154.3 ^a	±	2.9
106	209	CA1486	553.6	±	10.7	333.3	±	6.3
107	211	CA1499	476.9	±	5.1	467.4	±	4.8
108	212	CA1518	189.1	±	2.4	102.2	±	1.4
109	213	CA1538	404.3	±	3.0	197.7	±	2.3
110	214	CA1594	299.7	±	8.2	111.9	±	2.4
111	215	CA1715	583.8	±	13.6	476.3	±	11.5
112	216	CA1814	1060.8	±	40.5	481.1	±	18.4
113	217	CA1857	484.1	±	4.3	288.6	±	2.4
114	218	เทวี 60	484.5	±	4.2	355.2	±	2.7
115	220	อัมผาง	543.8	±	18.5	272.2	±	8.2
116	221	SR09-181	586.4	±	24.6	259.9	±	10.7

ตาราง 3.4 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin			Dihydrocapsaicin		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
117	222	CA215	332.6	±	3.3	329.2	±	2.4
118	223	CA218	230.5	±	4.8	173.3	±	4.2
119	224	CA227	328.9	±	9.4	240.1	±	5.9
120	225	CA398	234.0	±	7.7	195.7	±	5.4
121	226	CA758	269.5	±	3.2	97.9	±	1.7
122	229	CA945	57.4 ^a	±	0.2	65.9 ^a	±	0.3
123	230	CA983	152.5	±	3.6	88.7	±	1.3
124	231	CA1001	252.0	±	10.7	161.0	±	5.7
125	232	CA1003	380.4	±	11.6	212.9	±	6.4
126	233	CA1110	10.5 ^{ab}	±	0.4	8.5 ^{ab}	±	0.7
127	234	CA1153	96.0	±	3.4	92.4	±	2.9
128	235	CA1151	33.8	±	0.7	57.9	±	1.6
129	236	SR09-006	204.4	±	4.9	105.3	±	2.4
130	237	CA1163-A	33.7	±	0.8	37.8	±	0.5
131	238	CA1165	160.0 ^a	±	5.3	151.0 ^a	±	4.4
132	239	CA1167	162.1	±	3.0	153.2	±	3.0
133	240	CA1168	115.5 ^a	±	5.0	89.0 ^a	±	3.1
134	241	CA1172	191.0	±	4.6	195.7	±	5.0
135	243	CA1283	253.2	±	4.2	176.5	±	3.3
136	244	CA367	192.5	±	3.3	379.0	±	7.7
137	245	CA1290	367.9	±	4.9	252.8	±	4.2
138	246	CA1338	271.2 ^a	±	9.1	268.2 ^a	±	9.3
139	247	CA1339	162.2	±	3.1	170.5	±	3.4
140	248	CA1341	56.3 ^a	±	2.1	81.1 ^a	±	3.0
141	249	CA1360	236.3	±	4.5	178.3	±	2.9
142	250	CA1363	346.8	±	0.7	283.1	±	1.1
143	251	CA1369	427.8 ^a	±	2.2	282.9 ^a	±	0.5
144	252	CA1378	373.6	±	8.2	274.5	±	6.0
145	253	CA1379	268.0	±	11.7	209.4	±	9.3

ตาราง 3.4 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

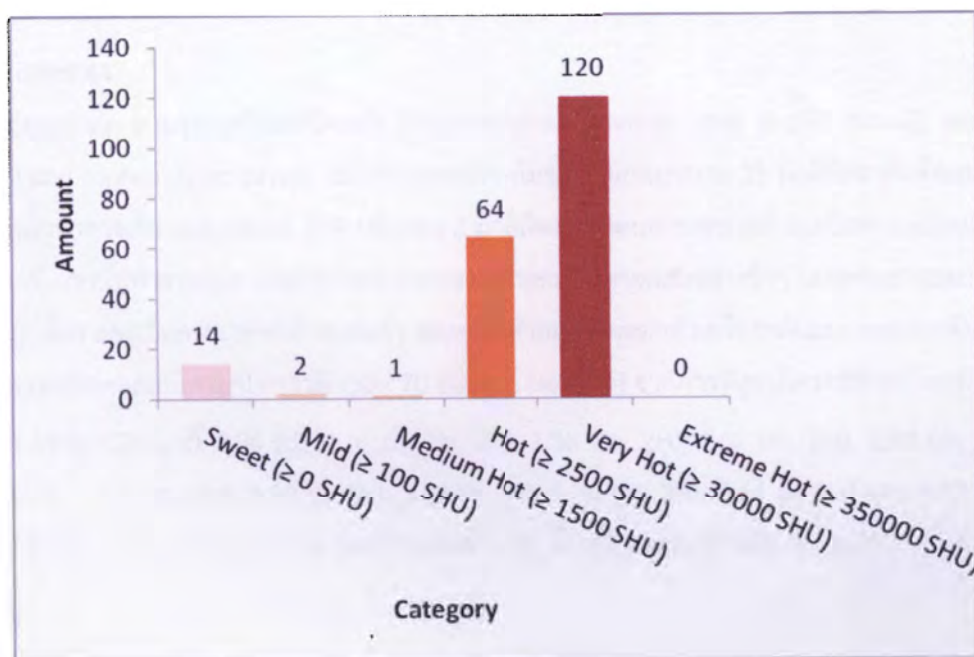
No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin			Dihydrocapsaicin		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
146	255	CA1381-ผลขาว	332.0	±	12.4	243.6	±	8.7
147	256	CA1386	198.0 ^a	±	1.6	166.3 ^a	±	0.4
148	257	CA1387	336.7	±	4.2	201.0	±	1.8
149	258	CA1389	144.7	±	4.9	136.5	±	4.7
150	260	CA1414	187.1 ^a	±	3.7	144.8 ^a	±	1.5
151	261	CA1415	236.6	±	1.2	199.8	±	1.9
152	262	CA1416	166.9	±	2.8	112.0	±	2.0
153	263	CA1417	144.1	±	4.0	141.5	±	3.8
154	264	CA1418	290.4	±	10.8	235.4	±	8.6
155	265	CA1420	284.2 ^a	±	11.5	178.3 ^a	±	6.1
156	266	CA1421	156.3 ^a	±	3.1	116.0 ^a	±	0.8
157	267	CA1424	240.8	±	11.1	150.5	±	7.3
158	269	CA1452	137.9	±	4.4	160.7	±	4.6
159	270	CA1458	125.5	±	4.4	151.6	±	3.4
160	271	CA1459	162.7 ^a	±	1.8	211.4 ^a	±	2.6
161	272	CA1463	149.1	±	3.9	163.5	±	4.0
162	273	CA1465	120.5	±	3.4	111.2	±	2.0
163	275	CA1471	459.4	±	20.3	468.1	±	19.2
164	276	CA1475	161.6	±	8.1	168.1	±	7.5
165	277	CA1483	170.4 ^a	±	2.7	129.6 ^a	±	1.4
166	278	CA1571	138.8	±	3.7	86.8	±	3.0
167	279	CA1753	48.4	±	2.3	48.9	±	1.7
168	280	F12	308.8	±	14.4	171.7	±	8.1
169	281	F40	246.9	±	5.7	210.9	±	4.7
170	282	F85	406.4 ^a	±	7.2	210.3	±	10.8
171	283	F91	357.5	±	12.7	216.9	±	8.0
172	284	F112	241.6	±	11.1	178.9	±	7.3
173	285	F133	221.3	±	5.1	172.4	±	3.2
174	286	F139	247.2 ^a	±	3.1	155.1 ^a	±	1.2

ตาราง 3.4 ปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsaicin		Dihydrocapsaicin	
			(mg/100g)		(mg/100g)	
175	287	F150	192.1	± 9.4	184.6	± 9.0
176	292	Superhot	335.1	± 8.1	177.1	± 4.1
177	293	จินดา	178.7 ^a	± 4.4	131.2 ^a	± 1.7
178	295	SR08-0142	176.8	± 4.0	125.8	± 2.0
179	296	SR08-0143	230.4 ^a	± 12.0	178.0 ^a	± 7.9
180	297	SR09-043	275.1	± 3.4	193.2	± 0.9
181	298	CA746	69.0	± 3.0	34.5	± 1.2
182	299	CA224	149.9	± 2.7	158.2	± 1.3
183	300	F1 Yok siam	3.3 ^c	± 0.8	6.0 ^{a,b}	± 0.1
184	301	CA1423	92.8 ^a	± 3.0	90.2 ^a	± 2.4
185	304	CA1337	614.4	± 13.5	385.7	± 9.5
186	306	CA1151	N.D.		N.D.	
187	307	CA1247	N.D.		N.D.	
188	308	CA1373	67.6 ^a	± 2.3	36.8 ^a	± 1.2
189	309	CA919	80.6	± 1.2	37.4	± 0.4
190	311	CA1563	65.9 ^a	± 0.7	46.9 ^a	± 0.2
191	312	หัวสีทน4PEP001	213.8 ^a	± 7.7	139.0 ^a	± 4.7
192	313	พริกเดือยไก่	360.1 ^a	± 1.5	276.0 ^a	± 2.1
193	314	CA1152	113.3	± 1.3	101.3	± 3.6
194	315	พริกมันดำ	128.7	± 3.9	50.8	± 1.5
195	316	SR09-018	N.D.		N.D.	
196	318	F1 supersab	95.6	± 3.9	139.4	± 4.6
197	320	CA1297	32.9	± 0.6	24.2	± 0.5
198	321	CA1340	225.8	± 6.2	135.6	± 3.8
199	322	CA1498	22.7	± 0.4	41.5	± 0.4
200	323	CA1229	N.D.		N.D.	
201	324	CA1385	106.9 ^a	± 0.0	97.9 ^a	± 0.1

ค่าที่แสดง คือ เฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3), ^a = ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (n=2) ^b = below the Limit of Quantitation (LOQ) ของ capsaicin และ dihydrocapsaicin, ^c = below the Limit of Detection (LOD) ของ capsaicin และ dihydrocapsaicin

จากตารางผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin ในพริกที่ปลูกในประเทศไทย พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของพริกที่ทำการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 5 กลุ่มคือ พริกที่ไม่เผ็ดหรือพริกหวาน มีระดับค่า SHU = 0-100 โดยในกลุ่มพริกที่ดำเนินการศึกษานั้นมีพริกที่อยู่ในกลุ่มนี้ทั้งหมด 14 ชนิด โดยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของพริกหวาน พริกหยวก และพริกประดับเป็นส่วนใหญ่ กลุ่มต่อมาคือพริกที่มีความเผ็ดน้อย มีระดับค่า SHU = 100-1500 ทั้งนี้พบเพียง 2 ชนิดคือ พริกหยวกที่มาจากประเทศไต้หวัน CA1239 และพริกหยวกที่มาจากประเทศเกาหลี CA1734 กลุ่มที่สามคือ พริกที่มีความเผ็ดปานกลาง มีระดับค่า SHU = 1500-2500 พบเพียง 1 ชนิด คือพริกชี้ฟ้าหนุ่มที่มาจากประเทศจีน CA1450 มีค่า SHU = 1765 (capsaicinoids = 0.0010 mg/100g) ทั้งนี้พริก CA1450 น่าที่จะมีการวิเคราะห์ว่ามีปริมาณของสารในกลุ่ม capsinoids หรือไม่ ทั้งนี้การที่พริกมีค่า SHU ที่น้อยอาจเป็นหนึ่งตัวบ่งชี้ที่ดีว่าอาจจะพบสารในกลุ่มดังกล่าว กลุ่มที่สี่คือกลุ่มที่มีความเผ็ด มีระดับค่า SHU = 2500-30,000 ทั้งนี้มีทั้งหมด 64 ชนิด กลุ่มที่ห้าคือกลุ่มที่มีความเผ็ดมาก มีระดับค่า SHU=30,000-350,000 มีทั้งหมด 120 ชนิดและพบว่า CA1814 มีปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin มากที่สุด เท่ากับ 1060.8 ± 40.5 mg/100 g และ 481.14 ± 18.40 mg/100g ของพริกแห้ง (ภาคผนวก ข)



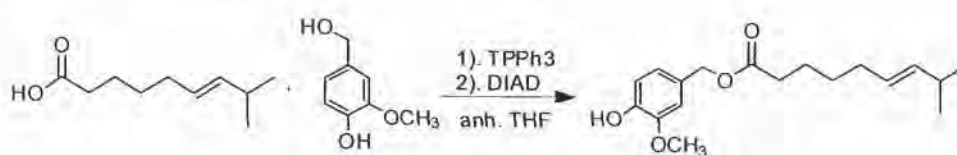
ภาพ 3. 6 การจัดกลุ่มพริกในการศึกษาตาม SHU scale

3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsiate ด้วยเทคนิค HPLC

การทดลองในขั้นตอนนี้จะเป็นการสังเคราะห์สารมาตรฐาน และการวิเคราะห์หาปริมาณด้วยเทคนิค HPLC ซึ่งมีกระบวนการทดลอง ดังต่อไปนี้

การสังเคราะห์สาร capsiate เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน

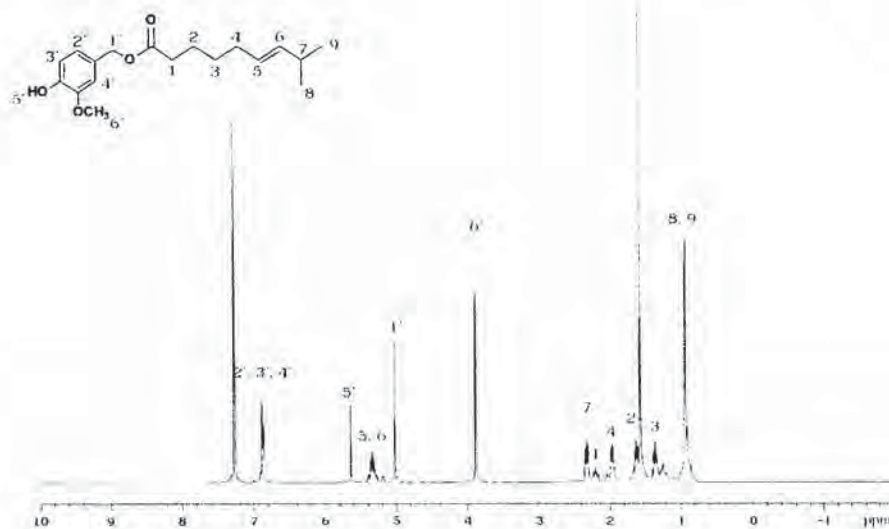
capsiate เป็นสารที่พบในพริกไม่เผ็ดและมีสมบัติที่เหมือนกับ capsaicin แต่ไม่ให้ความเผ็ดเมื่อโดนร่างกาย ทั้งนี้พบมากในพริก CH-19 sweet แต่มีความไม่คงตัว ดังนั้นในการศึกษาเบื้องต้นต้องมีการสังเคราะห์สารในกลุ่มนี้เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ต่อไป สำหรับแนวทางการสังเคราะห์เบื้องต้น เป็นไปตามภาพ 3.7 คือ fatty acid จะดำเนินการเกิดปฏิกิริยา primary alcohol แบบเฉพาะเจาะจง



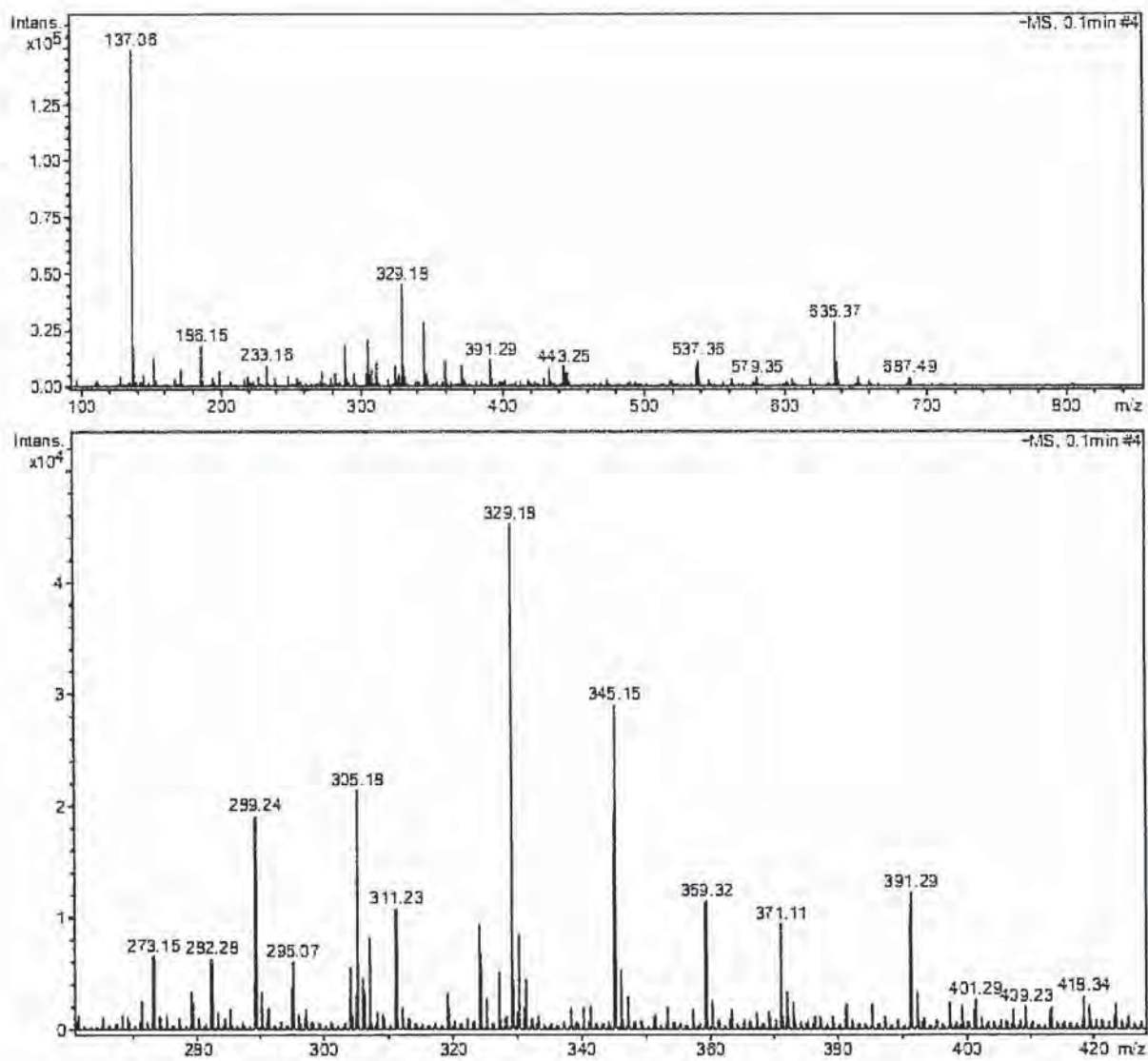
ภาพ 3. 7 แนวทางการสังเคราะห์ capsiate

วิธีการทดลอง

การสังเคราะห์ capsiate สามารถเตรียมได้โดยนำ (*E*)-8-methyl-6-nonenic acid (0.176 mmol), vanillyl alcohol (0.212 mmol) และ triphenylphosphine (0.353 mmol) ลงในขวดกันกลสมขนาด 25 มิลลิลิตร ที่แห้งและสะอาดภายใต้สภาวะ N_2 จากนั้นทำการเติม anhydrous THF ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วคนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ $0^\circ C$ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการหยด DIAD (0.353 mmol) ลงในสารละลายผสมอย่างช้าๆ และคนสารละลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้ว ระบายตัวทำละลายออกจากเครื่องกลั่นแบบลดความดัน จากนั้นทำการแยกบริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี (30 : 70 EtOAc : Hexane) จากการพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีด้วย NMR มีค่า 1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ 0.96 (d, $J_1 = 6.8$ Hz, 2H), 1.38 (m, 2H), 1.62 (m, 2H), 1.98 (m, 2H), 2.21 (m, 1H), 2.30 (t, $J_1 = 7.6$ Hz, 2H), 3.90 (s, 1H), 5.03 (s, 2H), 5.36 (m, 2H), 5.64 (s, 1H) และ 6.82 (m, 3H) ppm แสดงในภาพ 3.8 และ mass spectroscopy พบว่า แสดงค่า m/z ที่ 329 (capsiate 306 + Na 23 m/z) แสดงในภาพ 3.9



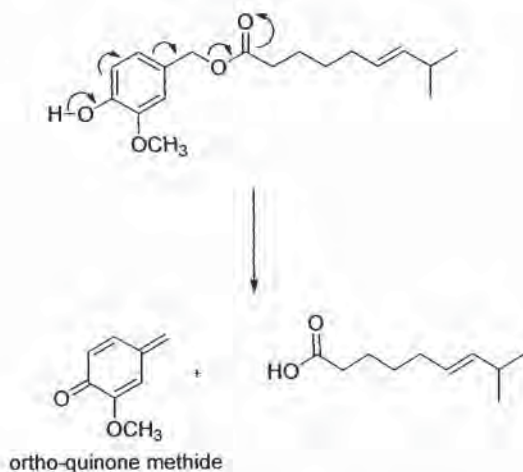
ภาพ 3. 8 ^1H NMR spectrum ของ (E)-capsiate



ภาพ 3. 9 Mass spectrum ของ capsiate

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการสังเคราะห์ capsiate เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย พบว่า การพิสูจน์โครงสร้างด้วยเทคนิค $^1\text{H NMR}$ ยืนยันได้ว่าสามารถสังเคราะห์ capsiate ได้ และเมื่อนำยืนยันด้วยเทคนิค mass spectroscopy พบ m/z ของ capsiate ที่ 329 m/z (capsiate 306 m/z + Na 23 m/z) จากผลของ mass spectrum ที่ได้ พบว่า สาร capsiate ที่สังเคราะห์ขึ้นได้เกิดการเสถียรภาพได้ง่ายใน protic หรือ polar solvent โดยการเหนี่ยวนำของ hydroxy group ที่ตำแหน่ง para [42] ในส่วนของวงเบนซีนของ capsinoids ทำให้เกิดการเสถียรภาพของสารเกิดการสลายตัวให้สารตั้งต้นกลับคืนมา ทั้งนี้กลไกในการเกิดการสลายตัวแสดงดังในภาพ 3.10.



ภาพ 3. 10 การเกิดการสลายตัวของ capsate ผ่าน ortho-quinone methide

[75] US patent 2007/0020738 A1 Amino et al “Production method of capsinoids by dehydrating condensation, stabilizing method of capsinoids and capsinoids composition” 2007

3.2.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม capsiate ด้วยเทคนิค HPLC

เนื่องจากสาร capsate นั้นมีความไม่เสถียรใน protic polar solvent ด้วยเหตุนี้ ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsate ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์สารกลุ่ม capsaicinoid จึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์พร้อมกันได้ เนื่องจากในขั้นตอนการสกัดสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ capsaicinoid นั้นใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ซึ่งจะทำให้สาร capsate ที่ต้องการที่จะวิเคราะห์เกิดการเสถียรภาพได้ ดังนั้นขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำมาตรฐาน capsate ให้ไม่เกิดการเสถียรภาพจึงยังไม่สามารถหาสภาวะที่ดีได้ ทั้งนี้มีข้อสังเกตคือ capsate มีความเสถียรในสารละลาย ethyl acetate แต่ตัวทำละลายชนิดอื่นๆ เกิดการสลายตัวภายในเวลาอันสั้น ทำให้การวิเคราะห์หาปริมาณของ capsate ในการศึกษานี้ไม่เป็นไปตามที่วางแผน

3.3 วิเคราะห์หาปริมาณสาร capsanthin และ beta-carotene ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิค HPLC

สาร capsanthin และ beta-carotene เป็นรงควัตถุที่พบได้มากในพริก และมีประโยชน์ทางการแพทย์ โดยทั้งสองตัวมีสมบัติที่เป็น antioxidant ที่ดี ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงให้ความสนใจสารให้สีกลุ่มนี้ในพริกมากกว่าสารให้สีกลุ่มอื่นๆ สำหรับการทดลองหาปริมาณและการหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณของสาร capsanthin และ beta-carotene จะเป็นการวิเคราะห์พร้อมกันด้วยเทคนิค HPLC เพื่อเป็นการลดขั้นตอนและประหยัด ทั้งนี้ในการศึกษาแบ่งได้ดังนี้คือ การสกัดและแยก capsanthin จากพริกเพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน และการหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsanthin และ beta-carotene

3.3.1 การสกัดและแยกสาร capsanthin จาก *Capsicum Frutescens* L.

ในการทดลองนี้ทางกลุ่มวิจัยดำเนินการสกัด และแยกบริสุทธิ์สาร capsanthin ทั้งนี้เพราะเป็นสารที่พบมากในพริก และมีขั้นตอนการแยกที่สามารถดำเนินการได้ในห้องวิจัย ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ปรับปรุงมาจากการแยกบริสุทธิ์สาร capsanthin ของ Raphael Ikan (Natural Product, 1992)

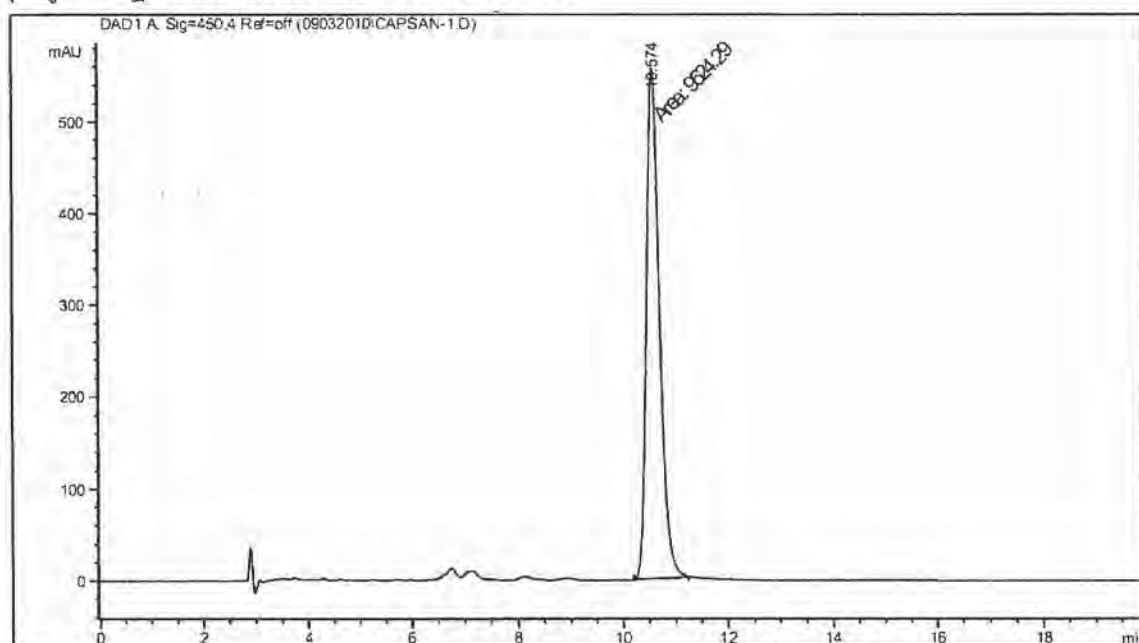
วิธีการทดลอง

ตากพริกและนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 °C จนแห้ง นำพริกแห้งที่ได้ไปปั่นให้ละเอียด แล้วชั่งพริกตัวอย่างจำนวน 100 g มาสกัดด้วย Petroleum ether 200 ml เป็นเวลา 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง กรองสารละลายที่ได้ด้วย Buchner funnel ล้างตะกอนด้วย Petroleum ether อีก 25 ml นำสารละลายสีแดงของชั้น Petroleum ether มาเจือจางด้วย Diethyl ether 3 เท่าของชั้น Petroleum ether ที่กรองได้ นำสารละลายที่ได้ไปทำ saponification โดยเติม 30% methanolic potassium hydroxide 100 ml แล้วทำการคนอย่างต่อเนื่องอีก 8 ชั่วโมง โดย Phytoanthin อีสาระจะละลายอยู่ในชั้นของ ether นำชั้นของ ether มาล้างด้วยน้ำ 3 ครั้ง แล้วกำจัดน้ำด้วย sodium sulfate ทำให้เข้มข้นด้วยการกลั่นแบบลดความดันจนเหลือปริมาตร 20 ml นำสารละลายที่ได้มาละลายด้วย Petroleum ether 60 ml แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการกรองตะกอนของสาร capsanthin ที่ได้ แล้วนำตะกอนที่ได้ไปทำการแยกบริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC (semi preparative column) โดยใช้เครื่อง HPLC รุ่น Bionex ซึ่ง detector ที่ใช้เป็นแบบ diode array detector (DAD) ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร bandwidth 1 นาโนเมตร ใช้ column Sunfire C18 ขนาด 5 ไมครอน 10 x 150 มิลลิเมตร และ guard column Sunfire C18 ขนาด 5 ไมครอน ทำการแยกบริสุทธิ์แบบ gradient elution โดยใช้ mobile phase เป็น solvent A (น้ำ) และ solvent B (acetonitrile) เริ่มต้น gradient elution ที่ 30%A – 5%A (0-18 นาที) ตามด้วย isocratic elution ที่ 5%A เป็นเวลา 2 นาที จากนั้น gradient elution ต่อที่ 5%A – 0%A ในเวลา 5 นาที สุดท้าย isocratic elution ที่ 0%A เป็นเวลา 5 นาที flow rate คงที่ 10 มิลลิลิตร/นาที injection volume 250 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิห้อง นำแต่ละส่วนของสารที่แยกได้มาระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และนำมาระเหยตัวทำละลายออกจนหมดด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันสุญญากาศสมรรถนะสูง (high vacuum) ที่อุณหภูมิห้อง เก็บสาร capsanthin ที่แยกบริสุทธิ์ได้นี้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ผลการทดลอง

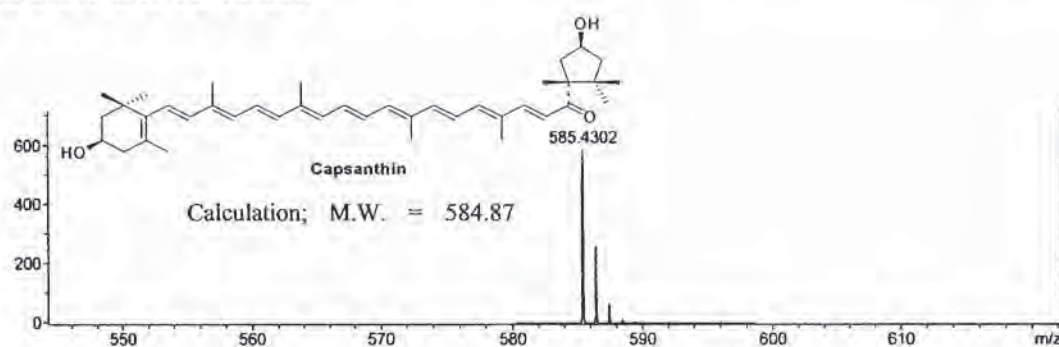
หลังการแยกบริสุทธิ์ได้ capsanthin มีลักษณะเป็นผลึกสีแดงเข้ม โดยเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC รุ่น Agilent 1100 Series ซึ่ง detector ที่ใช้เป็นแบบ diode array detector (DAD) ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร bandwidth 4 นาโนเมตร ใช้ column VertiSep Bio C30 ขนาด 5 ไมครอน 4.6 x 250 มิลลิเมตร และ guard column VertiSep Bio C30 ขนาด 5 ไมครอน ทำการแยกบริสุทธิ์แบบ isocratic elution โดยใช้ mobile phase คือ Acetonitrile :

Isopropanol : Ethyl acetate (70 : 15 : 15) 0.1% TEA flow rate คงที่ 1.0 มิลลิลิตร/นาที injection volume 20 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ที่ได้ HPLC chromatogram ของสาร capsanthin ที่มีความบริสุทธิ์สูง ปรากฏพิกของสารที่เวลา 10.57 นาที ดังภาพ 3.11



ภาพ 3. 1 HPLC chromatogram ของสาร capsanthin (หลังการแยกบริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC) ในระบบ Mobile phase Acetonitrile : Isopropanol : Ethyl acetate (70 : 15 : 15) 0.1% TEA flow rate 1.0 มิลลิลิตร/นาที

ทั้งนี้สามารถยืนยันโครงสร้างสารจาก NMR และ Mass Spectroscopy จากการทดลองได้สาร capsanthin ประมาณ 0.02% ของน้ำหนักพริกแห้ง



ภาพ 3. 2 Mass spectrum ของสาร capsanthin หลังทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC (C-18 semi preparative column)



ภาพ 3. 3 ^1H -NMR spectrum ของสาร capsanthin (solvent CDCl_3)
หลังทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC

3.3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในพริก

ในการทดลองนี้ประกอบด้วยการศึกษาวิธีการสกัดตัวอย่าง และระบบ mobile phase ที่ใช้ในการแยกสาร capsanthin และ beta-carotene โดยเทคนิค HPLC

วิธีการทดลอง

วิธีการสกัดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 วิธี วิธีที่ 1 ใช้วิธีการสกัดแบบวิเคราะห์หาปริมาณ capsanthin และ วิธีที่ 2 ใช้วิธีการสกัดแบบวิเคราะห์ปริมาณ carotenoids ในพริก ดังต่อไปนี้

การสกัดตัวอย่างตามวิธีวิเคราะห์ capsanthin

นำตัวอย่างพริกที่อบแห้งที่ 55°C และบดละเอียด 1 g ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 mL ทำการสกัดด้วย diethyl ether 10 mL ด้วยเครื่องกวนระบบแม่เหล็กเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เก็บสารละลายส่วนใสไว้นั้นสกัดตัวอย่างด้วย methanol 15 mL เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เก็บสารละลายชั้น methanol รวมกับสารสกัดชั้น diethyl ether ที่สกัดได้ในตอนแรก เติมสารละลาย 10% potassium hydroxide ใน methanol จำนวน 10 mL ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นสกัดด้วย diethyl ether 15 mL โดยเติมสารละลายอิ่มตัว NaCl 3-5 mL (เกิดตะกอนขึ้นปริมาณมาก) จากนั้นเติมน้ำกลั่น 15-20 mL ปล่อยให้สารละลายแยกชั้นกันอย่างสมบูรณ์ เก็บสารละลายชั้น diethyl ether และล้างด้วยน้ำกลั่น 20 mL แยกเก็บชั้น diethyl ether ระเหยตัวทำละลายออก และละลายใน acetone ในขวดปรับปริมาตรจนครบปริมาตร ทำการกรองด้วยตัวกรองขนาด $0.45\ \mu\text{m}$ ก่อนวิเคราะห์ด้วย HPLC

การสกัดตัวอย่างตามวิธีวิเคราะห์ carotenoids

นำตัวอย่างพริกที่อบแห้งที่ 55°C และบดละเอียด 1 g ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 mL ทำการสกัดด้วย Acetone ครั้งละ 10 mL จำนวน 2 ครั้งๆละ 1 ชั่วโมง จนสารสกัดไม่มีสี และสกัดสารละลายผสมด้วย 20 mL diethyl ether และ 20 mL sodium chloride (10%) เก็บสารละลายชั้น diethyl ether ล้างด้วยสารละลาย anhydrous Na_2SO_4 (2%)

20 mL จากนั้นนำไปทำการ saponification ด้วยสารละลาย 10% potassium hydroxide ใน methanol จำนวน 10 mL ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการแยกสารละลายผสมด้วยสารละลาย sodium chloride (10%) 20 mL ชั้นสารละลายอินทรีย์ล้างด้วยน้ำกลั่น 15 mL หลายๆครั้ง จนกระทั่งสารละลายเป็นกลาง และสกัดด้วยสารละลาย anhydrous Na_2SO_4 (2%) 20 mL จากนั้นระเหยชั้น diethyl ether ออก และละลายใน acetone จนครบปริมาตร 10 mL ทำการกรองด้วยตัวกรองขนาด 0.45 μm ก่อนวิเคราะห์ด้วย HPLC

ศึกษาแบบ mobile phase ที่ใช้

การศึกษาระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene นั้น จะทำการทดลองจากระบบ mobile phase ที่ในการวิเคราะห์สารแต่ละชนิดดังนี้

ระบบที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ capsanthin

HPLC	: Agilent 1100 Series HPLC
Column	: VertiSep Bio C30 5 μm 4.6 x 250 mm
Detector	: DAD detector at 450 nm reference off bandwidth 4 nm
Column temperature	: 25 $^{\circ}\text{C}$
Mobile phase	: Acetonitrile : Isopropanol : Ethyl acetate (70 : 15 : 15) 0.1% TEA
Flow rate	: 1 mL/min

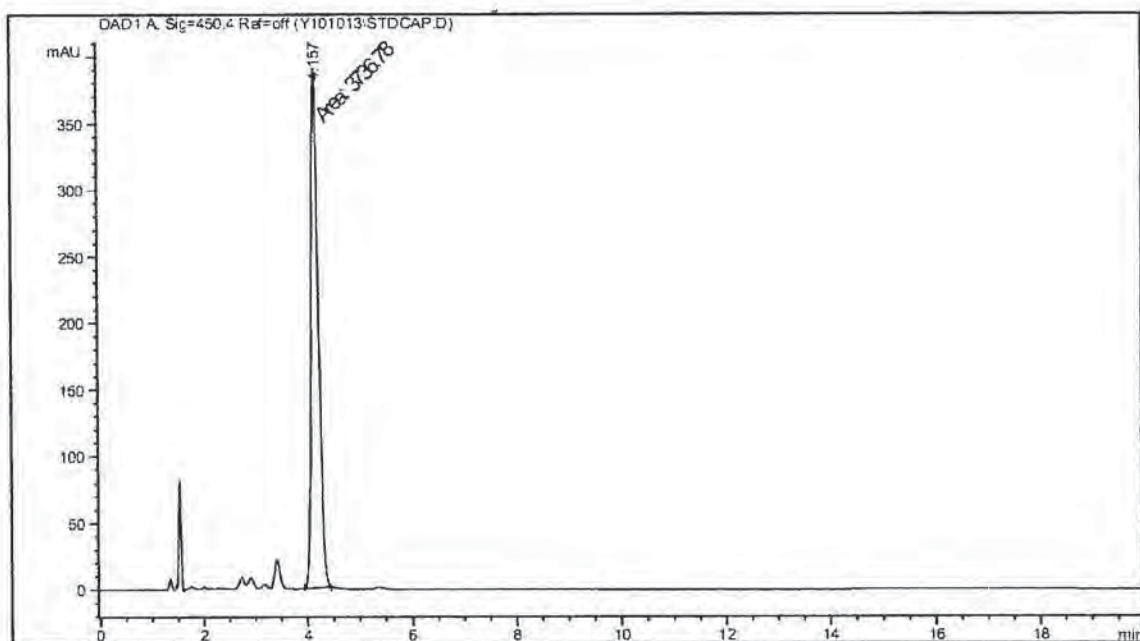
ระบบที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ beta-carotene

HPLC	: Agilent 1100 Series HPLC
Column	: VertiSep Bio C30 5 μm 4.6 x 250 mm
Detector	: DAD detector at 450 nm reference off bandwidth 4 nm
Column temperature	: 25 $^{\circ}\text{C}$
Mobile phase	: 20% MTBE:MeOH
Flow rate	: 2 mL/min

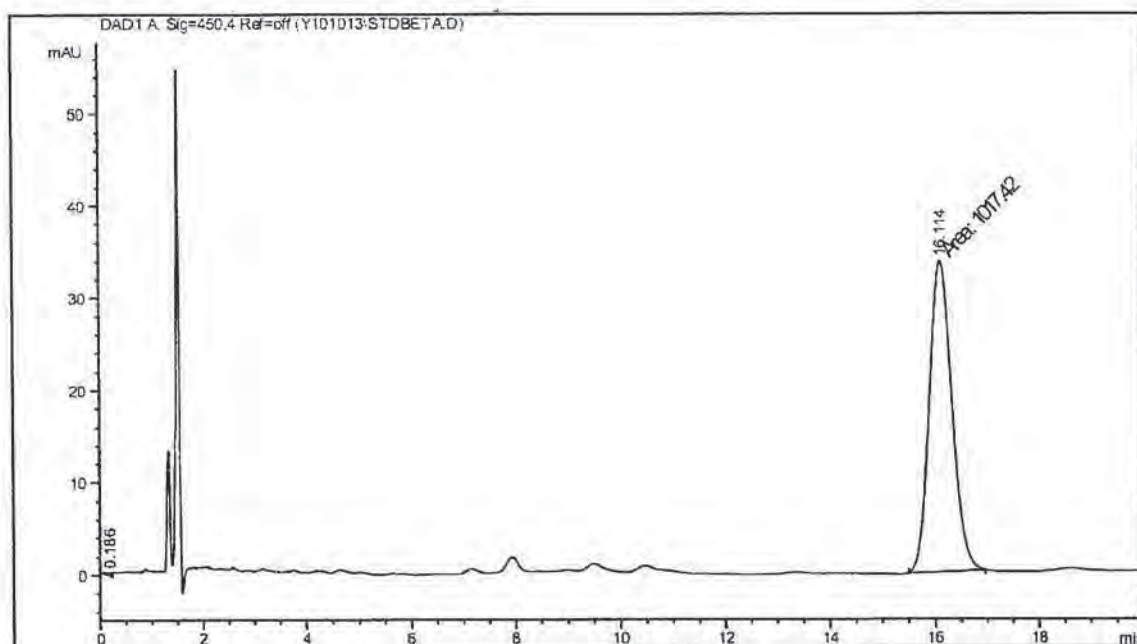
ผลการทดลอง

วิธีการสกัดสารตัวอย่าง

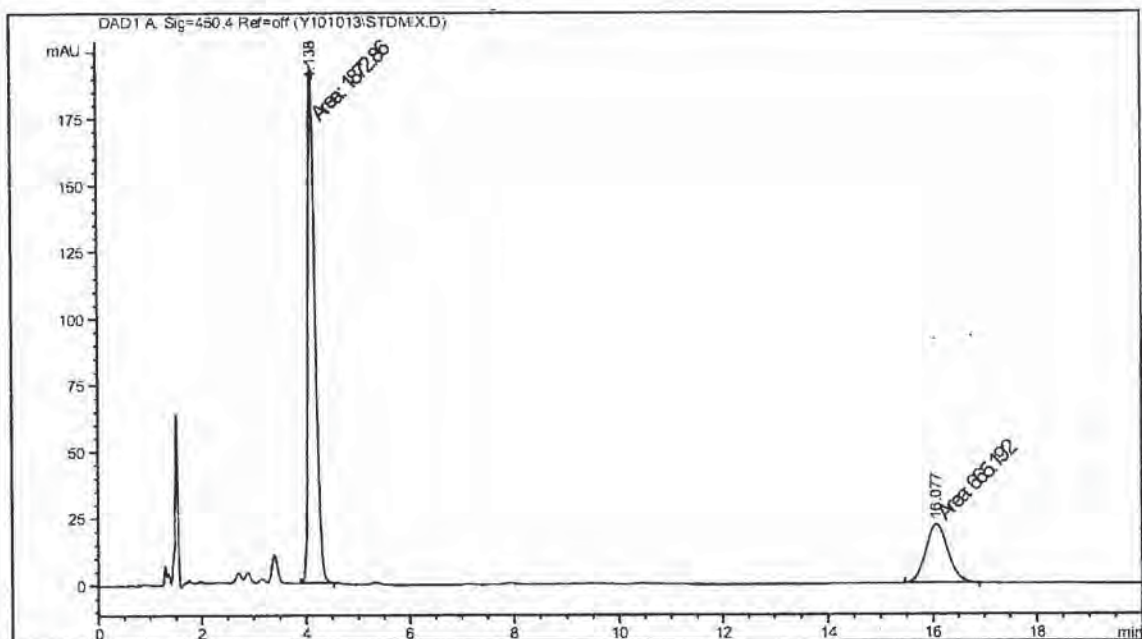
การทดลองการสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างเดียวกัน โดยทำการสกัดตามวิธีการวิเคราะห์ capsanthin และทำการสกัดตามวิธีวิเคราะห์ beta-carotene โดยขั้นตอนในการทดลองนี้จะฉีดสารละลายมาตรฐาน capsanthin และ beta-carotene และสารมาตรฐานผสมระหว่าง capsanthin และ beta-carotene เพื่อระบุค่า retention time ของพีคสารมาตรฐาน (แสดงในภาพ 3.14, 3.15 และ 3.16 ตามลำดับ) โดยจากการวิเคราะห์ พบว่าพีคของ capsanthin ขึ้นที่เวลา 4.16 นาที และ beta-carotene ขึ้นที่เวลา 16.11 นาที และเมื่อดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารตัวอย่างด้วยระบบการสกัดสองแบบ (แสดงผลการทดลองดังภาพ 3.17 และ 3.18 สำหรับการสกัดวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) พบว่าการสกัดสารตัวอย่างด้วยวิธีการทั้งสองให้ผลไม่แตกต่างกัน โดยมีลักษณะของพีคที่ปรากฏในสารตัวเหมือนกัน และค่าพื้นที่ใต้กราฟของสารที่สนใจมีค่าใกล้เคียงกัน



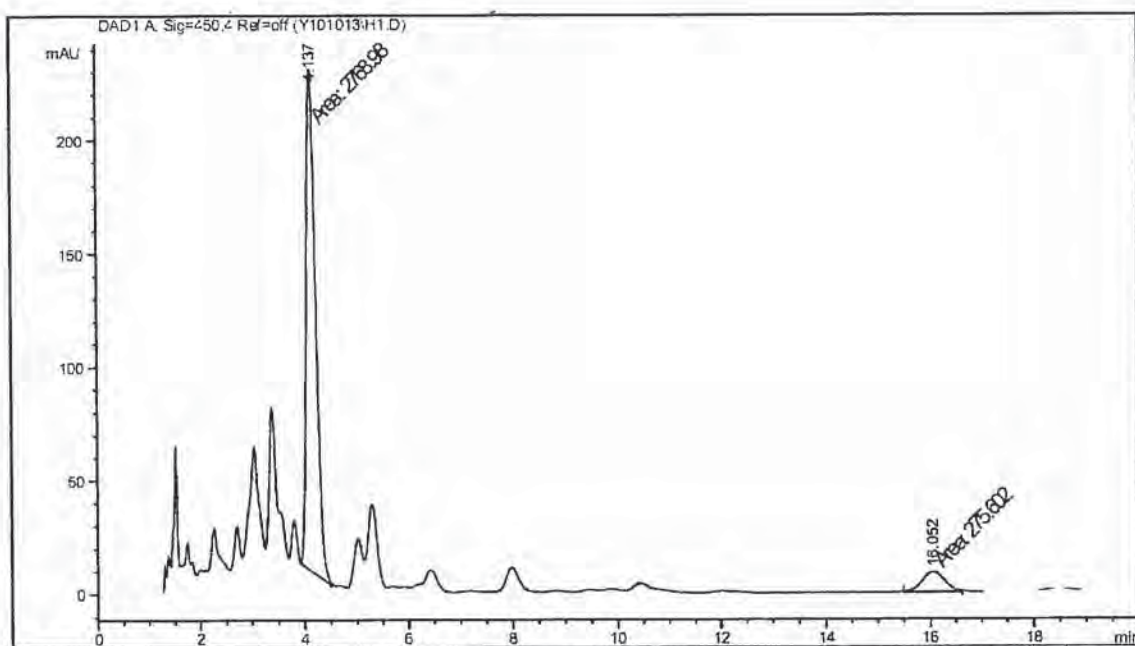
ภาพ 3. 4 โครมาโทแกรมสารมาตรฐาน capsanthin ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH



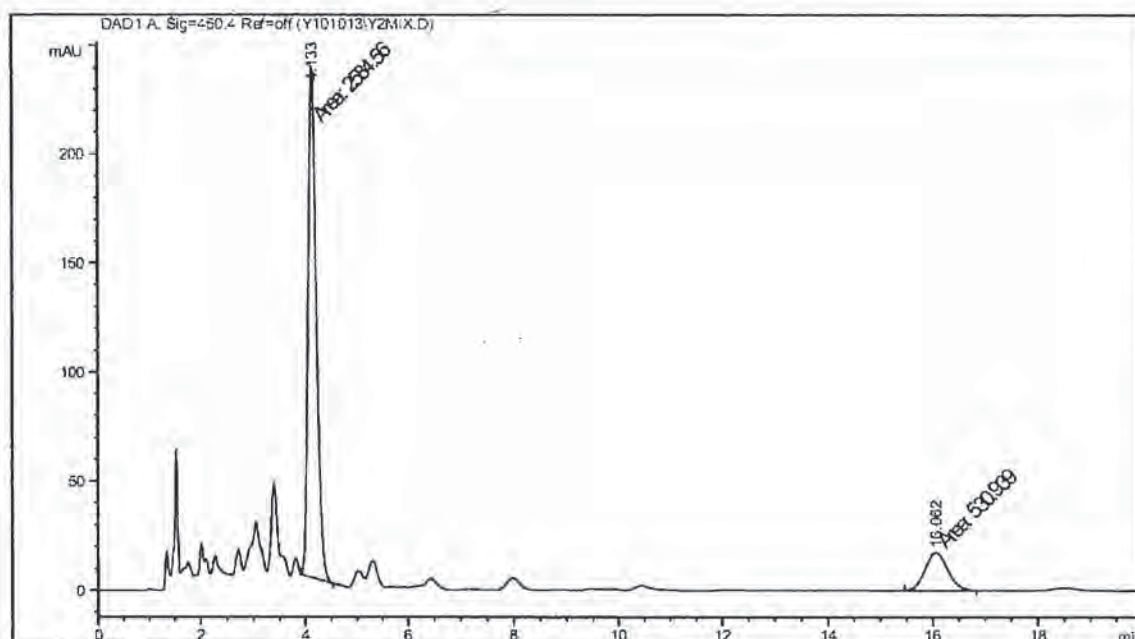
ภาพ 3. 5 โครมาโทแกรมสารมาตรฐาน beta-carotene ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH



ภาพ 3. 6 โครมาโทแกรมสารมาตรฐานผสม capsanthin กับ beta-carotene ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH



ภาพ 3. 7 โครมาโทแกรมสารตัวอย่างที่สกัดด้วยวิธีที่ 1 ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH

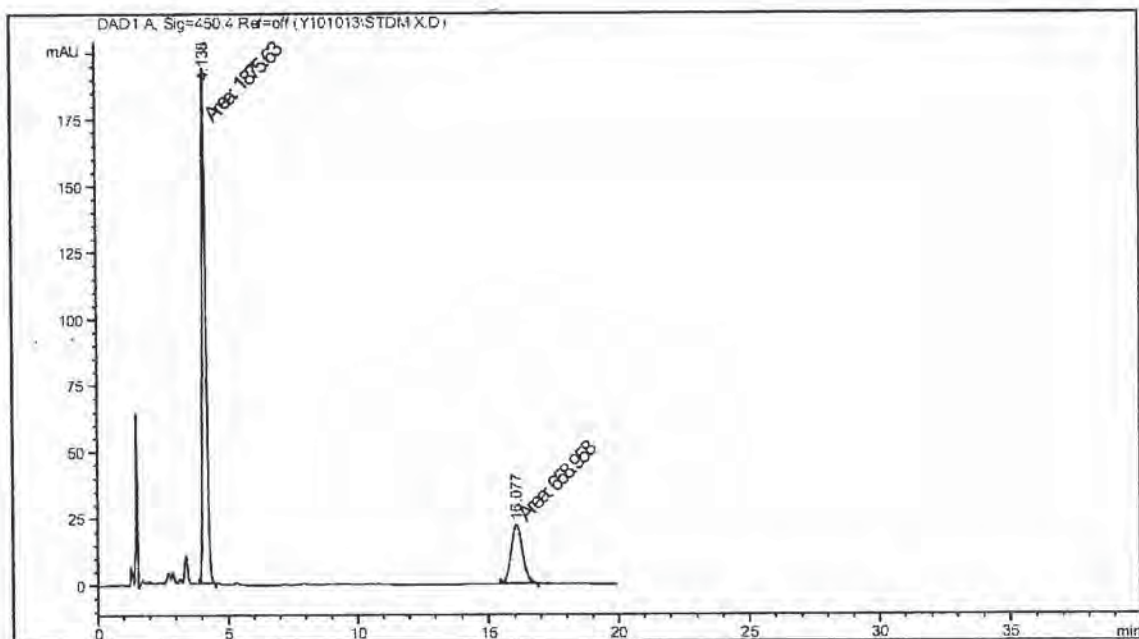


ภาพ 3. 8 โครมาโทแกรมสารตัวอย่างที่สกัดด้วยวิธีที่ 2 ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH

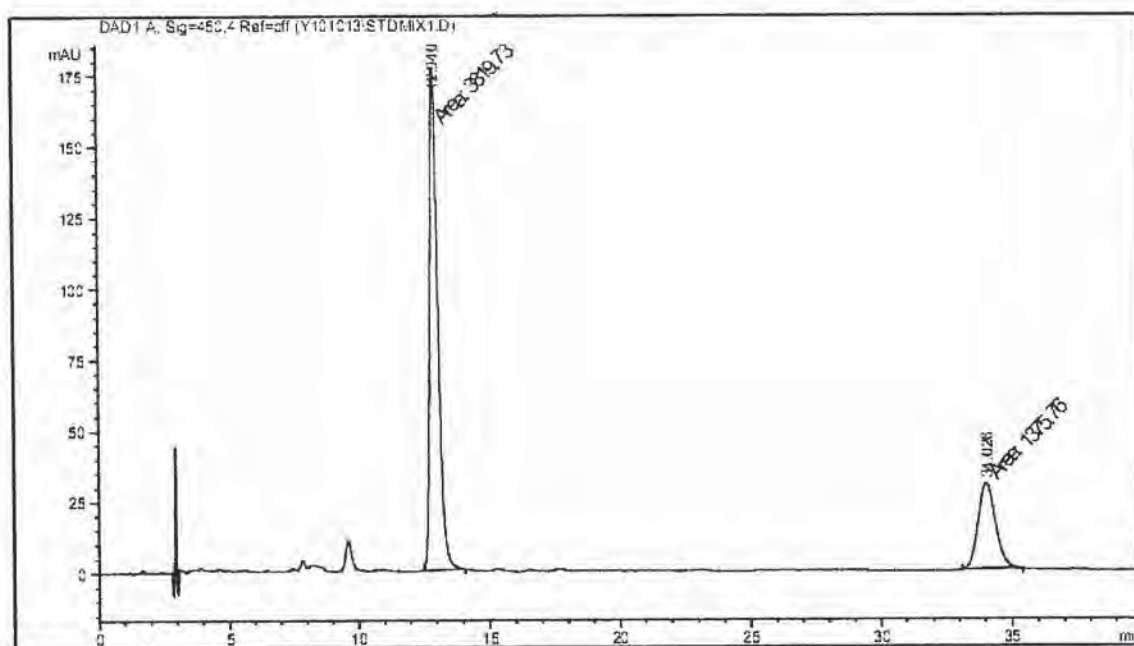
ศึกษาระบบ mobile phase

ในการศึกษาระบบ mobile phase ที่ใช้ในการวิเคราะห์จะทำการศึกษาระบบ 2 ระบบ คือระบบ mobile phase ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณ capsanthin (ACN:IPA:EtOAc (70:15:15) 0.1% TEA) และระบบที่ใช้วิเคราะห์ beta-carotene (20% MTBE:MeOH) โดยการทดลองจะฉีดสารละลายมาตรฐานผสมของสารทั้งสองโดยใช้ระบบ mobile phase ทั้งสองระบบเปรียบเทียบกับ (แสดงดังภาพ 3.19 และ 3.20) จากการทดลอง พบว่า ระบบที่ใช้ 20% MTBE:MeOH เป็น mobile phase ใช้เวลาในการวิเคราะห์ 20 นาที โดยพบพีคของสาร capsanthin ที่เวลา 4.14 นาที และพีค beta-carotene ที่เวลา 16.08 นาที ตามลำดับ ส่วนระบบที่ ACN:IPA:EtOAc (70:15:15) 0.1% TEA พบว่าใช้เวลาในการวิเคราะห์ทั้งหมด 40 นาที โดยพบพีคของ capsanthin ที่เวลา 12.94 นาที และพีค beta-carotene ที่เวลา 34.03 นาที ตามลำดับ

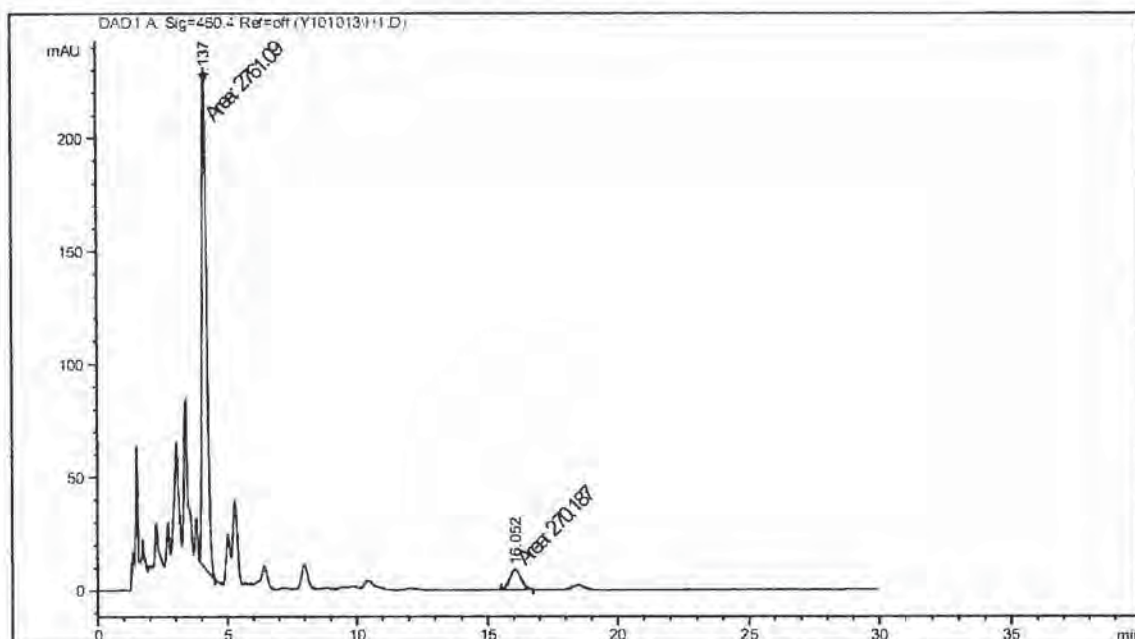
ในการศึกษาระบบ mobile phase กับสารตัวอย่าง (แสดงในภาพ 3.21 และ 3.22) พบว่า ระบบ mobile phase ที่ใช้ 20% MTBE:MeOH เป็น mobile phase ไม่สามารถแยกพีคที่ซ้อนทับอยู่ได้พีคสาร capsanthin ได้ แต่ในขณะเดียวกัน ระบบที่ใช้ ACN:IPA:EtOAc (70:15:15) 0.1% TEA เป็น mobile phase สามารถแยกพีคที่ซ้อนออกมาจากพีคสาร capsanthin ได้



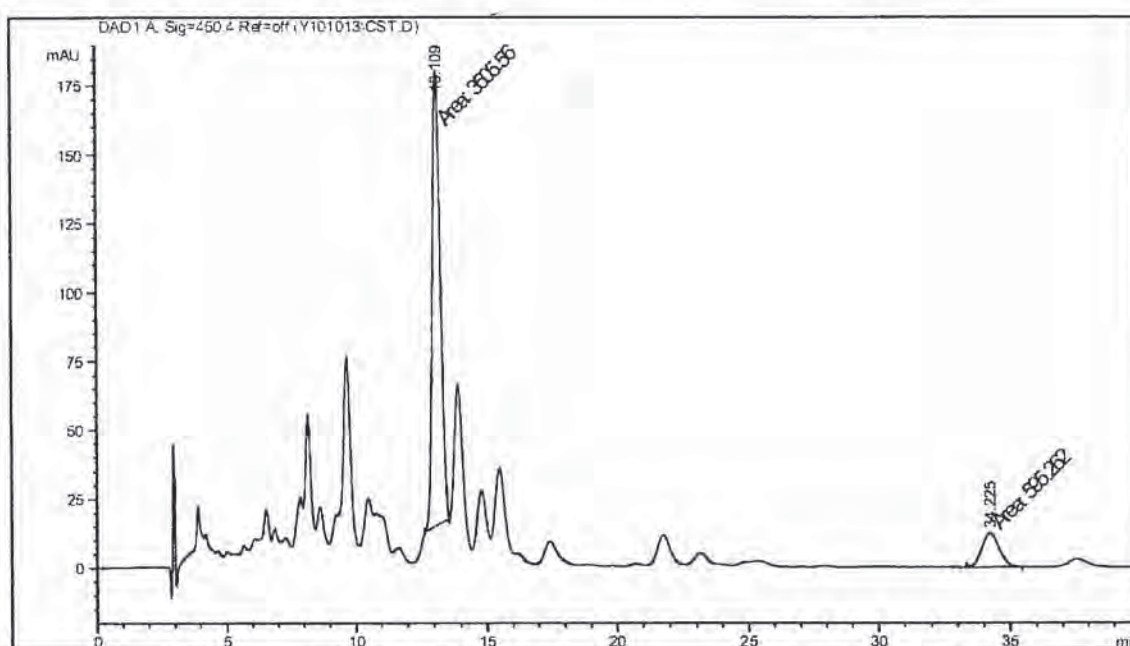
ภาพ 3. 9 โครมาโทแกรมสารมาตรฐานผสม capsanthin กับ beta-carotene ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH



ภาพ 3. 10 โครมาโทแกรมสารมาตรฐานผสม capsanthin กับ beta-carotene ในระบบ Mobile phase ACN:IPA:EtOAc (70:15:15)



ภาพ 3. 11 โครมาโทแกรมสารตัวอย่าง ในระบบ Mobile phase 20% MTBE:MeOH



ภาพ 3. 12 โครมาโทแกรมสารตัวอย่าง ในระบบ Mobile phase ACN:IPA:EtOAc (70:15:15)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวิธีการสกัดทั้งสองให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการทดลองขั้นตอนต่อไปจึงเลือกวิธีการสกัดแบบวิธีที่ 2 เนื่องจากไม่เกิดไขมันในกระบวนการสกัดสารตัวอย่าง และระบบ mobile phase ที่ใช้เลือกเป็นระบบ ACN:IPA:EtOAc (70:15:15) 0.1% TEA เนื่องจากสามารถแยกสารที่ซ้อนทับกันออกได้ แต่ใช้เวลาในการวิเคราะห์มากกว่า อาจจะต้องพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์ลดลงได้

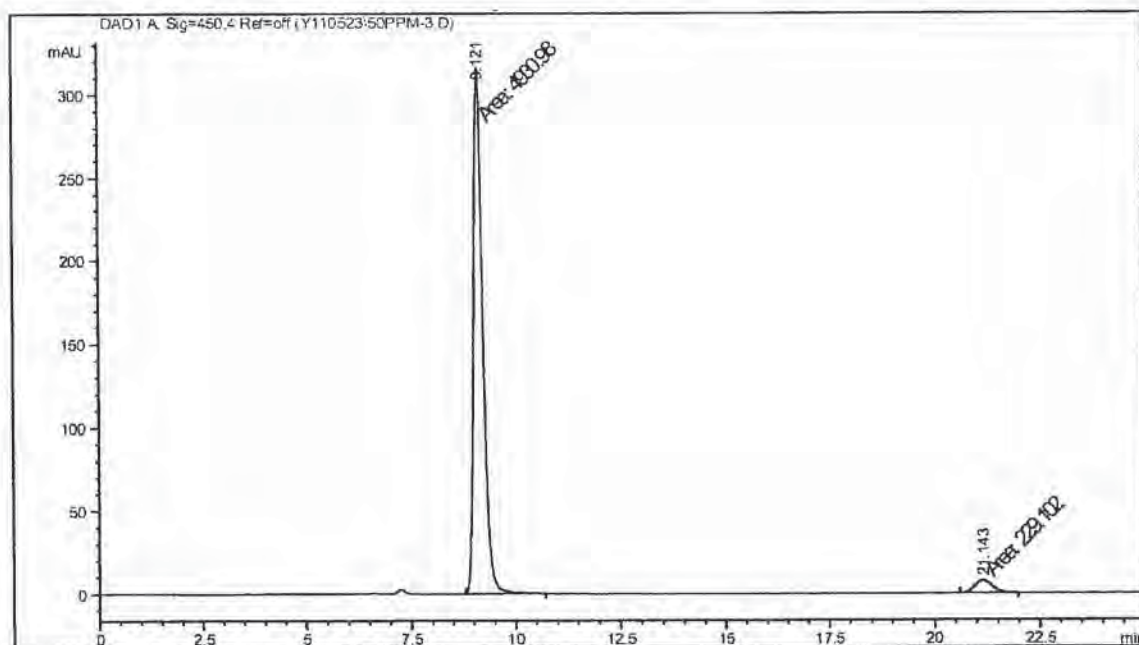
3.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsanthin และ beta-carotene ด้วยเทคนิค HPLC

สภาวะเครื่องมือในการวิเคราะห์

HPLC	:	Agilent 1100 Series HPLC
Column	:	VertiSep Bio C30 5 μ m 4.6 x 250 mm
Detector	:	DAD detector at 450 nm reference off bandwidth 4 nm
Column temperature	:	25 °C
Mobile phase	:	Acetonitrile: Isopropanol: Ethyl acetate: TEA (60:30:10: 0.1 v/v/v/v)
Flow rate	:	1 mL/min

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

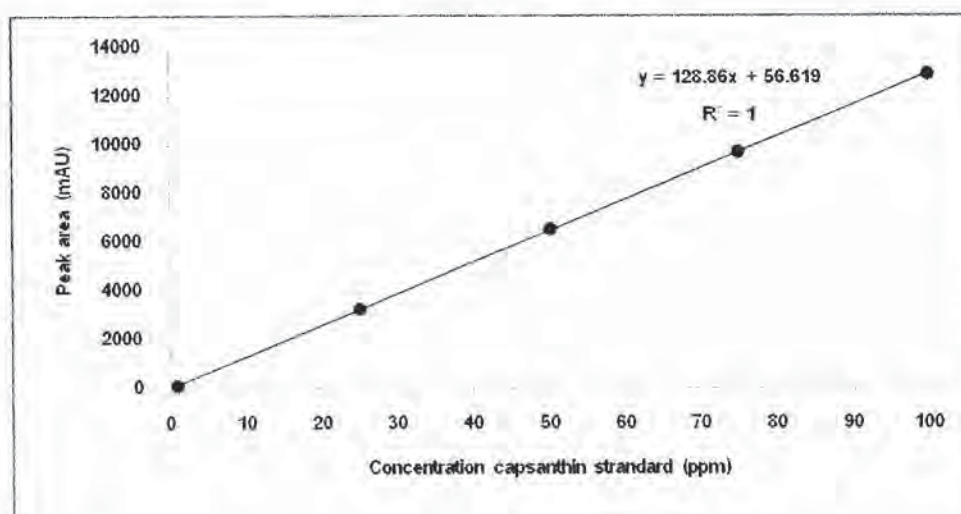
นำสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วยสารละลายมาตรฐาน capsanthin 1, 25, 50, 75 และ 100 ppm และสารละลายมาตรฐาน beta-carotene 1, 5, 10, 30 และ 50 ppm และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC ความเข้มข้นละ 3 ขั้ว ได้โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน capsanthin และ beta-carotene พบว่าสารละลายมาตรฐาน capsanthin และ beta-carotene ปรากฏพีคที่ค่า retention time เท่ากับ 9.121 และ 21.143 นาที แสดงในภาพ 3.23 จากผลการทดลองที่ได้นำค่าพื้นที่ใต้กราฟแต่ละความเข้มข้นมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับความเข้มข้นได้สมการเส้นตรงของ capsanthin คือ $y = 128.86x + 56.619$ มีค่า $R^2 = 1$ และได้สมการเส้นตรงของ beta-carotene คือ $y = 15.592x - 5.0962$ มีค่า $R^2 = 0.9999$ แสดงในภาพ 3.24 และ 3.25 ตาราง 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ



ภาพ 3. 13 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน capsanthin และ beta-carotene

ตาราง 3.4 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้นในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน capsanthin ที่ความเข้มข้น 1, 25, 50, 75 และ 100 ppm

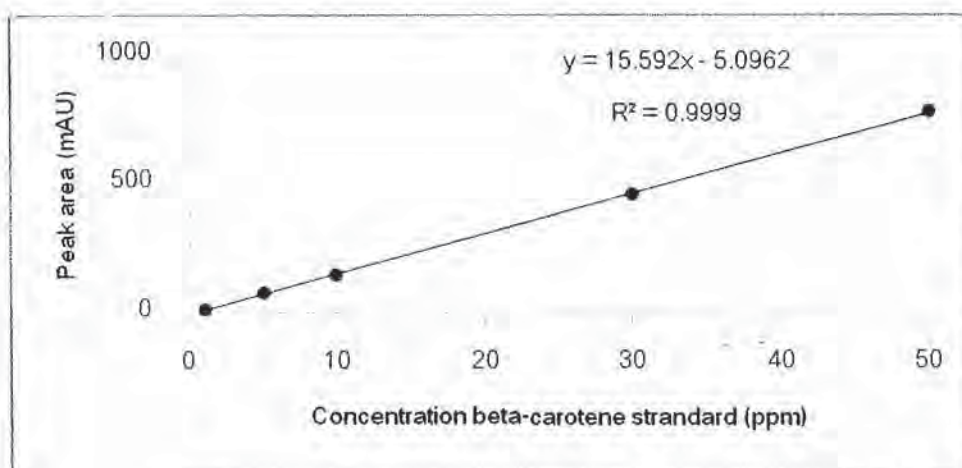
Conc.	peak area (mAU)			average	SD.	%RSD
1	128.92	163.6	173.05	155.19	23.24	15.0
25	3282.12	3286.12	3311	3293.08	15.65	0.5
50	6540.01	6540.56	6544.11	6541.56	2.23	0.0
75	9708.79	9693.42	9732.89	9711.70	19.90	0.2
100	12913.1	12923.4	12938	12924.83	12.51	0.1



ภาพ 3. 14 กราฟสารละลายมาตรฐาน capsanthin ที่ความเข้มข้น 1, 25, 50, 75 และ 100 ppm

ตาราง 3.5 ค่าพื้นที่ใต้กราฟ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ของแต่ละความเข้มข้นในช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน beta-carotene 1, 5, 10, 30 และ 50 ppm

Conc.	peak area (mAU)			average	SD.	%RSD
1	13.87	13.91	13.89	13.89	0.02	0.1
5	74.14	72.71	76.16	74.34	1.73	2.3
10	146.32	149.04	146.11	147.16	1.63	1.1
30	459.72	459.27	456.04	458.34	2.01	0.4
50	780.26	776.58	775.92	777.59	2.34	0.3



ภาพ 3. 15 กราฟสารละลายมาตรฐาน beta-carotene ที่ความเข้มข้น 1, 5, 10, 30 และ 50 ppm

การหาค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection, LOD) และค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (Limit of Quantitation, LOQ)

การหาค่า LOD และ LOQ ด้วยวิธีของ Miller ซึ่งคำนวณได้จากกราฟสารละลายมาตรฐาน capsanthin ความเข้มข้น 1, 25, 50, 75 และ 100 ppm และกราฟสารละลายมาตรฐาน beta-carotene ความเข้มข้น 1, 5, 10, 30 และ 50 ppm ดังแสดงกราฟความสัมพันธ์ในภาพ 3.24 และ 3.25 ตาราง 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ

จากการทดลองได้ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) และค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (LOQ) ของการวิเคราะห์ capsanthin มีค่าเท่ากับ 0.77 และ 2.58 ppm สำหรับค่าการวิเคราะห์ beta-carotene มีค่าเท่ากับ 0.83 และ 2.75 ppm ตามลำดับ

วิธีการหาเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (%Recovery)

นำตัวอย่างพริกที่อบแห้งที่ 55 °C บดละเอียดและร่อนด้วยตะแกรงมา 1 g ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 mL จำนวน 4 หลอด หลอดที่ 1 ไม่เติมสารมาตรฐาน หลอดที่ 2, 3, และ 4 เติมสารละลายมาตรฐาน capsanthin 500, 1000 และ 1500 ul จากสารมาตรฐาน 500 ppm และสารละลายมาตรฐาน beta-carotene 250, 500 และ 1500 ul จากสารละลายมาตรฐาน 200 ppm ตามลำดับ และทำการสกัดด้วย acetone ครั้งละ 10 mL จำนวน 2 ครั้งๆละ 1 ชั่วโมง รวมขึ้นสารละลาย acetone และสกัดสารละลายด้วย 20 mL diethyl ether, น้ำกลั่น และ brine เก็บสารละลายชั้น diethyl ether ล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง จากนั้นนำไปทำการ saponification ด้วยสารละลาย 20% potassium hydroxide ใน methanol จำนวน 10 mL ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการแยกสารละลายผสมโดยเติม diethyl ether 10 mL น้ำกลั่น และ brine เก็บชั้นสารละลายอินทรีย์ระเหยชั้น diethyl ether ออก และละลายใน mobile phase จนครบปริมาตร 10 mL ทำการกรองด้วยตัวกรองขนาด 0.45 µm ก่อนวิเคราะห์ด้วย HPLC และนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับสารตัวอย่างที่ไม่เติมสารมาตรฐาน ซึ่งได้ผลการทดลองดังตาราง 3.6 และ 3.7

ตาราง 3.6 ค่าการวิเคราะห์หาค่าร้อยละการคืนกลับ (% Recovery) ของ capsanthin ที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 75 ppm

Sample	Peak area			Average	SD.	% Recovery
sample	241.5	243.9	258.2	247.87	9.03	
sample+25 mg/L	3389.2	3383.8	3388.8	3387.27	3.01	95±1
sample+50 mg/L	6921.9	6911.9	6925.1	6919.63	6.89	102±0
sample+75 mg/L	10087.8	10155.3	10068.8	10103.97	45.46	101±1

จากตารางการหาค่าร้อยละการคืนกลับที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 75 ppm พบว่า มีค่าร้อยละการคืนกลับ เท่ากับ 95±1, 102±0 และ 101±1 ตามลำดับ

ตาราง 3.7 ค่าการวิเคราะห์หาค่าร้อยละการคืนกลับ (% Recovery) ของ beta-carotene ที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 30 ppm

Sample	Peak area			Average	SD.	% Recovery
sample	25.5	27.2	26.5	26.40	0.85	
sample+5 mg/L	90.2	90.4	90.2	90.27	0.12	96
sample+10 mg/L	143	144.5	145.2	144.23	1.12	90
sample+30 mg/L	351.9	371.2	344.9	356.00	13.62	84

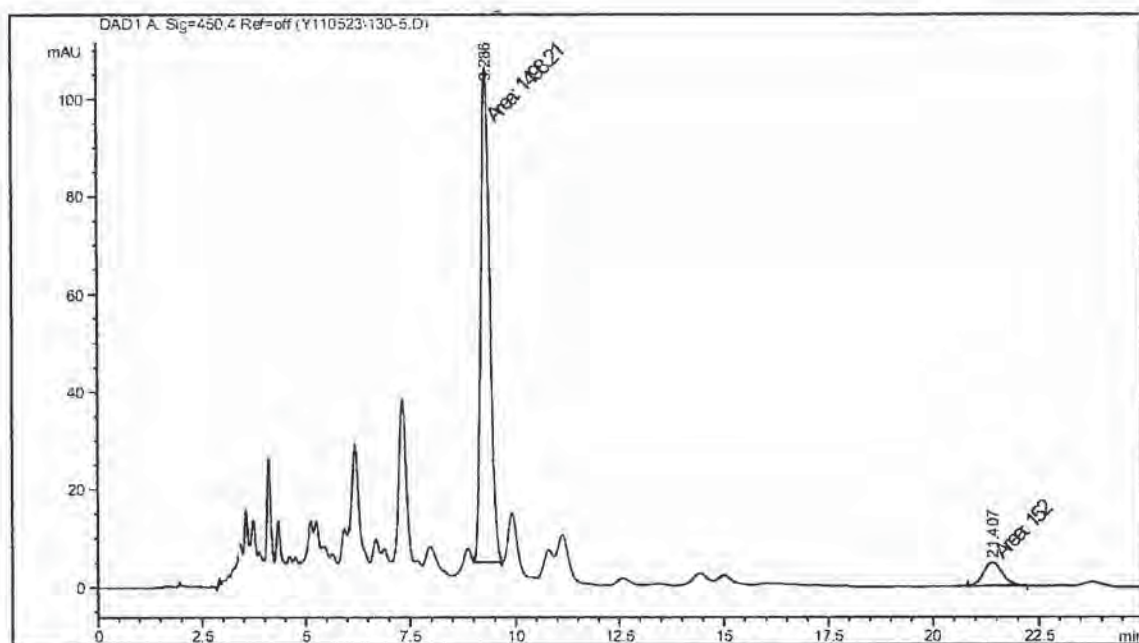
จากตารางการหาค่าร้อยละการคืนกลับที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 30 ppm พบว่า มีค่าร้อยละการคืนกลับ เท่ากับ 96±3, 90±1 และ 84±4 ตามลำดับ

การเตรียมสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC

นำตัวอย่างพริกที่อบแห้งที่ 55 °C บดละเอียดและร่อนด้วยตะแกรงมา 1 g ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 mL ทำการสกัดด้วย acetone ครั้งละ 10 mL จำนวน 2 ครั้งๆละ 1 ชั่วโมง รวมชั้นสารละลาย acetone และสกัดสารละลายด้วย diethyl ether 20 mL, น้ำกลั่น และ brine เก็บสารละลายชั้น diethyl ether ล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง จากนั้นนำไปทำการ saponification ด้วยสารละลาย 20% potassium hydroxide ใน methanol จำนวน 10 mL ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการแยกสารละลายผสมโดยเติม diethyl ether 10 mL น้ำกลั่น และ brine เก็บชั้นสารละลายอินทรีย์ระเหยชั้น diethyl ether ออก และละลายใน mobile phase จนครบปริมาตร 10 mL ทำการกรองด้วยตัวกรองขนาด 0.45 µm ก่อนวิเคราะห์ด้วย HPLC

ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์สาร capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย ได้ผลการทดลองแสดงในภาพ 3.26 และตาราง 3.8



ภาพ 3. 16 ตัวอย่างโครมาโทแกรมของสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ capsanthin และ beta-carotene

ตาราง 3.8 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
1	1	CA074	5.8	±	0.2	8.8	±	0.4
2	2	CA078	8.2	±	0.6	13.4	±	0.7
3	3	CA084	6.4	±	0.1	14.2	±	0.4
4	4	CA787	16.4	±	0.4	9.7	±	0.3
5	5	CA849	8.3	±	0.1	6.1	±	0.4
6	6	CA957	7.9	±	0.2	2.7	±	0.0
7	8	CA1034	11.8	±	0.4	11.6	±	0.7
8	10	CA1113	11.9	±	0.2	5.6	±	0.4
9	12	CA1281	8.9	±	0.5	9.9	±	0.6
10	13	CA1296	8.8	±	0.3	12.5	±	0.3
11	14	CA1444	13.8	±	0.5	11.4	±	0.7
12	17	CA1449	9.8	±	0.2	6.7	±	0.6

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และbeta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
13	24	CA1536	11.7	±	0.4	7.1	±	0.5
14	25	CA1537	4.7	±	0.2	4.2	±	0.1
15	27	CA1631	18.3	±	0.5	11.3	±	0.7
16	28	CA1637	19.0	±	0.9	22.1	±	1.3
17	29	CA1718	5.0	±	0.2	5.3	±	0.5
18	31	CA2106	3.5	±	0.2	4.9	±	0.3
19	33	CA969	23.0	±	0.7	36.2	±	1.7
20	34	CA1029	18.6	±	0.2	15.2	±	0.5
21	36	CA1075	5.4	±	0.2	3.4	±	0.1
22	37	CA1098	12.8	±	0.2	7.4	±	0.4
23	38	CA1472	22.8	±	1.4	21.6	±	1.5
24	40	CA1532	12.4	±	0.7	9.2	±	0.8
25	43	CA1541	26.1	±	0.7	20.2	±	0.5
26	45	CA1549	8.7	±	0.4	5.1	±	0.2
27	46	CA1551	18.4	±	0.2	10.1	±	0.7
28	47	CA1566	39.2	±	0.9	20.8	±	0.1
29	49	CA1574	20.2	±	0.7	23.4	±	1.7
30	50	CA365	21.2	±	0.8	10.0	±	0.5
31	51	CA1187	48.1	±	2.1	31.9	±	0.5
32	52	CA1188	48.5	±	0.7	29.1	±	2.5
33	53	CA857	38.2	±	0.9	20.9	±	0.7
34	54	CA939	17.5	±	1.6	8.8	±	0.4
35	62	CA1106	8.1	±	0.2	2.6 ^b	±	0.1
36	64	CA1195	8.8	±	0.1	4.4	±	0.1
37	65	CA1221	8.4	±	0.5	4.3	±	0.3
38	66	CA1239	29.1	±	1.3	10.5	±	0.3
39	71	CA1442	4.8	±	0.2	0.9 ^b	±	0.0
40	73	CA1450	15.2	±	0.2	4.5	±	0.2
41	74	CA1497-A	43.1	±	3.4	32.2	±	1.7
42	80	CA1702	4.1	±	0.1	0.8 ^b	±	0.0

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และbeta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
43	84	CA1734	68.2	±	2.5	57.7	±	1.7
44	86	CA1184	5.5	±	0.1	1.1 ^b	±	0.0
45	87	CA682	12.5	±	0.6	2.5 ^b	±	0.2
46	93	CA1665	52.0	±	0.7	50.8	±	1.1
47	97	CA1838	4.5	±	0.2	1.1 ^b	±	0.1
48	98	CA741	11.9	±	0.4	5.8	±	0.2
49	99	CA747	12.5	±	0.6	19.9	±	1.3
50	100	CA748	14.0	±	0.3	3.0	±	0.2
51	101	CA749	25.2	±	0.2	21.5	±	0.9
52	103	CA924-A	2.1 ^a	±	0.1	1.8 ^b	±	0.1
53	107	CA1489	5.7	±	0.3	3.6	±	0.3
54	118	CA1531	4.9	±	0.2	5.2	±	0.4
55	119	CA1614	31.3	±	0.7	19.4	±	1.7
56	121	CA1664	27.0	±	1.3	19.8	±	1.9
57	122	CA1683	2.4 ^a	±	0.1	0.7 ^b	±	0.0
58	127	CA860	36.7	±	0.7	42.3	±	2.5
59	129	CA1181	39.0	±	1.2	29.1	±	1.3
60	136	CA1046	39.8	±	0.6	30.7	±	1.1
61	137	CA1095	31.5	±	0.2	23.4	±	0.6
62	138	CA1098	33.6	±	1.3	14.9	±	0.5
63	139	จักพรรดิ TB-103	9.8	±	0.4	6.4	±	0.4
64	141	SR09-013	9.4	±	0.1	5.5	±	0.1
65	142	SR09-014	12.7	±	0.7	6.8	±	0.5
66	143	SR09-015	8.9	±	0.4	5.3	±	0.2
67	144	SR09-021	5.6	±	0.1	3.8	±	0.2
68	145	SR09-022	4.7	±	0.2	3.2	±	0.2
69	146	SR09-179	8.1	±	0.2	7.0	±	0.3
70	148	ปากคลอง 192	2.6 ^a	±	0.1	0.7 ^b	±	0.0
71	151	Nocera	19.7	±	0.1	10.0	±	0.2
72	153	Bird pepper	16.9	±	0.1	16.3	±	0.7

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
73	154	SR09-016	35.4	±	1.4	30.0	±	2.6
74	155	SR09-010	17.0	±	0.1	10.1	±	0.4
75	156	SR09-012	15.3	±	0.4	13.1	±	0.6
76	157	SR09-017	15.5	±	0.5	9.2	±	0.2
77	158	F1 YOKSAWAN	15.1	±	0.5	9.0	±	0.6
78	159	F1 Jom Thong 2	14.4	±	0.1	8.0	±	0.6
79	160	F1 360918	11.6	±	0.0	6.3	±	0.1
80	161	F1 361004	7.8	±	0.3	3.0	±	0.1
81	162	F1 361014	19.5	±	0.2	10.9	±	0.6
82	163	F1 361015	22.0	±	0.4	8.8	±	0.6
83	166	CA446	15.6	±	0.3	19.2	±	1.0
84	167	CA1131	12.0	±	0.4	13.8	±	1.1
85	168	CA1258	4.2	±	0.0	4.2	±	0.3
86	170	CA1302	35.5	±	0.6	14.6	±	0.9
87	182	CA1345	11.5	±	0.2	7.6	±	0.5
88	183	CA1346	11.2	±	0.4	9.4	±	0.8
89	185	CA1348	10.3	±	0.3	6.7	±	0.3
90	186	CA1349	11.2	±	0.2	6.8	±	0.6
91	189	CA1354	25.8	±	0.5	22.9	±	2.3
92	190	CA1355	13.6	±	0.4	10.8	±	0.7
93	191	CA1356	8.3	±	0.2	6.3	±	0.3
94	193	CA1361	7.4	±	0.1	5.1	±	0.4
95	194	CA1362	6.5	±	0.4	4.4	±	0.2
96	195	CA1364	1.5 ^a	±	0.0	0.9 ^b	±	0.0
97	196	CA1365	5.7	±	0.4	4.6	±	0.1
98	197	CA1366	9.4	±	0.2	13.2	±	0.5
99	198	CA1368	7.2	±	0.1	7.4	±	0.3
100	200	CA1393	13.6	±	0.5	21.4	±	1.3
101	201	CA1399	13.9	±	0.3	9.8	±	0.9
102	205	CA1470	31.8	±	0.8	52.2	±	0.9

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
103	206	CA1476	5.9	±	0.2	3.5	±	0.1
104	207	CA1477	18.7	±	1.0	15.1	±	0.4
105	208	CA1481	17.5	±	1.2	15.2	±	0.9
106	209	CA1486	24.7	±	0.9	56.7	±	3.1
107	211	CA1499	20.9	±	0.6	43.7	±	4.2
108	212	CA1518	11.7	±	0.8	7.8	±	0.8
109	213	CA1538	5.7	±	0.5	4.2	±	0.2
110	214	CA1594	8.3	±	0.1	7.3	±	0.4
111	215	CA1715	9.5	±	0.3	16.1	±	1.2
112	216	CA1814	12.4	±	0.3	21.0	±	1.1
113	217	CA1857	18.9	±	0.3	17.5	±	0.7
114	218	เทวี 60	9.4	±	0.1	6.8	±	0.1
115	220	อัมพาง	21.4	±	0.6	26.0	±	1.5
116	221	SR09-181	6.8	±	0.5	12.6	±	0.5
117	222	CA215	8.0	±	0.1	6.3	±	0.2
118	223	CA218	19.5	±	0.7	11.7	±	0.6
119	224	CA227	12.4	±	0.6	8.9	±	0.9
120	225	CA398	14.5	±	0.3	12.0	±	0.2
121	226	CA758	7.8	±	0.4	9.0	±	0.8
122	229	CA945	6.3	±	0.2	5.6	±	0.2
123	230	CA983	12.4	±	0.8	11.2	±	0.5
124	231	CA1001	9.4	±	0.4	8.0	±	0.2
125	232	CA1003	9.8	±	0.1	5.2	±	0.1
126	233	CA1110	9.6	±	0.3	2.1 ^b	±	0.2
127	234	CA1153	8.0	±	0.1	2.8	±	0.2
128	235	CA1151	11.4	±	0.4	3.6	±	0.3
129	236	SR09-006	7.6	±	0.1	3.8	±	0.2
130	237	CA1163-A	20.2	±	0.6	10.1	±	0.7
131	238	CA1165	15.6	±	0.8	8.2	±	0.7
132	239	CA1167	16.3	±	0.6	11.3	±	0.2

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
133	240	CA1168	5.9	±	0.2	4.4	±	0.0
134	241	CA1172	17.7	±	0.7	11.7	±	0.8
135	243	CA1283	6.4	±	0.3	2.8	±	0.2
136	244	CA367	20.0	±	1.0	13.1	±	1.0
137	245	CA1290	10.2	±	0.4	7.4	±	0.3
138	246	CA1338	8.8	±	0.5	6.3	±	0.5
139	247	CA1339	17.8	±	0.7	10.7	±	0.3
140	248	CA1341	30.7	±	1.0	14.2	±	1.1
141	249	CA1360	11.9	±	0.4	8.7	±	0.7
142	250	CA1363	18.7	±	1.0	9.4	±	0.4
143	251	CA1369	12.4	±	0.4	7.7	±	0.5
144	252	CA1378	9.2	±	0.2	7.1	±	0.3
145	253	CA1379	12.8	±	0.5	10.0	±	0.4
146	255	CA1381-ผลขาว	7.9	±	0.1	2.4 ^b	±	0.2
147	256	CA1386	17.9	±	0.4	13.7	±	0.2
148	257	CA1387	29.3	±	0.4	17.6	±	1.4
149	258	CA1389	14.7	±	0.5	10.7	±	0.8
150	260	CA1414	24.4	±	0.8	13.1	±	0.6
151	261	CA1415	15.1	±	0.4	10.3	±	0.5
152	262	CA1416	15.9	±	0.5	11.0	±	0.6
153	263	CA1417	16.1	±	0.5	8.1	±	0.4
154	264	CA1418	12.5	±	0.5	6.9	±	0.5
155	265	CA1420	20.0	±	0.2	14.9	±	0.6
156	266	CA1421	10.3	±	0.7	8.2	±	0.6
157	267	CA1424	12.5	±	0.2	8.3	±	0.4
158	269	CA1452	13.6	±	0.4	8.8	±	0.3
159	270	CA1458	15.7	±	0.3	8.8	±	0.5
160	271	CA1459	20.2	±	0.7	11.9	±	1.0
161	272	CA1463	16.2	±	1.0	5.0	±	0.4
162	273	CA1465	15.3	±	0.4	5.9	±	0.5

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
163	275	CA1471	19.4	±	0.4	10.7	±	0.9
164	276	CA1475	18.4	±	0.6	8.3	±	0.3
165	277	CA1483	7.5	±	0.2	3.6	±	0.2
166	278	CA1571	7.9	±	0.5	2.5 ^b	±	0.1
167	279	CA1753	10.6	±	0.8	3.4	±	0.2
168	280	F12	5.1	±	0.1	1.6 ^b	±	0.1
169	281	F40	9.8	±	0.2	2.8	±	0.0
170	282	F85	8.8	±	0.3	2.9	±	0.1
171	283	F91	10.9	±	0.5	3.2	±	0.2
172	284	F112	8.2	±	0.3	2.2 ^b	±	0.2
173	285	F133	5.2	±	0.4	0.9 ^b	±	0.1
174	286	F139	6.4	±	0.2	1.7 ^b	±	0.1
175	287	F150	4.6	±	0.2	1.4 ^b	±	0.1
176	292	Superhot	5.6	±	0.2	1.8 ^b	±	0.2
177	293	จินดา	6.5	±	0.2	5.1	±	0.3
178	295	SR08-0142	11.1	±	0.5	7.4	±	0.5
179	296	SR08-0143	13.4	±	0.3	8.1	±	0.5
180	297	SR09-043	8.1	±	0.3	3.2	±	0.1
181	298	CA746	2.8	±	0.1	1.5 ^b	±	0.0
182	299	CA224	5.4	±	0.4	3.3	±	0.0
183	300	F1 Yok siam	5.7	±	0.3	2.5	±	0.0
184	301	CA1423	16.3	±	0.4	13.1	±	0.4
185	304	CA1337	10.0	±	0.2	7.7	±	0.1
186	306	CA1151	7.3	±	0.2	3.4	±	0.3
187	307	CA1247	5.2	±	0.2	0.8 ^b	±	0.0
188	308	CA1373	10.4	±	0.2	5.2	±	0.5
189	309	CA919	-0.3 ^c	±	0.0	1.9 ^b	±	0.1
190	311	CA1563	5.0	±	0.3	1.5 ^b	±	0.1
191	312	หัวสีท่น4PEP001	4.4	±	0.2	1.7 ^b	±	0.2
192	313	พริกเดือยไก่	3.6	±	0.2	1.2	±	0.1

ตาราง 3.9 ปริมาณ capsanthin และ beta-carotene ในตัวอย่างพริกที่ปลูกในประเทศไทย (ต่อ)

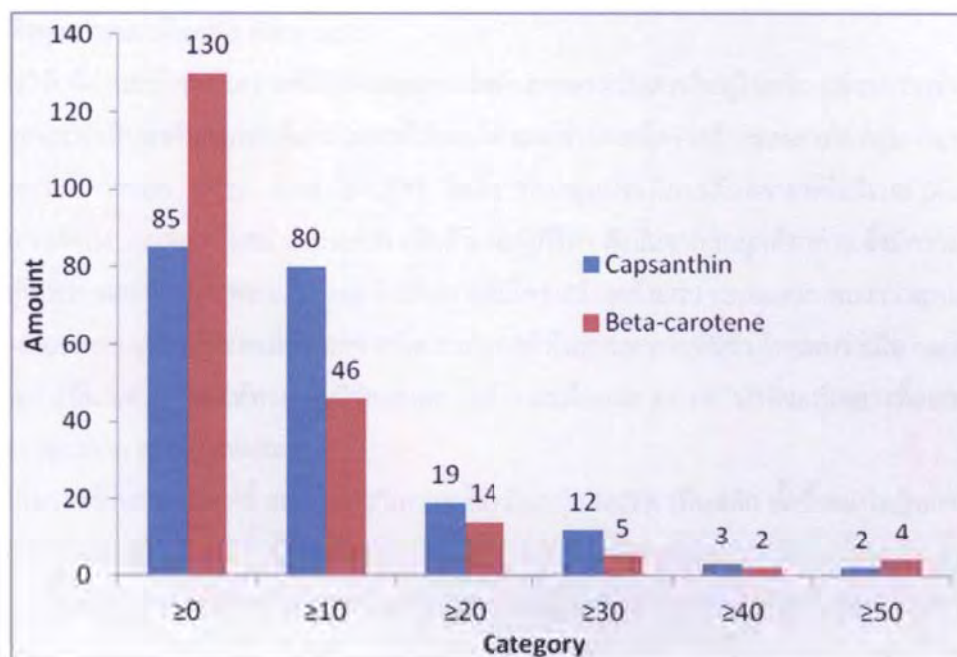
No.	Plot no.	Assesion no.	Capsanthin			Beta-carotene		
			(mg/100g)			(mg/100g)		
193	314	CA1152	14.9	±	1.0	6.0	±	0.5
194	315	พริกมันดำ	9.4	±	0.3	7.1	±	0.3
195	316	SR09-018	11.3	±	0.8	4.9	±	0.1
196	318	F1 supersab	9.8	±	0.8	4.2	±	0.3
197	320	CA1297	2.8	±	0.1	5.7	±	0.2
198	321	CA1340	6.2	±	0.1	2.3 ^b	±	0.2
199	322	CA1498	14.7	±	0.2	7.1	±	0.0
200	323	CA1229	5.0	±	0.2	1.4 ^b	±	0.1
201	324	CA1385	12.2	±	0.4	9.3	±	0.6

ค่าแสดงในตาราง คือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3), ^a = below the Limit of Quantitation (LOQ) ของ capsanthin, ^b = below the Limit of Quantitation (LOQ) ของ beta-carotene, ^c = below the Limit of Detection (LOD)

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณของสารสีในพริกนั้น การเก็บเกี่ยวพริกที่ปลูกมีผลต่อปริมาณสีที่วิเคราะห์ได้ ทั้งนี้ในการดำเนินการปลูกได้ควบคุมการเก็บเกี่ยวไว้ดังนี้คือ ดำเนินการเก็บเกี่ยวตามช่วงระยะเวลาจริงที่เกษตรกรปลูก หรือ เก็บเกี่ยวตามอายุที่บ่งชี้ว่าพริกอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตสมบูรณ์และพร้อมในการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวของพริกแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน แต่ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตน่าที่จะเป็นช่วงที่พริกมีการผลิต capsanthin และ beta carotene มากที่สุด

เนื่องจากว่าไม่เคยมีการจัดกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของสารสีสำคัญในการแบ่งกลุ่ม ทางกลุ่มวิจัยจึงใช้ข้อมูลของปริมาณของสารสีสำคัญในการแบ่งเป็นช่วง โดยใช้ช่วงละ 10 mg/100g ดังแสดงในภาพ 3.27 ทั้งนี้แบ่งได้ 5 กลุ่มคือ ช่วง 0-10 mg/100g ซึ่งจะพบว่าพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 85 ชนิด และ ช่วง 10-20 mg/100g ซึ่งจะพบว่าพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 80 และมีพริกที่มีปริมาณของ capsanthin สูงมากคือมากกว่า 50 mg/100g อยู่ 2 ชนิด คือ พริก CA1734 มีปริมาณ capsanthin 68 ± 2.49 mg/100g และ พริก CA1665 มีปริมาณ capsanthin 52 ± 2.49 mg/100g

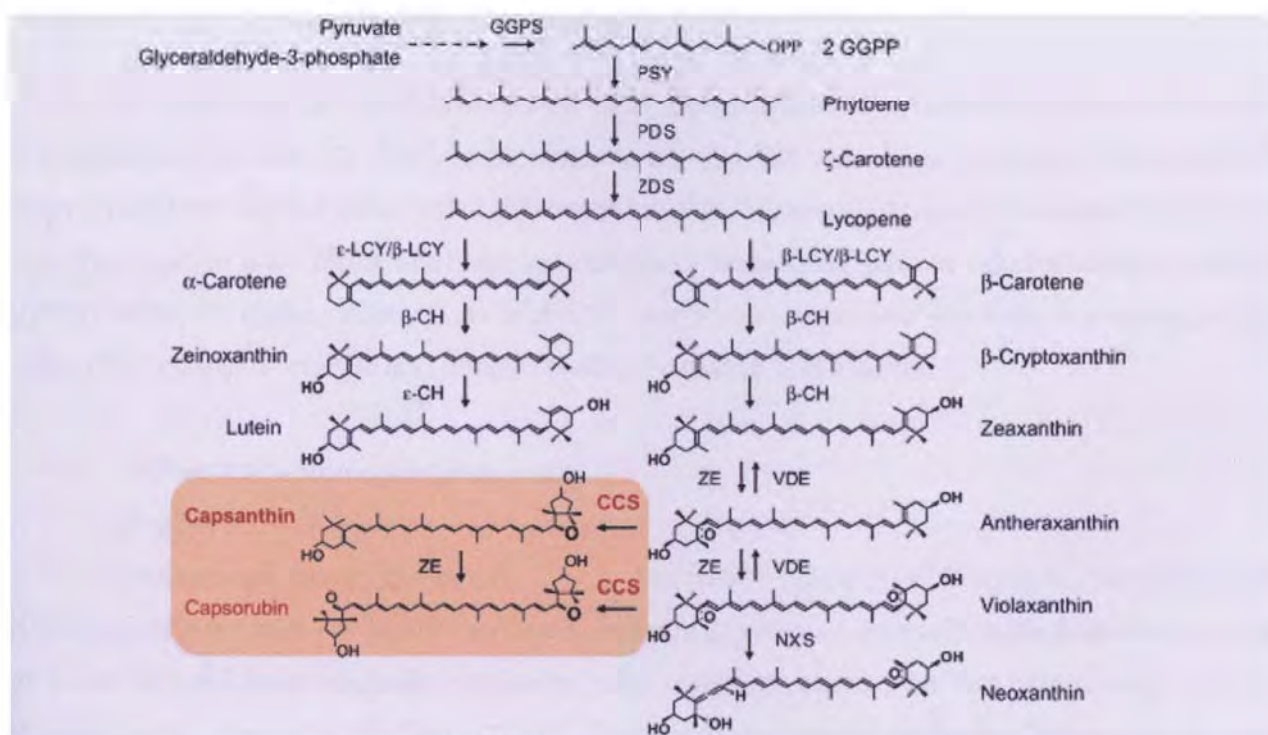
สำหรับการแบ่งกลุ่มพริกโดยใช้ beta carotene เป็นตัวกำหนด ก็สามารถแบ่งตามปริมาณของสารที่พบเป็นช่วงๆละ 10 mg/100g พบว่า ช่วง 0-10 mg/100g ซึ่งจะพบว่าพริกที่มี beta carotene ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 130 ชนิด และ ช่วง 10-20 mg/100g ซึ่งจะพบว่าพริกที่มี beta carotene ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 46 ชนิด และมีพริกที่มีปริมาณของ capsanthin สูงมากคือมากกว่า 50 mg/100g อยู่ 4 ชนิด คือ พริก CA1734 มีปริมาณ beta carotene 57.7 ± 1.7 mg/100g พริก CA1486 มีปริมาณ beta carotene 56.7 ± 3.1 mg/100g พริก CA1470 มีปริมาณ beta carotene 52.2 ± 0.9 mg/100g และ พริก CA1665 มีปริมาณ beta carotene 50.8 ± 1.1 mg/100g



ภาพ 3. 17 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin และ beta carotene เป็นตัวกำหนด

ทั้งนี้มีข้อสังเกตคือ พริก CA1734 และ พริก CA1665 เป็นพริกที่มีปริมาณของ capsanthin และ beta-carotene ในปริมาณที่สูงมาก โดยพบว่าแนวโน้มของการพบสารสีทั้งสองชนิดจะไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารทั้งสอง มี key intermediate ชนิดเดียวกันคือ lycopene [43] ดังแสดงในภาพ 3.28

[43] Sun Hwa Ha; Jung-Bong Kim; Jong-Suk Park; Shin-Woo Lee; Kang-Jin Cho J. of Experimental Botany 2007 DOI 10.1093/jxb/erm132



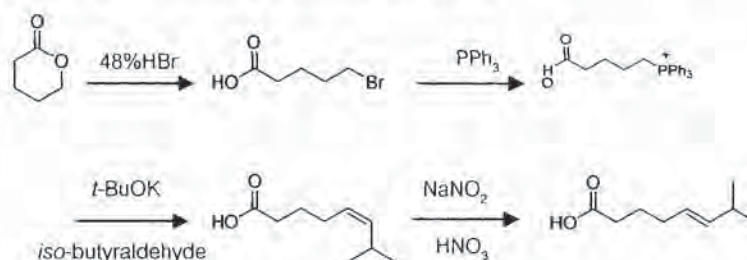
ภาพ 3. 18 Biosynthesis ของ capsanthin และ beta-carotene

3.4 วิเคราะห์เชิงคุณภาพสารในกลุ่ม fatty acid

ในการวิจัยที่ผ่านมาการวิเคราะห์ปริมาณของกรดไขมันสายยาวเป็นส่วนใหญ่ในพริก แต่จากการที่ทราบว่ามีพริกเป็นพืชที่มี capsaicinoids เป็นองค์ประกอบที่เด่น เพราะให้รสเผ็ด และส่วนของโครงสร้างของสารในกลุ่ม capsaicinoids เป็นสารในกลุ่ม medium chain fatty acid (MCFA) โดยสารในกลุ่มนี้จะมีการสังเคราะห์ที่บริเวณ placenta และรอเกิดปฏิกิริยากับ vanillyl alcohol โดยมี capsaicin เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าว จึงมีความเป็นไปได้ที่จะมี MCFA เหลืออยู่ในพริก และจากการพบ capsate ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างคล้ายกับ capsaicin พบว่า capsate มีสมบัติทางยาที่เหมือนกับ capsaicin แต่ไม่มีความเผ็ด นอกจากนี้ความไม่คงตัวในสารละลายที่มีขี้ผึ้ง โดยพบว่าเมื่อ capsate ละลายน้ำ จะเกิดการสลายตัวเป็น MCFA ทำให้ทางกลุ่มวิจัย คาดการณ์ว่า สารในกลุ่ม MCFA น่าที่จะเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่าตัวของ capsaicin และ capsate

ดังนั้นในการศึกษาวิเคราะห์นี้ จะเน้นการวิเคราะห์สารในกลุ่ม MCFA เป็นหลัก ทั้งนี้จะแบ่งเป็นการสังเคราะห์สารในกลุ่ม medium chain fatty acid เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน การ optimization method ในการวิเคราะห์หาปริมาณ fatty acid C8-C10 และ วิเคราะห์หาปริมาณสารในกลุ่ม fatty acid ในพริกกลุ่มตัวอย่างด้วย GC-MS technique

3.4.1 การสังเคราะห์ (E)-7-methyl-5-octenoic acid (C-8)



ภาพ 3. 29 การสังเคราะห์ (E)-7-methyl-5-octenoic acid

ในการสังเคราะห์ (E)-7-methyloct-5-enoic acid นั้น จะเริ่มขั้นตอนแรก โดยการทำปฏิกิริยาการเปิดวงของ d-Valerolactone ด้วย 48% HBr เพื่อให้ได้ 5-bromopentanoic acid โดย 5-bromopentanoic acid ที่สังเคราะห์ได้นี้ จะถูกนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการทำปฏิกิริยาการแทนที่ของ Triphenylphosphine ที่ตำแหน่งของโบรมีนใน 5-bromopentanoic acid ได้เป็น 5-carboxybutyltriphosponiumbromide salt จากนั้นนำสารที่สังเคราะห์ได้ทำปฏิกิริยา witting กับ Isobutyraldehyde เพื่อให้ได้ (Z)-7- methyl-5-octenoic acid และทำการ Isomerization เพื่อเปลี่ยน (Z)-7- methyl-5-octenoic acid เป็น (E)-7-methyl-5-octenoic acid ตามลำดับ

การสังเคราะห์ 5-bromopentanoic acid

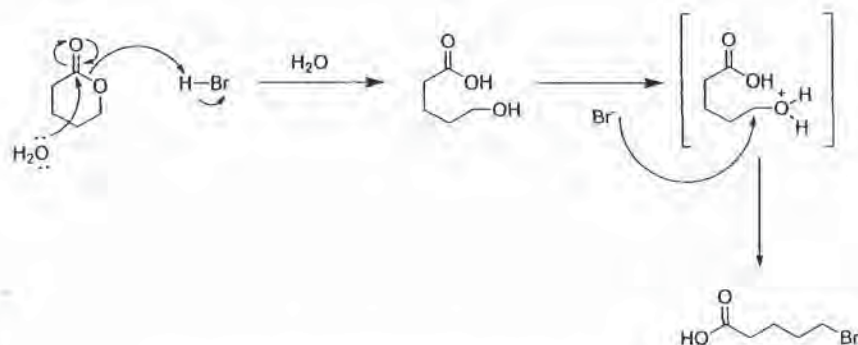
วิธีทดลอง

การสังเคราะห์ 5-bromopentanoic acid สามารถทำการสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาการเปิดวงของ d-Valerolactone ด้วย 48% HBr โดยทำการเตรียมเครื่องควบแน่น (Condenser) และขวดกักกลที่แห้งและสะอาด ขนาด 25 มิลลิตร พร้อมทั้งใส่แท่งกวนแม่เหล็ก จากนั้นทำการเติม 48% HBr จำนวน 3 มิลลิลิตร (เติมแบบช้าๆ) ลงไปใน d-Valerolactone จำนวน 0.1 มิลลิลิตร (1.07×10^{-3} โมล) จากนั้นทำการคนสารผสมในระบบปิดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และทำการรีฟลักซ์ (Reflux) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ทำการหยุดปฏิกิริยาด้วยสารละลายอิมตัว

ของ NaCl และทำการสกัดด้วยสารละลาย CH_2Cl_2 (3x10 มิลลิลิตร) และ 10% w/v $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (3x10 มิลลิลิตร) หลังจากนั้น รวมชั้นของสารละลายไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลายภายใต้สภาวะสุญญากาศ จะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม นำมาทดสอบด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) พบว่ามีสารผลิตภัณฑ์รวม d-Valerolactone เหลืออยู่ ปริมาณเล็กน้อย จึงทำการแยกสารผลิตภัณฑ์ ที่ได้ให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ในสารละลาย 100%, EtOAc) จากนั้นทำการรวมชั้นของสารละลาย EtOAc นำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นแบบลดความดัน และนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศแบบสมรรถนะสูง จะได้ผลิตภัณฑ์ 5-bromopentanoic acid มีลักษณะเป็นของแข็ง สีเหลืองอ่อน ปริมาณ 0.14 กรัม คิดเป็นร้อยละ 77 มีค่า $R_f = 0.66$ (100%, EtOAc) $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ (ppm) 1.76 (q, $J_1 = 7.6$ Hz, 2H), 1.89 (q, $J_1 = 7.6$ Hz, 2H), 2.36 (t, $J_1 = 7.2$ Hz, 2H) และ 3.37 (t, $J_1 = 6.4$ Hz, 2H) ppm และ $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3): δ 23.2, 31.8, 33.0, 33.1, 179.9 ppm ดังภาพ 3.31

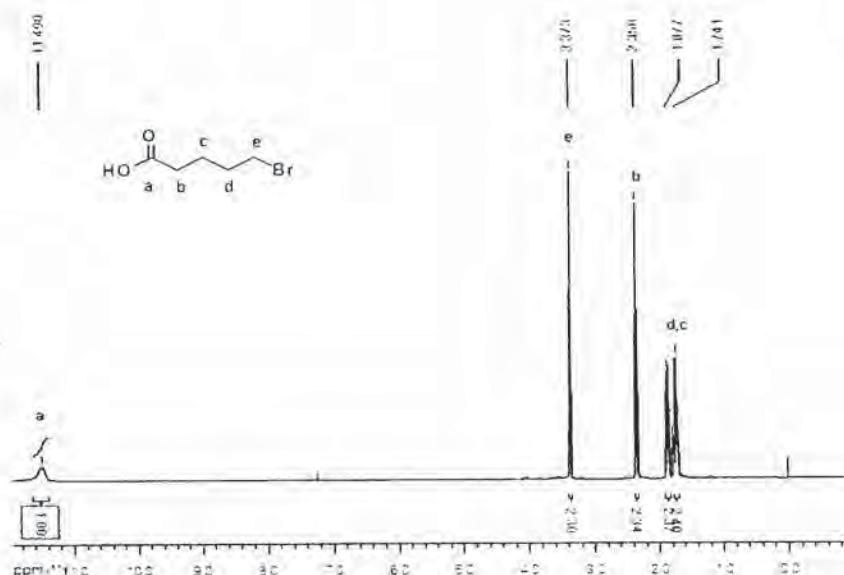
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการสังเคราะห์ 5-bromopentanoic acid นั้นสามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาการเปิดวงของ d-Valerolactone ด้วย 48% HBr เนื่องจาก 48% HBr มีน้ำเป็นองค์ประกอบจึงสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ที่ตำแหน่งของ เอสเทอร์เปลี่ยนเป็นคาร์บอกซิลิก และแอลกอฮอล์ จากนั้น HBr ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์ที่ดี เกิดการแตกตัวให้ไฮโดรเจน ไอออน (H^+) แก่แอลกอฮอล์เกิดเป็นโมเลกุลของน้ำพร้อมๆ กับโบรไมด์ไอออน (Br^-) เข้าทำปฏิกิริยากับคาร์บอนที่ตำแหน่งถัด จากแอลกอฮอล์เกิดการแทนที่ของน้ำด้วยโบรไมด์ไอออนผ่านปฏิกิริยา $\text{S}_\text{N}2$ เกิดการเปิดวงของ d-Valerolactone เกิดขึ้น ดัง ภาพ 3.30



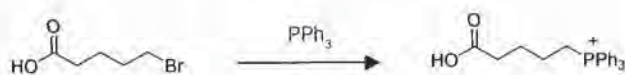
ภาพ 3. 30 กลไกการสังเคราะห์ 5-bromopentanoic acid

เนื่องจาก 48% HBr ที่ใช้นั้นสามารถทำการระเหยออกภายใต้ความดันบรรยากาศและสามารถทำการ work up ด้วยน้ำได้ จึงทำให้ 48% HBr เป็นกรดที่มีความเหมาะสมสำหรับการเปิดวง d-Valerolactone จากการทดลองสามารถ ยืนยันโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ได้จาก $^1\text{H-NMR}$ spectrum ที่ตำแหน่ง a คือ 11.49 ppm ซึ่งเป็นตำแหน่งของคาร์บอกซิลิก และสัญญาณที่ 3.37 ppm เป็นของ CH_2 (e) จะมีลักษณะเป็น triplet โดยมีค่า $J=6.4$ Hz เช่นเดียวกับสัญญาณที่ 2.35 ppm ของ CH_2 (b) โดยมีค่า $J=7.2$ Hz ส่วนที่ตำแหน่งของ CH_2 ที่ d, e จะมีลักษณะเป็น multiplet ที่ 1.87 ppm และ 1.74 ppm ตามลำดับ



ภาพ 3. 31 ^1H -NMR ของ 5-bromopentanoic acid

การสังเคราะห์ 5-carboxybutyltriphosphoniumbromide salt



ภาพ 3. 32 การสังเคราะห์ 5-carboxypentyltriphosphoniumbromide salt

วิธีทดลอง

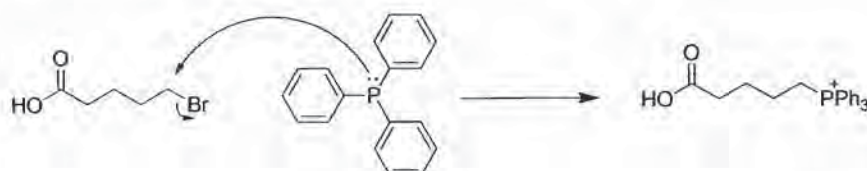
การสังเคราะห์ 5-carboxypentyltriphosphoniumbromide salt สามารถทำการสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาการแทนที่ของ Triphenylphosphine ที่ตำแหน่งของโบรมีนใน 5-bromopentanoic acid โดยการนำสารตั้งต้น 5-bromopentanoic acid จำนวน 0.14 กรัม (7.73×10^{-4} โมล) ผสมกับ Triphenyl Phosphine จำนวน 0.25 กรัม (9.27×10^{-4} โมล) จากนั้นนำสารผสมที่ได้ไปคนที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (สารผสมจะละลายเป็นเนื้อเดียวกัน) เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลง จะได้ของแข็งใสไม่มีสี นำของแข็งใสไม่มีสีที่ได้ ทำการ Trituration ด้วยสารละลายผสมระหว่าง CH_2Cl_2 และ Diethyl Ether ในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จากนั้นทิ้งไว้จนเกิดเป็นผงของแข็งสีขาว และนำมากรอง จะได้สารผลิตภัณฑ์ของ 5-carboxypentyltriphosphoniumbromide salt (3) ปริมาณ 0.29 กรัม คิดเป็นร้อยละ 87 มีค่า $R_f = 0.86$ (100%, CH_2Cl_2) ดังภาพ 3.34 ^1H -NMR (400 MHz, D_2O): δ 1.77 (m, 4H), 2.38 (t, 2H), 3.32 (t, 2H) และ 7.78 (m, 15H) ppm และ ^{13}C -NMR (100 MHz, D_2O): δ 21.0, 21.2, 25.3, 33.0, 118.6, 133.5, 135.0 ppm

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

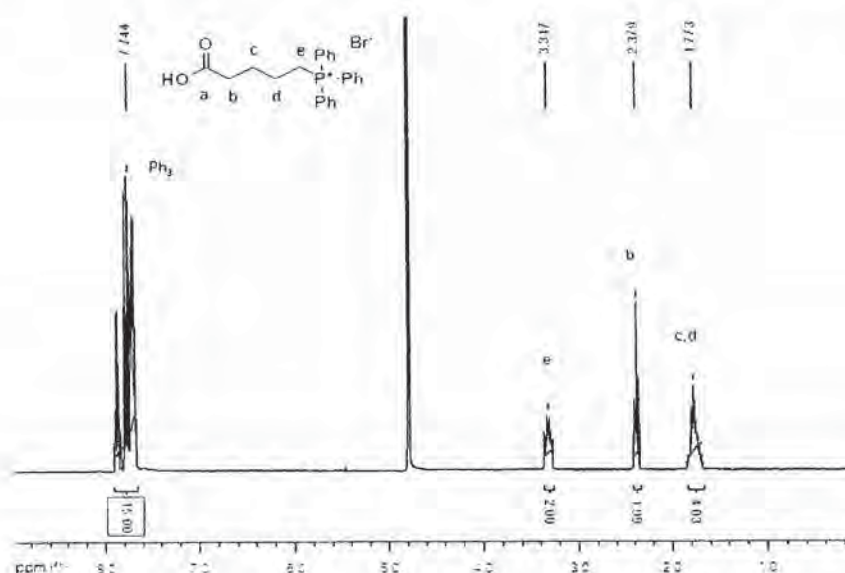
ในการสังเคราะห์ 5-carboxypentyltriphosphoniumbromide salt นั้นเป็นการเตรียม phosphonium salt เพื่อสำหรับทำปฏิกิริยา wittig ในขั้นต่อไป ซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาการแทนที่ระหว่าง 5-bromopentanoic acid และ Triphenyl Phosphine ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เมื่อได้รับความร้อนสารจะหลอมละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะที่เหนียวใสไม่มีสี โดย triphenyl phosphine จะประพติดัวบนนิวคลีโอไฟล์เข้าทำปฏิกิริยากับ 5-

bromopentanoic acid ตรงตำแหน่งของคาร์บอนที่ติดกับโบรมีนผ่านปฏิกิริยาแบบ S_N2 เนื่องจากโบรมีนมีคุณสมบัติเป็นหมู่ดึงอิเล็กตรอน (EWG) ซึ่งจะดึงอิเล็กตรอนจากคาร์บอนข้างเคียงทำให้คาร์บอนข้างเคียงมีสมบัติเป็นอิเล็กโตรไฟล์เหมาะสำหรับทำปฏิกิริยากับนิวคลีโอไฟล์ ซึ่งก็คือ triphenyl phosphine ทำให้โบรมีนหลุดออกเป็นโบรมีนไอออน (Br^-)

จากการทดลองสามารถยืนยันโครงสร้างของ 5-carboxypentyltriphosponiumbromide salt ได้จาก 1H -NMR spectrum ที่ตำแหน่ง 7.67-7.88 ppm มีลักษณะเป็น multiplet ซึ่งเป็นกลุ่มของ Triphenyl Phosphine ที่เข้าไปแทนที่ตำแหน่งโบรมีนของ 5-bromopentanoic acid

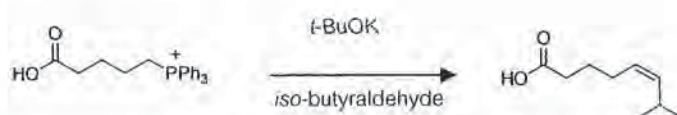


ภาพ 3. 33 กลไกการสังเคราะห์ 5-carboxypentyltriphosponiumbromide salt



ภาพ 3. 34 1H -NMR ของ 5-carboxypentyltriphosponiumbromide salt

การสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid



ภาพ 3. 35 การสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid

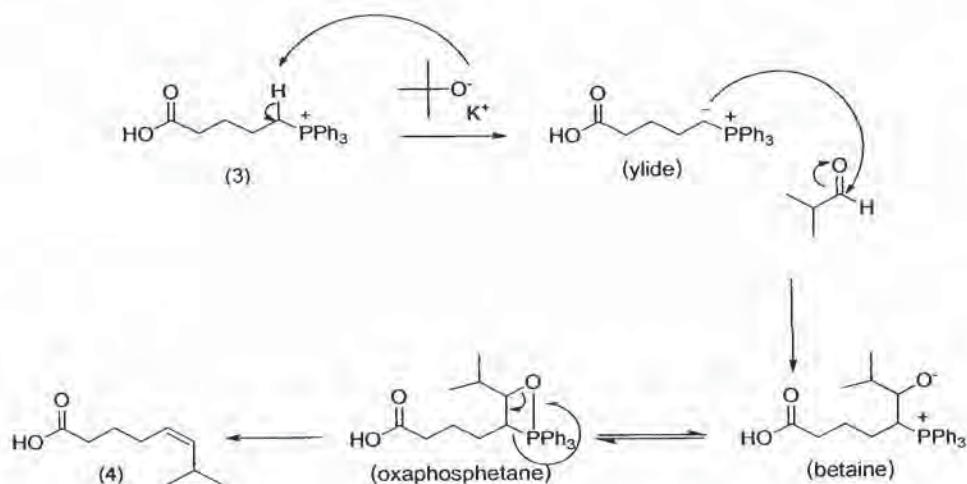
วิธีทดลอง

การสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid สามารถทำการสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยา Wittig โดยทำการเตรียมขวดก้นกลมที่แห้งและสะอาด ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด พร้อมทั้งใส่แท่งกวนแม่เหล็ก (ทำ flame dried แล้ว

ทิ้งไว้ให้เย็นภายใต้สภาวะบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน) จากนั้นทำการนำ 5-carboxybutyltriposphoniumbromide salt (3) 0.50 กรัม (1.13×10^{-3} โมล) ละลายใน anh.DMF 2 มิลลิลิตร และนำสาร Isobutyraldehyde 0.13 มิลลิลิตร มาทำการเติมลงไปอย่างช้าๆ นำสารผสมที่ได้ทำการคนภายใต้สภาวะบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิห้อง (ให้เป็นสารละลายขวดที่ 1) จากนั้นทำการละลาย t-BuOK 0.25 กรัม (2.23×10^{-3} โมล) ด้วยสารละลาย anh.DMF 3 มิลลิลิตร ทำการคนภายใต้สภาวะบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิห้อง (ให้เป็นสารละลายขวดที่ 2) นำสารละลายขวดที่ 1 เติมลงในสารละลายขวดที่ 2 (เติมแบบช้าๆ) จากนั้นนำสารละลายทำการคนภายใต้สภาวะบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิห้องต่อเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ซึ่งจะได้สารละลายที่มีสีส้มเหลืองและเกิดเป็นตะกอนสีขาวของ Triphenyl Phosphine Oxide เกิดขึ้นเมื่อครบ 10 ชั่วโมงทำการเติม Isobutyraldehyde 0.13 มิลลิลิตร และคนต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา ทำการหยุดปฏิกิริยาด้วยน้ำแข็งที่สะอาด และทำการกรองตะกอนของ Triphenyl Phosphine Oxide และนำสารละลายที่ได้ทำการ Acidification ด้วย 2M HCl จากนั้นทำการสกัดด้วย Diethyl Ether (3x10 มิลลิลิตร) และ Brine solution (3x10 มิลลิลิตร) ตามลำดับ และรวมชั้นของสารละลายไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นแบบลดความดัน และนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศแบบสมรรถนะสูงจนได้ของเหลวสีเหลือง นำมาทดสอบด้วยเทคนิคThin Layer Chromatography (TLC) พบว่ามีสารผลิตภัณฑ์รวมเหลืออยู่ปริมาณเล็กน้อย จึงทำการแยกสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ในสารละลาย 50% EtOAc : Hexane) หลังจากนั้นรวมชั้นของสารละลายไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นแบบลดความดันและนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศแบบสมรรถนะสูงจนได้ของเหลวสีเหลืองของ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid ปริมาณ 0.064 กรัม คิดเป็นร้อยละ 32 มีค่า $R_f = 0.65$ (25% EtOAc : 75% Hexane) $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 0.92 (d, $J_1 = 6.8$ Hz, 2H), 1.40 (m, 2H), 2.05 (q, $J_1 = 7.6$ Hz, 2H), 2.35 (t, $J_1 = 7.6$ Hz, 2H), 2.58 (m, 2H), 5.19 (m, 5H) ppm ดังภาพ 3.37 $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CDCl_3): δ 23.2, 24.8, 26.6, 26.7, 125.9, 138.9, 179.3 ppm

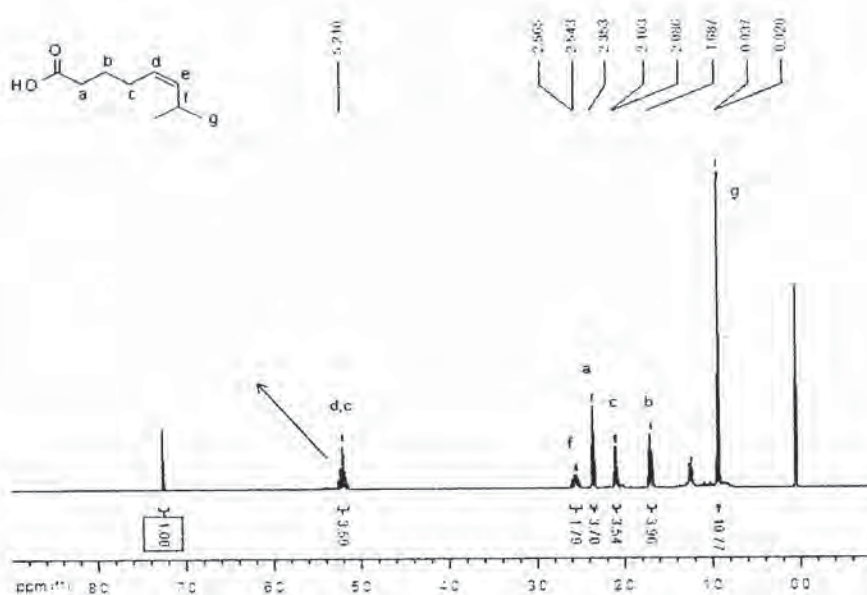
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid ที่มีลักษณะเป็น *cis*-isomer สามารถทำการสังเคราะห์โดยผ่านปฏิกิริยา Wittig ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยากันระหว่าง 5-carboxypentyltriposphoniumbromide salt และ Isobutyraldehyde ที่ละลายอยู่ในสารละลาย DMF ภายใต้สภาวะของเบส Potassium Butoxide (KO^tBu) และภายใต้สภาวะบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน โดย 5-carboxypentyltriposphoniumbromide salt ที่อยู่ในสภาวะเบสจะเกิดเป็น Phosphorus ylides มีลักษณะสีเหลือง ทำหน้าที่เป็นนิวคลีโอไฟล์เข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของ Isobutyraldehyde ที่ตำแหน่งคาร์บอนิล ได้เป็น (Z)-7-methyl-5-octenoic acid ที่มีลักษณะคล้าย oil และตะกอนของ Phosphine oxide เกิดขึ้นตามกลไกดังภาพ 3.36



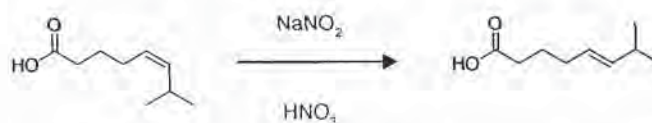
ภาพ 3. 36 กลไกการสังเคราะห์ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid

จากการทดลองสามารถยืนยันโครงสร้างของ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid ได้จาก $^1\text{H-NMR}$ spectrum ที่ตำแหน่งของโปรตอนของพันธะคู่ d และ e ที่ 5.14-5.26 ppm ซึ่งเป็นสัญญาณของ *cis*-isomer (d, e) โดยมีลักษณะเป็น multiplet ซึ่งเกิดจากการ coupling กับโปรตอนของ CH_2 ที่ตำแหน่ง d และ CH ที่ตำแหน่ง C อยู่ในช่วงของโปรตอนชนิด *cis*-isomer ($J=7-12$ Hz)



ภาพ 3. 37 $^1\text{H-NMR}$ ของ (Z)-7-methyl-5-octenoic acid

การสังเคราะห์ (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid



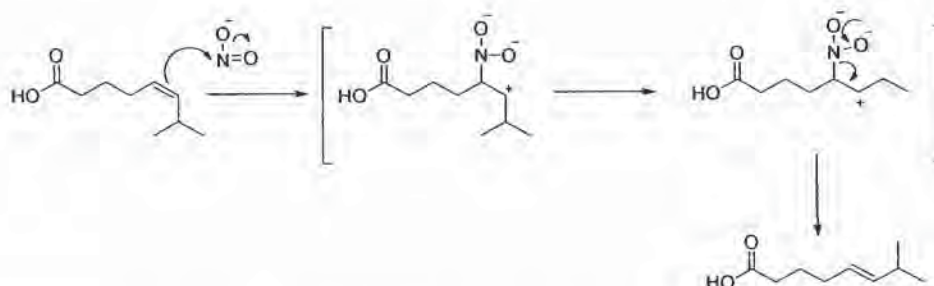
ภาพ 3. 38 การสังเคราะห์ (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid

วิธีทดลอง

ทำการเติม 2M NaNO₂ 0.02 มิลลิตร และ 6M HNO₃ 0.03 มิลลิตร ลงไปใน (*Z*)-7-methyl-5-octenoic acid จำนวน 0.0021 กรัม พร้อมๆ กันอย่างช้าๆ และทำการกวนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด 1.5 ชั่วโมง หยุดให้ความร้อนและหยุดปฏิกิริยาด้วยน้ำกลั่น 1 มิลลิตร และสารละลายอิ่มตัวของ NaCl 1 มิลลิตร ทำการสกัดเพื่อแยกส่วนของ fatty acid ด้วย EtOAc (3x10 มิลลิตร) แล้วนำไปทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลายภายใต้สภาวะสุญญากาศและนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศแบบสมรรถนะสูงจนได้ของเหลวสีเหลือง นำของเหลวสีเหลืองที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ในสารละลาย 50% EtOAc : Hexane) จากนั้นทำการรวมชั้นของสารละลายที่ได้ไปทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลายภายใต้สภาวะสุญญากาศและนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศแบบสมรรถนะสูงจะได้ผลึกสีเหลืองของ (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid ปริมาณ 0.0006 กรัม หรือ 0.6 มิลลิกรัม คิดเป็นร้อยละ 29 มีค่า R_f = 0.65 (25%, EtOAc : 75%, Hexane) ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 0.94 (d, J₁ = 6.8 Hz, 2H), 1.69 (m, 2H), 2.01 (q, J₁ = 7.2 Hz, 2H), 2.21 (m, 2H), 2.33 (m, 2H) และ 5.31 (m, 5H) ppm

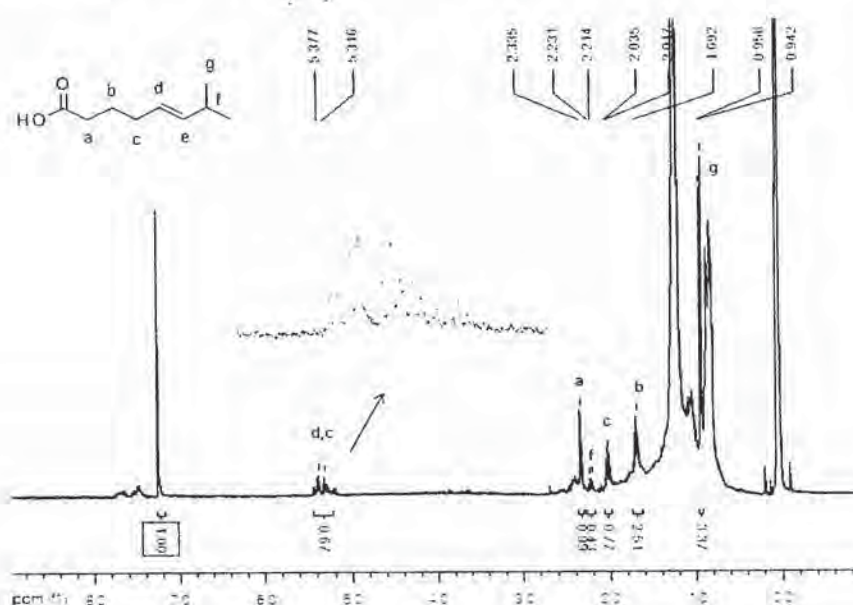
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการสังเคราะห์ (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid นั้นสามารถทำได้โดยการนำ (*Z*)-7-methyl-5-octenoic acid ผ่านปฏิกิริยา Isomerization โดยมี Sodium Nitrite และ Nitric acid สร้าง Nitrous acid เข้าทำปฏิกิริยาที่ตำแหน่งพันธะคู่ เกิดผ่าน thermodynamic control ทำให้เกิดเป็นพันธะเดี่ยวหมุนไปยังทิศทางที่มีผลของ Steric effect น้อยที่สุด จากนั้นจึงเกิดกระบวนการ Elimination ได้เป็นพันธะคู่อีกครั้ง ทั้งนี้การเกิด Isomerization จะเกิดผลิตภัณฑ์เป็นของผสม *E/Z* ระหว่าง (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid และ (*Z*)-7-methyl-5-octenoic acid ทั้งนี้ *trans*-isomer มี steric effect น้อยกว่า *cis*-isomer จึงทำให้ผลิตภัณฑ์หลักอยู่ในรูปของ *trans*-isomer เกิดเป็น (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid ดังภาพ 3.39



ภาพ 3. 39 กลไกการสังเคราะห์ (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid

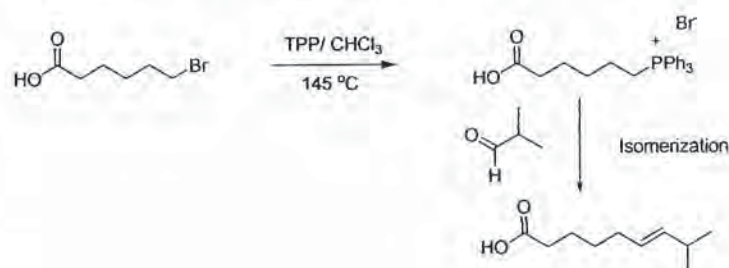
โดยสามารถยืนยันโครงสร้างทางเคมีของสารผลิตภัณฑ์ได้จากค่า coupling constant (J) ของ *cis*-isomer และ *trans*-isomer ที่ตำแหน่งของ d และ e ซึ่งค่า coupling constant (J) ของ *trans*-isomer อยู่ในช่วงระหว่าง 13-18 เฮิร์ต มากกว่าค่า coupling constant (J) ของ *cis*-isomer ที่อยู่ในช่วงระหว่าง 7-12 เฮิร์ต เนื่องจากความแข็งแรงของอันตรกิริยาเชิงแม่เหล็กระหว่างโปรตอนที่อยู่ข้างเคียง และเนื่องจากสารผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นของผสม *E/Z* ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ทั้งหมดจึงทำให้ค่า coupling constant (J) ที่ตำแหน่งของ d และ e อยู่ในช่วงของ *cis*-isomer เท่ากับ 6.5 Hz และอยู่ในช่วงของ *trans*-isomer เท่ากับ 17.6 Hz ที่สัญญาณ 5.26-5.43 ppm (m, 5H)



ภาพ 3. 40 $^1\text{H-NMR}$ ของ (*E*)-7-methyl-5-octenoic acid

3.4.2 การสังเคราะห์สารมาตรฐาน (*E*)-8-methyl-6-nonenoic acid (C-9)

การสังเคราะห์ short chain fatty acid C9 สามารถเตรียมได้ดังภาพ 3.41



ภาพ 3. 41 แนวทางการสังเคราะห์ (*E*)-8-methyl-6-nonenoic acid

วิธีทดลอง

วิธีการสังเคราะห์ 8-methyl-6-nonenoic acid ทำการสังเคราะห์เริ่มจากผสมสาร 6-bromohexanoic acid (5.13×10^{-3} mol) และ triphenylphosphine (6.15×10^{-3} mol) และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 145°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

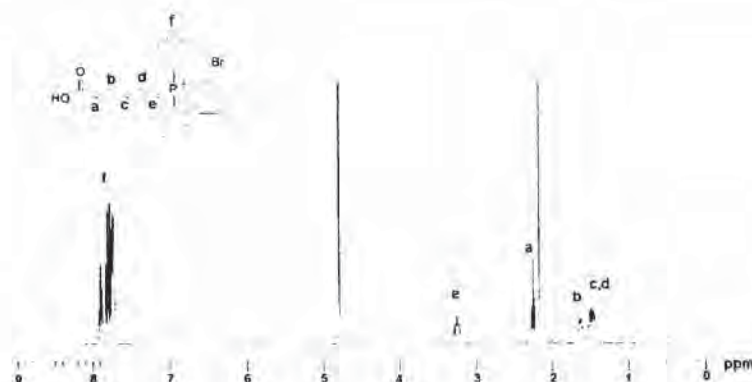
จากนั้นลดอุณหภูมิของสารละลายผสมและทำการ triturated ด้วย dry CHCl_3 และเจือจางด้วย ether ตะกอนที่เกิดขึ้นนำมาตกผลึกซ้ำใน CHCl_3 จะได้สาร (6-carboxyhexyl) triphosphonium salt เป็นของแข็งสีขาว

หลังจากนั้นมาทำปฏิกิริยากับ isobutyraldehyde (2.63×10^{-4} mol) ในสารละลาย anhyd.DMF จากนั้นเติมสารละลาย KO^tBu (4.59×10^{-4}) ใน anhyd.DMF ที่อุณหภูมิ 0°C . และทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง ทำการกรองตะกอนของ triphenylphosphine oxide และปรับสารละลายให้เป็นกรดด้วย 2 M HCl จากนั้นสกัดสารตัวอย่างด้วย ether และ brine และทำให้ปราศจากน้ำด้วย NaSO_4 ระเหยตัวทำละลายออกจะได้สารผลิตภัณฑ์ของ (Z)-8-methyl-6-nonenic acid มีลักษณะเป็น oil สีเหลือง และทำให้บริสุทธิ์ด้วย column chromatography (silica gel, 1 : 1 EtOAc, Hexane) และยืนยันโครงสร้างของสารผลิตภัณฑ์ด้วย ^1H NMR (CDCl_3) 400 MHz

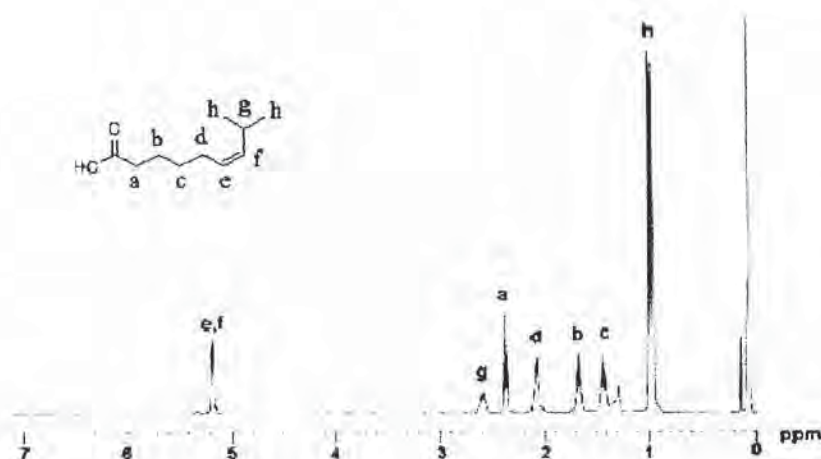
สำหรับการทำ isomerization จาก Z-form เป็น E-form สามารถทำได้ดังนี้ นำ (Z)-8-methyl-6-nonenic acid ละลายใน $\text{HNO}_3/\text{NaNO}_2$ และการ reflux เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการสกัดด้วย ethyl acetate และทำให้บริสุทธิ์ด้วย column chromatography (silica gel, 1 : 1 EtOAc, Hexane) และยืนยันโครงสร้างของสารผลิตภัณฑ์ด้วย ^1H NMR (CDCl_3) 400 MHz ได้ผลึกสีเหลืองของ (E)-8-methyl-6-nonenic acid (9) ปริมาณ 0.08 กรัม คิดเป็นร้อยละ 40 มีค่า $R_f = 0.50$ (50%, EtOAc : 50%, Hexane) ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 0.93 (d, $J_1 = 6.8$ Hz, 2H), 1.39 (m, 2H), 1.62 (m, 2H), 1.97 (q, $J_1 = 7.2$ Hz, 2H), 2.22 (m, 2H), 2.34 (t, $J_1 = 7.6$ Hz, 2H), 5.27-5.40 (m, 5H) ppm

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

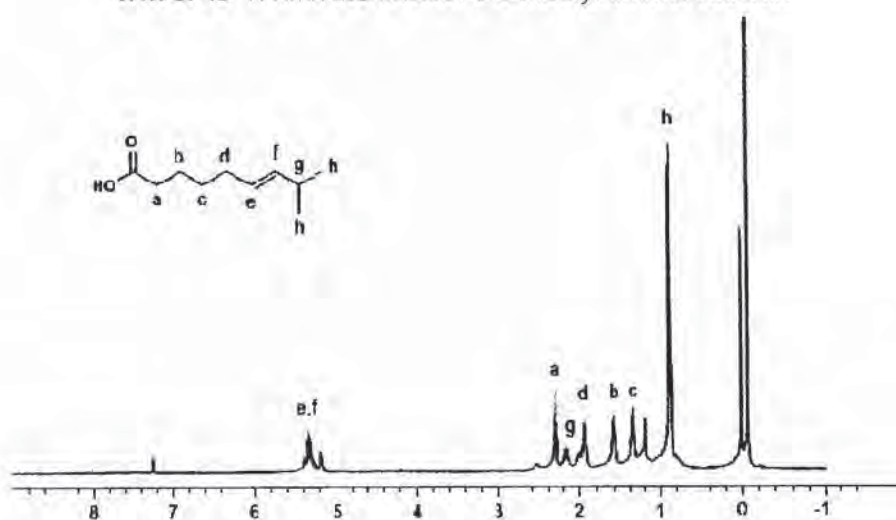
จากการทดลองสามารถยืนยันโครงสร้างของ (6-carboxyhexyl) triphosphonium salt ด้วยเทคนิค ^1H NMR (D_2O) 400 MHz จากพีคที่ตำแหน่ง (7.65 (m, 15H) ซึ่งเป็น proton ของ phosphonium โดยได้ผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98 และเป็นผลึกสีขาว สำหรับในการสังเคราะห์ Z-8-methyl-6-nonenic acid สามารถเตรียมได้จาก wittig reaction โดยได้ผลิตภัณฑ์ร้อยละ 65 และเป็นของเหลวใสไม่มีสี ทำการยืนยันโครงสร้างด้วย เทคนิค ^1H NMR (CDCl_3) 400 MHz จากพีคของ CH ที่ตำแหน่ง (e) และ CH ที่ตำแหน่ง (f) δ 5.19 (d, 2H $J_1 = 4\text{Hz}$) ซึ่งเป็นการยืนยันว่า phosphonium salt ได้ทำปฏิกิริยากับ isobutyraldehyde และให้ cis-double bond เกิดขึ้น หลังจากนั้นทำการ isomerization จาก Z-isomer เป็น E-isomer โดยใช้ NaNO_2 พบว่า พีคของ CH_2 ที่ตำแหน่ง g มีการเปลี่ยนจาก 2.56 ppm เป็น 2.20 ppm และ coupling constant และ coupling pattern ของ CH ที่ตำแหน่ง (e) และ CH ที่ตำแหน่ง (f) ก็มีการเปลี่ยนแปลงจาก cis-form เป็น trans-form



ภาพ 3. 42 ^1H NMR สเปกตรัมของ (6-carboxyhexyl) triphosphonium salt



ภาพ 3. 43 ^1H NMR สเปกตรัมของ Z-8-methyl-6-nonenic acid



ภาพ 3. 44 ^1H NMR สเปกตรัมของ E-8-methyl-6-nonenic acid

3.4.3 การสังเคราะห์สารมาตรฐาน (E)-9-methyl-7-decenoic acid (C-10)

ไม่สามารถดำเนินการสังเคราะห์ได้ เพราะเนื่องจากในการสังเคราะห์ (E)-9-methyl-7-decenoic acid ในขั้นตอนแรกจะต้องทำการ oxidation 7-bromoheptanol ให้เป็น 7-bromoheptanoic acid ซึ่งในการทดลองนี้ผลการ oxidation ไม่ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ จึงทำให้ไม่สามารถเตรียมสารมาตรฐาน (E)-9-methyl-7-decenoic acid ได้

3.4.4 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Medium Chain Fatty acid

ในการวิเคราะห์หาปริมาณของ Medium Chain Fatty acid นั้น การ optimized สภาวะในการตรวจสอบและการสกัดที่เหมาะสมในการแยก Medium Chain Fatty acid ออกมาจากบริเวณ placenta มีความสำคัญยิ่ง ถ้าหากไม่สามารถทำการสกัดออกมาได้ ก็จะไม่สามารถหาปริมาณของ Medium Chain Fatty acid ได้ ดังนั้น การหาขอบเขตการวิเคราะห์เชิงคุณภาพจึงเป็นสิ่งแรกที่ต้องดำเนินการก่อน ทั้งนี้จะใช้ E-8-methyl-6-nonenic acid เป็นสารที่ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสม เพราะเนื่องจากน้ำที่จะมีปริมาณมากที่สุดในการสกัด

วิธีทดลอง

การเตรียมตัวอย่างพริก

นำตัวอย่างพริกที่เก็บมาทำความสะอาด และเด็ดขั้วออก แล้วนำไปอบแห้ง และปั่นจนละเอียดด้วยเครื่องปั่นผลไม้ จากนั้นนำไปเก็บในตู้เย็น 4 °C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การเตรียมสารมาตรฐาน

นำสารมาตรฐาน fatty acid ที่สังเคราะห์ขึ้น (E-8-methyl-6-nonenic acid) ประมาณ 5 มิลลิกรัม ละลายใน MeOH (AR grade) 1 มิลลิกรัม ทำปฏิกิริยาให้อยู่ในรูปอนุพันธ์ของ methyl ester ด้วย Boron trifluoride diethyl etherate 0.1 มิลลิกรัมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นสกัดสารละลายผสมด้วย Hexane และนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS

การสกัดสารตัวอย่าง

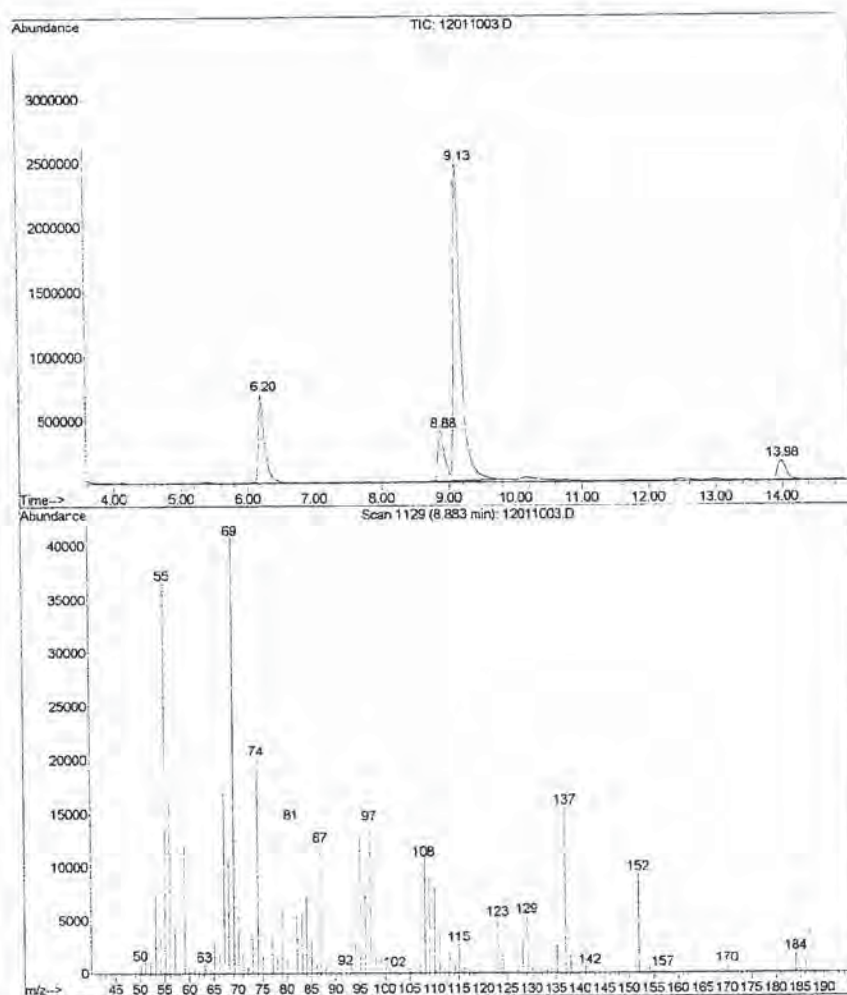
ชั่งพริกตัวอย่างมา 1 กรัม ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิกรัม สกัดด้วย Petroleum ether 20 มิลลิกรัม ด้วยเครื่อง magnetic stirrer เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แยกชั้นตัวทำละลาย และระเหยด้วยเครื่องกลั่นแบบลดความดัน จากนั้น saponification ด้วย 0.5 N NaOH ใน MeOH (AR grade) 1 มิลลิกรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และทำ Free acid ให้อยู่ในรูปอนุพันธ์ของ methyl ester ด้วย Boron trifluoride diethyl etherate 0.1 มิลลิกรัมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นสกัดสารละลายผสมด้วย Hexane และนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS

สภาวะของเครื่อง GC-MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์

GC-MS model	;	Agilent
Inject volume	;	1 μ L
Mode	;	Split mode (50:1)
Column	;	HP-5MS, length = 30 m, diameter 0.25 mm, film thickness = 0.25 μ m)
Carrier gas	;	Helium flow 1 mL min ⁻¹
Temp program	;	from 100 °C at a rate of 5 °C min ⁻¹ to 135 °C, constant at this temperature 3 minute and post time 5 min at 250 °C
Detection	;	scanning mode (mass range m/z 50-250 amu)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์สารมาตรฐานพบพีคสารมาตรฐานที่เวลา 8.88 นาที ของ Z-8-Methylnonenic methyl ester และ 9.13 นาที ของ E-8-Methylnonenic methyl ester โดยทั้งสองพีคแสดงค่า m/z เท่ากับ 184 เท่ากัน ดังภาพ 3.45 และการทดลองวิเคราะห์ในตัวอย่างพริกที่โรยทั้งตั้งอย่างสดและตัวอย่างแห้ง พบว่า ไม่พบพีคของสาร Z-8-Methylnonenic methyl ester และ E-8-Methylnonenic methyl ester แสดงในภาพ 3.46 และ 3.47

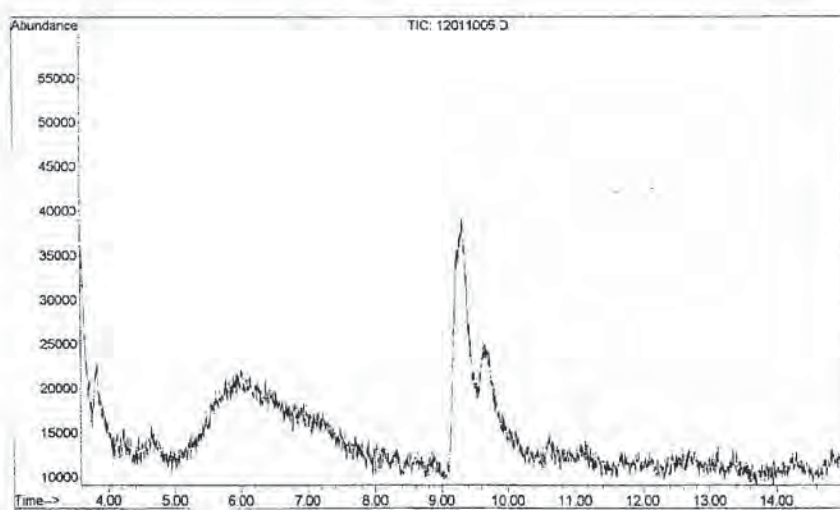


ภาพ 3. 45 GC-MS สเปกตรัมของ Z-8-Methylnonenoic methyl ester

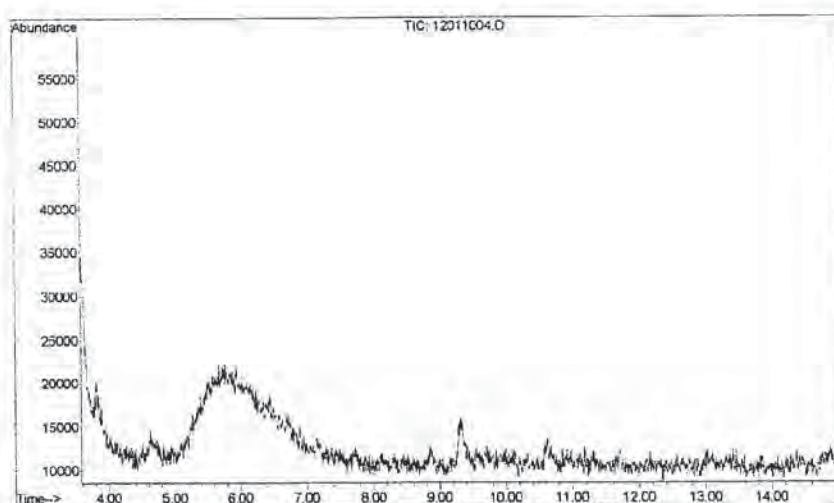
เมื่อทำการวิเคราะห์สารสกัดจากพริก ทั้งนี้ใช้พริกพีโรที่มีความเผ็ดสูงเป็นตัวอย่างศึกษา ทั้งนี้เพราะพริกพีโรมีความเผ็ดสูง น่าที่จะมี Medium Chain Fatty acid เหลือมากพอที่จะเห็นด้วยขบวนการสกัดและการทำ saponification ในระบบที่ใช้ในการสกัดและวิเคราะห์ fatty acid ตามงานวิจัยที่ผ่านมา จากการทดลองพบว่า ไม่สามารถตรวจสอบพบ Medium Chain Fatty acid ในพริกพีโรแห้ง ดังแสดงในภาพ 3.46 เนื่องจากไม่พบพีคที่ 9.13 และ 8.88 นาที และมี mass pattern เหมือนกับ GC-MS สเปกตรัมของ Z-8-Methylnonenoic methyl ester ดังในภาพ 3.45 ทั้งนี้ด้วยกระบวนการทำ saponification กับ สารมาตรฐาน E-8-methyl-6-nonenoic acid ภายใต้สภาวะที่ทดลองสามารถเปลี่ยนเป็น Z-8-Methylnonenoic methyl ester ได้จริง ดังนั้นขั้นตอนการทำ saponification ไม่น่าที่จะเป็นปัญหาหลักในการศึกษานี้ แต่ขั้นตอนการสกัด Medium Chain Fatty acid ที่บริเวณ placenta อาจจะเป็นขั้นตอนที่เป็นปัญหา เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การสกัดพริกพีโรสดและคัดเฉพาะในส่วนของ placenta มาทำการสกัดและวิเคราะห์ ภายใต้สภาวะเดียวกัน จากภาพ 3.47 พบว่าไม่สามารถตรวจสอบ Z-8-Methylnonenoic methyl ester ได้

จากปัญหาที่เกิดขึ้นมีความเป็นไปได้ว่าการยึดติดของ Medium Chain Fatty acid ที่บริเวณ placenta อาจมีการยึดติดที่ตึงและไม่สามารถทำการสกัดแบบธรรมดาเพื่อแยก Medium Chain Fatty acid อิสระ ออกมาแล้วทำปฏิกิริยา saponification ได้ ดังนั้น แนวทางการแก้ไขที่น่าจะมีการทดลองในอนาคตคือการสกัดด้วยระบบบัพเฟอร์ เพื่อสกัด Medium

Chain Fatty acid ที่อาจเกิด complexation กับ protein ออกจาก placenta และ ทำการ derivatization ให้อยู่ในรูปของ amide derivative ที่สามารถตรวจสอบได้ดีขึ้นที่ความเข้มข้นต่ำได้



ภาพ 3. 46 GC-MS สเปกตรัมของตัวอย่างพริกพีโรแห้ง



ภาพ 3. 47 GC-MS สเปกตรัมของตัวอย่างพริกพีโรสด

3.5 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพสารในกลุ่ม Volatile organic compounds (VOC) ในพริกตัวอย่างด้วย HS-SPME GC-MS technique

ในการทดลองขั้นตอนนี้จะเป็นวิเคราะห์สารในกลุ่ม VOC ด้วยเทคนิค HS-SPME GC-MS technique โดยจะเลือกตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างพริกที่นิยมบริโภคแบบพริกแห้งเป็นหลัก เพื่อวิเคราะห์ว่าในตัวอย่างมีสาร VOC ชนิดใดเป็นองค์ประกอบอยู่ที่ส่งผลให้พริกแห้งมีความหอม และเป็นที่ยอมรับในการบริโภค

วิธีทดลอง

การเตรียมตัวอย่างพริก

นำตัวอย่างพริกที่เก็บมาทำความสะอาด และตัดหัวออก แล้วนำไปปั่นจนละเอียดด้วยเครื่องปั่นผลไม้ จากนั้นนำไปเก็บในตู้เย็น -40°C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ VOCs ด้วย HS-SPME GC-MS technique

ซึ่งพริกตัวอย่างมา 3 กรัม ลงในขวดสกัดแบบ headspace ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ด้วย oil bath จากนั้นสกัดสาร VOC ด้วย SPME holder และ fiber (gray, divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane, DVB/CAR/PDMS, 50/30 μm) ที่อุณหภูมิ 60°C องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (การใช้ SPME fiber ครั้งแรกให้ปรับสถานะของ fiber ที่ 270°C องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง) จากนั้น desorption โดย insert needle ใน injection port (250°C) 2 นาที (Splitless mode)

สถานะของเครื่อง GC-MS ที่ใช้ในการวิเคราะห์

GC-MS model	;	Agilent
Mode	;	Splitless
Column	;	HP-5MS, length = 30 m, diameter 0.25 mm, film thickness = 0.25 μm)
Carrier gas	;	Helium flow 1 mL min^{-1}
Temp program	;	from 100°C at a rate of $5^{\circ}\text{C min}^{-1}$ to 250°C , post time 5 min at 280°C
Detection	;	scanning mode (mass range m/z 35-350 amu)

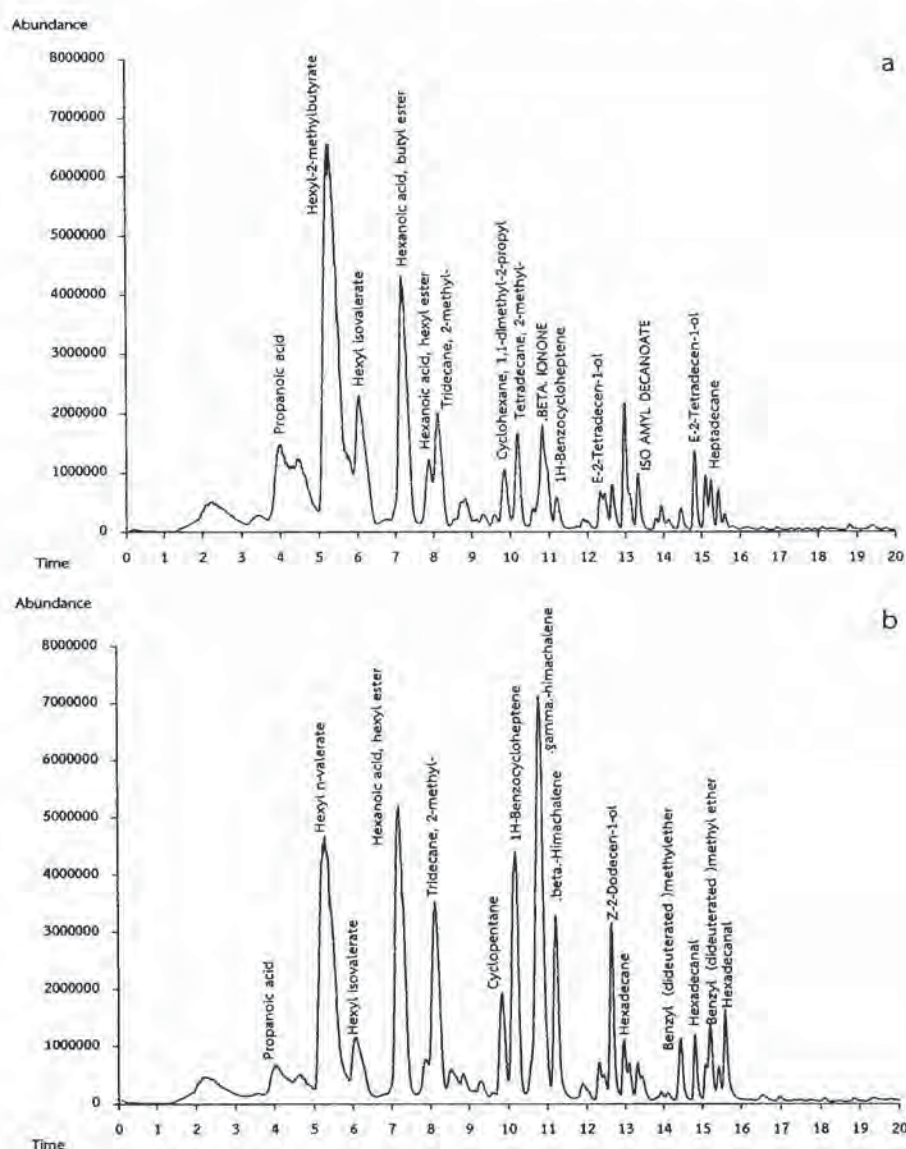
ผลการทดลอง

จากการทดลองวิเคราะห์ VOC ด้วยเทคนิค HS-SPME GC-MS ในตัวอย่างพริก ได้ผลการทดลองดังภาพ 3.48 และในภาคผนวก ง ซึ่งแต่ละสารตัวอย่างจะแสดงปริมาณสารกลุ่ม VOC ในปริมาณที่แตกต่างกัน จากการทำการวิเคราะห์ความถี่ในการพบสารต่างๆในพริกตัวอย่างทำการวิเคราะห์หา VOC ในพริก พบว่าสามารถแบ่งเป็นทั้งหมด 6 กลุ่ม ประกอบด้วย สารในกลุ่ม ester สารในกลุ่ม alcohol สารในกลุ่ม acid สารในกลุ่ม aldehyde สารในกลุ่ม ketone และสารในกลุ่ม hydrocarbon แสดงในตาราง 3.9-3.14 ตามลำดับ

สำหรับสารในกลุ่ม hydrocarbon (ตาราง 3.9) จากการวิเคราะห์พบสารในกลุ่มนี้มีมากกว่า 100 ชนิด แต่ที่พบมากในพริกมีทั้งหมด 17 ชนิด โดยสารในกลุ่ม pentadecane และ tetradecane จะพบได้ในพริกเกือบทุกชนิดที่ทำการวิเคราะห์ ดังนั้นสารในกลุ่ม hydrocarbon อาจไม่เหมาะในการเป็น marker ในการวิเคราะห์กลิ่นในพริก สารอีกกลุ่ม

หนึ่งที่ที่น่าสนใจคือสารในกลุ่ม aldehyde (ตาราง 3.12) พบว่าในพริกส่วนใหญ่จะพบ tetradecanal pentadecanal และ hexadecanal ซึ่งเป็นสารที่พบได้ในพวก cereal ที่ผ่านการบดและอบ สำหรับสารในกลุ่ม ester (ตาราง 3.10) จากการวิเคราะห์พบสารในกลุ่ม ester ทั้งหมด 14 ชนิด และที่พบมากในพริกมีทั้งหมด 2 ชนิดคือ 2-methylbutanoate และ oxacyclotetradecane-2-one รองลงมาคือ methyl salicylate ทั้งนี้สารในกลุ่ม ester เป็นสารในกลุ่มหลักที่นำส่งผลต่อกลิ่นของพริกในแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ในปี 2006 โดย Adrade และคณะ [43] ที่ทำการวิเคราะห์ VOC ในพริกกลุ่ม capsicum chinense พบว่า ester ของ butanoic acid จะพบมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้เช่นกัน ดังนั้น marker ที่น่าที่จะนำมาใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมด้านกลิ่นหอมของพริกน่าที่จะเป็นสารในกลุ่ม alkyl butanoate ทั้งนี้อาจโดยทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยเทคนิค Olfactometry GC MS เพื่อเป็นการยืนยันกลิ่นที่ต้องการยืนยันกับผลของ GC-MS

จากข้อมูลเบื้องต้นนี้เมื่อรวมกับข้อมูลด้านความพึงพอใจในกลิ่นของพริกจากผู้บริโภค มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานทางเคมี อาจทำให้สามารถระบุชนิดหรือกลุ่มของสารที่ส่งผลหลักต่อกลิ่นที่เป็นที่ต้องการของตลาดได้ในอนาคต



ภาพ 3. 48 โครมาโทแกรมของสาร Volatile organic compounds (VOC) ในตัวอย่างพริกขีหนูผลเล็ก No.114 (a) และ ขีหนูผลใหญ่ No.191 (b)

ตาราง 3.9 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Hydrocarbon	ความถี่
1-Decene, 9-methyl-	27
Cyclododecane	14
1,13-Tetradecadiene	19
3-Tetradecene, (E)-	10
Tetradecane	76
Tridecane, 2-methyl-	69
1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,	54
.gamma.-himachalene	62
1-ETHYL-2-METHYL CYCLODODECANE	19
Tetradecane, 2-methyl-	72
3-Hexadecene, (Z)-	28
Hexadecane	65
Pentadecane, 2-methyl-	74
Hexadecane, 2-methyl-	55
n-Heptadecane	67
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (Z)-	32
1,19-Eicosadiene	19

ตาราง 3.10 สาร VOC ในกลุ่ม ester

Ester	ความถี่
2-Hexenoic acid, ethyl ester	2
Benzoic acid / Methyl salicylate	8
Ethyl 2-hydroxybenzoate	3
Butanoic acid, hexyl ester*	1
Propanoic acid, 2-methyl	1
2-METHYL BUTYRATE	1
2-methylbutanoate	17
HEXYL ISOVALERATE	6
HEXYL-2-METHYLBUTYRATE	1
Butanoic acid, 3-methyl-	1
Hexanoic acid, hexyl ester	1
Oxacyclotetradecan-2-one	28
ISO AMYL DECANOATE	7
Ethyl linoleate	1

[76] Sousa, E. T.; Rhodigres, F. M.; Martins, C. C.; Oliveira, F. S.; Pereira, P. A. P.; Adrade, J. B. Multivariate optimization and HS-SPME/GC-MS analysis of VOCs in red, yellow and purple varieties of capsicum chinense sp. peppers

ตาราง 3.11 สาร VOC ในกลุ่ม alcohol

Alcohol	ความถี่
Benzenemethanol	1
Phenol, 2-methoxy	1
trans-2-Undecen-1-ol	2
Z-2-Dodecen-1-ol	34
8-Dodecenol	4
11-Dodecenol	2
D11-dodecene-1-ol	1
1-Dodecanol	1
E-2-Tetradecen-1-ol	20
d-Nerolidol $\Delta\Delta$ 1,6,10-Dodecatri	1
1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11	15
Farnesol	4
Cyclopentadecanone, 2-hydroxy-	2
1-Hexadecanol	1
1-Docosanol	2

ตาราง 3.12 สาร VOC ในกลุ่ม aldehyde

Aldehyde	ความถี่
2-Hexenal	2
tridecanal	1
13-Tetradecenal	1
Tetradecanal	16
Z-11-Pentadecenal	1
Pentadecanal	17
E-11-Hexadecenal	1
E-14-Hexadecenal	2
Hexadecanal	54
Octadecanal	11

ตาราง 3.13 สาร VOC ในกลุ่ม ketone

Ketone	ความถี่
.BETA. IONONE	1
.alpha.-Ionone β -3-Buten-2-one	2
3-Buten-2-one, 4-(2,6,6-trimethyl)	1

ตาราง 3.14 สาร VOC ในกลุ่ม acid

Acid	ความถี่
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	3

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในพริกสายพันธุ์ต่างๆ โดยเน้น สารในกลุ่ม capsaicinoids และ capsinoids สารที่ให้สีและมีสมบัติเป็น antioxidant ที่ดี และในกลุ่มกรดไขมันและ VOCs พบว่า สามารถแบ่งกลุ่มของพริกที่ทำการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 5 กลุ่มคือ 1) พริกที่ไม่เผ็ดหรือพริกหวาน มีระดับค่า SHU = 0-100 นี้ทั้งหมด 14 ชนิด โดยอยู่ในกลุ่มของพริกหวาน พริกหยวก และพริกประดับเป็นส่วนใหญ่ 2) พริกที่มีความเผ็ดน้อย มีระดับค่า SHU = 100-1,500 คือ พริกหยวกที่มาจากประเทศไต้หวัน CA1239 และพริกหยวกที่มาจากประเทศเกาหลี CA1734 3) พริกที่มีความเผ็ดปานกลาง มีระดับค่า SHU = 1,500-2,500 พบเพียง 1 ชนิด คือพริกชี้ฟ้าหนุมที่มาจากประเทศจีน CA1450 มีค่า SHU = 1,765 4) กลุ่มที่มีความเผ็ด มีระดับค่า SHU = 2,500-30,000 ทั้งนี้มีทั้งหมด 64 ชนิด 5) กลุ่มที่มีความเผ็ดมาก มีระดับค่า SHU=30,000-350,000 มีทั้งหมด 120 ชนิดและพบว่า CA1814 มีปริมาณ capsaicin และ dihydrocapsaicin มากที่สุด เท่ากับ 1060.8 ± 40.5 mg/100 g และ 481.14 ± 18.40 mg/100g ของพริกแห้ง สำหรับการวิเคราะห์หาสารในกลุ่ม capsinoids นั้น ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ ทั้งนี้เนื่องจาก capsate มีความไม่คงตัวสูง และพริกตัวอย่างที่ต้องทำการวิเคราะห์ ต้องทำการวิเคราะห์อย่างรวดเร็ว รวมทั้งกระบวนการสกัดต้องทำอย่างรวดเร็วและอุณหภูมิที่ต่ำ เพื่อให้การวิเคราะห์ปริมาณถูกต้อง

สำหรับการหาปริมาณของสารที่ให้สี คือ beta-carotene และ capsanthin นั้น จากการศึกษาพบว่า แบ่งได้ 6 กลุ่มคือ 1) ช่วง 0-10 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 85 ชนิด 2) ช่วง 10-20 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 80 ชนิด 3) ช่วง 20-30 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 19 ชนิด 4) ช่วง 30-40 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 12 ชนิด 5) ช่วง 40-50 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี capsanthin ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 3 ชนิด และ 6) ช่วงมากกว่า 50 mg /100g อยู่ 2 ชนิด คือ พริก CA1734 มีปริมาณ capsanthin 68 ± 2.49 mg/100g และ พริก CA1665 มีปริมาณ capsanthin 52 ± 2.49 mg/100g สำหรับการแบ่งกลุ่มพริกโดยใช้ beta-carotene เป็นตัวกำหนด ก็สามารถแบ่งตามปริมาณของสารที่พบเป็นช่วงๆละ 10 mg/100g พบว่า ช่วง 0-10 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี beta-carotene ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 130 ชนิด และ ช่วง 10-20 mg/100g ซึ่งจะพบว่ามีพริกที่มี beta-carotene ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด 46 ชนิด และมีพริกที่มีปริมาณของ capsanthin สูงมากคือมากกว่า 50 mg/100g อยู่ 4 ชนิด คือ พริก CA1734 มีปริมาณ beta-carotene 57.7 ± 1.7 mg/100g พริก CA1486 มีปริมาณ beta-carotene 56.7 ± 3.1 mg/100g พริก CA1470 มีปริมาณ beta-carotene 52.2 ± 0.9 mg/100g และ พริก CA1665 มีปริมาณ beta-carotene 50.8 ± 1.1 mg/100g

ในขณะที่การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันในพริก ยังมีปัญหาด้านการสกัดสารสำคัญออกจากพริก ทำให้การวิเคราะห์ในเบื้องต้นยังไม่ประสบความสำเร็จ ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าการยึดติดของ Medium Chain Fatty acid ที่บริเวณ placenta อาจมีการยึดติดที่ดีและไม่สามารถทำการสกัดแบบธรรมดาเพื่อแยก Medium Chain Fatty acid อิสระ และพบว่าสาร VOCs ที่น่าจะมีผลหลักต่อกลิ่นของพริกสารในกลุ่ม alkyl butanoate

ทั้งนี้เพื่อให้การจัดกลุ่มพริกตามปริมาณของสารสำคัญที่สนใจให้เป็นระบบจากการจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นด้วยวิธี Two-step cluster พบว่า สามารถจำแนกพริก 201 สายพันธุ์ ออกเป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยพริกจำนวน 27, 21, 84 และ 69 สายพันธุ์ ตามลำดับ แสดงในตาราง 4.1 และ 4.2 และภาคผนวก จ.

พริกในกลุ่มที่ 1 มีปริมาณ Capsaisin และ Dihydrocapsaisin เฉลี่ยสูงกว่าพริกในกลุ่มอื่น

พริกในกลุ่มที่ 2 มีปริมาณ Capsanthin และ Beta-carotene เฉลี่ยสูงกว่าพริกในกลุ่มอื่น

พริกในกลุ่มที่ 3 มีปริมาณ Capsaicin และ Dihydrocapsaicin เฉลี่ยในปริมาณที่ค่อนข้างสูง แต่มีปริมาณ Capsanthin และ Beta-carotene เฉลี่ยค่อนข้างต่ำ

พริกในกลุ่มที่ 4 มีปริมาณ Capsaicin, Dihydrocapsaicin Capsanthin และ Beta-carotene เฉลี่ยในปริมาณที่ต่ำกว่าพริกในกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม

ตาราง 4.1 แสดงจำนวนตัวอย่างพริกในแต่ละ Cluster

Cluster	จำนวนตัวอย่าง (N)	คิดเป็น % ของตัวอย่างทั้งหมด
1	27	13.4 %
2	21	10.4 %
3	84	41.8 %
4	69	34.3 %
รวม	201	100 %

ตาราง 4.2 แสดงข้อมูลปริมาณสารในการจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นด้วยวิธี Two-step cluster

Type	Cluster								Combined	
	1		2		3		4			
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Capsaicin	511.504	173.078	50.105	49.783	236.945	90.296	42.281	39.543	187.481	180.316
Dihydrocapsaicin	319.563	80.581	54.714	52.553	175.239	51.974	36.746	33.706	134.492	109.148
Capsanthin	15.711	10.086	35.705	11.590	12.305	4.776	9.190	4.815	14.138	10.151
Beta-carotene	17.326	14.568	26.481	12.133	8.014	4.399	5.622	3.794	10.373	9.957

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และผลผลิตของพริกในการทดลอง

ตาราง n-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
1	CA 074	No report	<i>C. annuum</i>	พุ่มขาว	1	white	pendant	compact	70	62	66	74
2	CA 078	No report	<i>C. annuum</i>	พุ่ม/cayenne	1	white	intermediate	compact	72	73	62	59
3	CA 084	No report	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว/ขาว/ฉี่หนู	1	white	intermediate	compact	70	63	69	67
4	CA 787	No report	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	pendant	compact	88	62	64	89
5	CA 849	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มขาว	1	white	pendant	compact	70	65	62	67
6	CA 957	Thailand	<i>C. annuum</i>	หยวก	1	white	pendant	compact	78	80	59	46
7	CA 1031	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	83	65	59	64
8	CA 1034	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	97	77	64	64
9	CA 1049	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	pendant	compact	100	65	66	71
10	CA 1113	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	55	65	55	64
11	CA 1262	No report	<i>C. annuum</i>	พุ่มขาว	1	white	pendant	compact	75	68	62	90
12	CA 1281	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	87	67	62	64
13	CA 1296	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ฉี่ฟ้า	1	white	intermediate	compact	68	60	69	81
14	CA 1444	China	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	erect	compact	61	72	59	39
15	CA 1447	China	<i>C. annuum</i>	ฉี่ฟ้า	1	white	pendant	compact	60	77	59	64
16	CA 1448	China	<i>C. annuum</i>	พุ่ม	1	white	intermediate	compact	55	72	55	64
17	CA 1449	China	<i>C. annuum</i>	ฉี่ฟ้า/พุ่ม	1	white	intermediate	compact	72	68	57	46
18	CA 1451	China	<i>C. annuum</i>	ฉี่ฟ้า/พุ่ม	1	white	intermediate	compact	62	71	57	54

ตาราง n-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
19	CA 1479	Lao	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	70	60	83	85
20	CA 1482	Lao	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	72	62	83	52
21	CA 1485	Lao	<i>C. annuum</i>	พุ่ม/ชี้หนู	1	white	pendant	erect	75	38	76	72
22	CA 1491	USA	<i>C. annuum</i>		1	white	intermediate	compact	44	48	64	
23	CA 1514	USA	<i>C. annuum</i>	พุ่มขาว	1	white	intermediate	compact	70	69	62	85
24	CA 1536	USA	<i>C. annuum</i>	หยวก	1	white	intermediate	compact	87	64	62	67
25	CA 1537	USA	<i>C. annuum</i>	พุ่ม	1	white	pendant	compact	82	74	62	67
26	CA 1616	Turkey	<i>C. annuum</i>	พุ่ม	1	white	pendant	compact	47	47	59	39
27	CA 1631	Spain	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	52	39	73	77
28	CA 1637	Ecuador	<i>C. annuum</i>	cayenne	1	white	pendant	compact	62	53	62	95
29	CA 1718	India	<i>C. annuum</i>	หยวก	1	white	pendant	compact	61	77	83	49
30	CA 1748	Japan	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	erect	prostrate	53	50	62	78
31	CA 2106	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	74	58	79	69
32	CA 645	China	<i>C. annuum</i>	มันดำ/พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	81	57	64	67
33	CA 969	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	79	67	59	69
34	CA 1029	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	69	57	62	74
35	CA 1046	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	compact	70	65	59	75
36	CA 1075	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	88	77	64	67

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
37	CA 1098	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	72	72	62	55
38	CA 1472	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	80	68	62	52
39	CA 1474	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	70	65	69	95
40	CA 1532	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/พุ่มขาว/เขียว	1	white	intermediate	compact	43	75	64	69
41	CA 1533	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/มันดำ	1	white	intermediate	compact	43	78	66	55
42	CA 1540	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	compact	60	75	62	54
43	CA 1541	USA	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	40	75	62	53
44	CA 1547	USA	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	pendant	compact	30	40	59	63
45	CA 1549	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	66	97	62	54
46	CA 1551	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/มันดำ	1-2	white	pendant	compact	50	100	57	78
47	CA 1566	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	47	65	62	81
48	CA 1569	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	erect	compact	60	78	57	52
49	CA 1574	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	erect	compact	57	60	57	46
50	CA 365	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	pendant	compact	60	60	55	79
51	CA 1187	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	43	95	64	88
52	CA 1188	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	63	80	69	64
53	CA 857	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1-4	white	pendant	compact	28	40	62	53

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
54	CA 939	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	pendant	compact	57	67	62	64
55	CA 437	No report	<i>C. annuum</i>	พุ่มขาว	1	white	intermediate	erect	27	37	59	54
56	CA 443	No report	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	33	48	59	69
57	CA 457	Hungary	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	33	52	62	63
58	CA 500	No report	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	33	40	50	64
59	CA 516	No report	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	compact	50	58	57	71
60	CA 651	China	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	38	55	50	71
61	CA 778	China	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	28	37	64	67
62	CA 1106	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/Jalapeno	1	white	pendant	compact	53	77	62	52
63	CA 1193	Thailand	<i>C. chinense</i>	พุ่มเขียว	1	white	pendant	compact	57	85	73	90
64	CA 1195	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	erect	erect	60	83	61	69
65	CA 1221	Taiwan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	45	57	79	88
66	CA 1239	Taiwan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	35	73	57	91
67	CA 1286	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มขาว	1	white	erect	compact	30	53	59	81
68	CA 1303	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	47	55	62	69
69	CA 1305	Vietnam	<i>C. annuum</i>	พวง/มันดำ	1	white	intermediate & pendant	compact	47	63	64	81
70	CA 1440	China	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	23	38	62	67

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
71	CA 1442	China	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	37	40	59	77
72	CA 1445	China	<i>C. annuum</i>	พวง/ซี่ฟ้า	1	white	intermediate & pendant	compact	48	66	59	54
73	CA 1450	China	<i>C. annuum</i>	ซี่ฟ้า/พวง	1	white	pendant	compact	38	40	62	69
74	CA 1497-A	USA	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	33	53	62	72
75	CA 1521	USA	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	28	50	57	73
76	CA 1681	Hungary	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	32	40	59	88
77	CA 1697	Turkey	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	22	43	55	101
78	CA 1698	Turkey	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	22	45	52	67
79	CA 1700	Turkey	<i>C. annuum</i>	พวง	1-2	white	intermediate	compact	22	25	57	79
80	CA 1702	USA	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	37	62	59	101
81	CA 1706	Yugoslavia	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	18	25	55	88
82	CA 1716	Yugoslavia	<i>C. annuum</i>	พวงยาว	1	white	intermediate	compact	28	53	55	95
83	CA 1719	Malaysia	<i>C. frutescens</i>	ซี่ฟ้ายาว	1-3	white	pendant	compact	42	75	57	53
84	CA 1734	S.Korea	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	pendant	compact	42	63	66	91
85	CA 1818	USA	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	45	65	59	64
86	CA 1184	Taiwan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	43	73	62	63

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
87	CA 682	China	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	37	63	62	88
88	CA 773	Bhutan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	40	60	59	93
89	CA 1225	Taiwan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	45	63	62	102
90	CA 1232	Taiwan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	37	58	59	73
91	CA 1236	Taiwan	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	60	83	59	109
92	CA 1599	Mexico	<i>C. annuum</i>	ซี่พู่/ซี่พู่ข้อ	3-5	white	erect & intermediate	compact	33	68	62	54
93	CA 1665	Mexico	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	erect & intermediate	compact	33	80	59	69
94	CA 1733	China	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	27	52	62	98
95	CA 1788	Moldova	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	intermediate	compact	20	25	62	98
96	CA 1815	USA	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	erect	compact	22	25	62	
97	CA 1838	Hungary	<i>C. annuum</i>	พวง	1	white	pendant	compact	33	47	62	81
98	CA 741	Hungary	<i>C. chinense</i>	ประดับ	1-3	green	erect	prostrate	40	48	106	78
99	CA 747	Hungary	<i>C. baccatum</i>	ประดับ	1	white	erect	prostrate	53	67	58	112
100	CA 748	Hungary	<i>C. chinense</i>	ประดับ	1-3	green	intermediate	prostrate	48	73	62	39
101	CA 749	Hungary	<i>C. baccatum</i>	ประดับ	1	white	erect	compact	53	82	88	112
102	CA 918	Japan	<i>C. chinense</i>	ประดับ	1-3	green	erect	prostrate	47	55	76	55
103	CA 924-A	Japan	<i>C. baccatum</i>	ประดับระฆัง	1-2	white	erect	prostrate	50	95	58	98

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
104	CA 1180	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนู	1	white	erect	prostrate	28	23	55	49
105	CA 1245	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	purple	erect	compact	47	70	59	67
106	CA 1320	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	45	60	73	85
107	CA 1489	USA	<i>C.annuum</i>	พริกประดับ	1	white	intermediate	compact	40	50	64	95
108	CA 1500	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	erect	compact	27	30	62	54
109	CA 1502	USA	<i>C.annuum</i>	Jalapeno	1	white	erect	compact	32	40	64	101
110	CA 1503	USA	<i>C.annuum</i>	Jalapeno	1	white	intermediate	compact	32	50	64	101
111	CA 1505	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนู/ประดับ	1	white	intermediate	compact	35	23	64	99
112	CA 1506	USA	<i>C.annuum</i>	พริก/ประดับ	1	white	intermediate	compact	25	37	73	88
113	CA 1507	USA	<i>C.annuum</i>	Jalapeno	1	white	erect	compact	40	87	59	64
114	CA 1508	USA	<i>C.annuum</i>	Jalapeno	1	white	intermediate	compact	33	53	60	54
115	CA 1515	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	30	37	59	90
116	CA 1519	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	32	60	57	63
117	CA 1525	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	erect	erect	30	65	57	92
118	CA 1531	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	35	30	55	54
119	CA 1614	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	38	63	62	85
120	CA 1620	Turkey	<i>C.annuum</i>	พริก/พริกเขียว	1	white	intermediate	compact	45	67	59	54
121	CA 1664	Cuba	<i>C.annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	55	73	76	67

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
122	CA 1683	Peru	<i>C.chinense</i>	ประดับ	1-3	light green	erect	compact	50	70	66	54
123	CA 1696	Turkey	<i>C.annuum</i>	พวน	1	white	erect	compact	35	55	62	74
124	CA 1721	USA	<i>C.annuum</i>	พวง/พวน	1	white	intermediate	compact	35	33	55	49
125	Habanero		<i>C.chinense</i>	ประดับ	2-4	green	erect	compact	55	50	91	88
126	หัวแสน มข.	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1-3	white	erect	compact	50	60	64	81
127	CA 860	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	5-6	white	erect	erect	45	80	62	92
128	CA 927	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	4	white	erect	erect	27	40	62	98
129	CA 1181	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับชี้หูช่อ	2-4	white	erect	compact	35	20	55	39
130	CA 1329	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	≥5	white	erect	erect	45	62	62	51
131	CA 1433	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	3-4	white	erect	erect	30	53	59	99
132	CA 1438	China	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	1-6	white	erect	erect	45	80	57	51
133	CA 1570	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	7-8	white	erect	erect	38	53	59	54
134	CA 1572	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หูช่อ	7-8	white	erect	erect	45	70	62	81
135	CA 1031	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	compact	45	93	60	64
136	CA 1046	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	compact	43	77	64	54
137	CA 1095	Thailand	<i>C.annuum</i>	พวง	1	white	pendant	compact	40	67	62	54
138	CA 1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	1	white	pendant	compact	37	63	62	54
139	จักรพรรดิ	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	53	87	59	75

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
140	SR09-004	Thailand	<i>C. annuum</i>	หยวก	1	white	pendant	compact	53	80	64	71
141	SR09-013	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	57	73	64	71
142	SR09-014	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	55	77	64	67
143	SR09-015	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	68	83	62	55
144	SR09-021	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มขาว	1	white	intermediate	compact	55	100	66	74
145	SR09-022	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate & pendant	compact	53	100	64	55
146	SR09-179	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	53	90	62	64
147	SR09-180	Thailand	<i>C. annuum</i>	หยวก	1	white	pendant	compact	48	87	64	103
148	ปากคลอง 192	Thailand	<i>C. annuum</i>	หยวก	1	white	intermediate	compact	53	83	64	54
149	Wega 1288	Thailand	<i>C. annuum</i>	หวาน	1	white	erect	compact	25	47	73	103
150	Hot pepper of cayenne	Spain	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	25	47	62	44
151	Nocera	Spain	<i>C. annuum</i>	หวาน	1	white	erect	compact	35	47	88	101
152	Dulce de espana	Spain	<i>C. annuum</i>	หวาน	1	white	intermediate	compact	40	73	62	64
153	Bird Pepper	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้พันธุ์ใหญ่	1	white	erect	compact	43	60	64	78
154	SR09-016	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้พันธุ์ใหญ่	1	white	erect	erect	47	90	64	49
155	SR09-010	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้พันธุ์ใหญ่	1	white	erect	erect	50	100	66	49

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
156	SR09-012	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	45	60	59	46
157	SR09-017	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	45	50	64	46
158	หยกสวรรค์	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุมเขี้ยว	1	white	intermediate	compact	53	100	64	80
159	จอมทอง 2	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุมเขี้ยว	1	white	pendant	compact	55	100	62	64
160	F1 360918	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุมเขี้ยว	1	white	intermediate	erect	50	98	62	69
161	F1 361004	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	compact	erect	45	100	64	54
162	F1 361014	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	compact	erect	47	97	64	54
163	F1 361015	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	compact	erect	43	72	64	46
164	CA 034	Thailand	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	compact	compact	30	43	114	
165	CA 223	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	40	80	76	54
166	CA 446	No report	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	white	compact	erect	45	92	64	54
167	CA 1131	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	white	compact	erect	55	90	64	54
168	CA 1258	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	white	compact	erect	45	60	64	67
169	CA 1260	Taiwan	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	compact	erect	50	100	114	103
170	CA 1302	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	compact	42	30	64	54
171	CA 1308	Vietnam	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	30	43	119	104
172	CA 1317	Bolivia	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	compact	23	58	69	91
173	CA 1323	Columbia	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	23	33		

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
174	CA 1324	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	compact	28	40	71	54
175	CA 1328	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	compact	20	42		
176	CA 1332	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	40	63	119	103
177	CA 1333	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	40	80	90	101
178	CA 1334	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	30	87	119	101
179	CA 1342	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-5	green	erect	compact	25	97	76	101
180	CA 1343	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	compact	28	60	91	105
181	CA 1344	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	compact	erect	60	77	115	88
182	CA 1345	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	48	93	115	82
183	CA 1346	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	52	92	115	82
184	CA 1347	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	55	71	88	57
185	CA 1348	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	erect	43	77	92	89
186	CA 1349	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	erect	48	89	115	84
187	CA 1350	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	white	erect	erect	38	76	78	72
188	CA 1352	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	53	70	117	
189	CA 1354	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	62	85	77	76
190	CA 1355	Thailand	<i>C.annuum</i>	ปรระดับ	1-2	purple	erect	compact	42	42	57	57
191	CA 1356	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	green	erect	erect	40	76	118	96

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
192	CA 1359	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	40	62	118	89
193	CA 1361	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	37	72	103	91
194	CA 1362	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	47	77	103	82
195	CA 1364	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	58	75	68	45
196	CA 1365	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	42	70	103	88
197	CA 1366	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	47	72	67	89
198	CA 1368	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	52	77	92	74
199	CA 1370	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	green	erect	erect	37	65	78	103
200	CA 1393	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	43	83	86	103
201	CA 1399	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	40	84	103	88
202	CA 1429	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูไม่เด็ด	1-3	green	erect	erect	60	78	70	57
203	CA 1435	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	53	88	120	89
204	CA 1469	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	52	85	74	89
205	CA 1470	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-3	green	erect	erect	45	93	119	92
206	CA 1476	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	white	erect	compact	60	83	62	56
207	CA 1477	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	white	erect	compact	48	70	62	71
208	CA 1481	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	green	erect	erect	45	73	78	156

ตาราง n-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
209	CA 1486	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	green	erect	erect	47	88	104	90
210	CA 1487	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	green	erect	erect	40	70	109	103
211	CA 1499	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	38	55	67	55
212	CA 1518	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	white	erect	compact	43	42	53	60
213	CA 1538	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/เล็ก	1	white	erect	compact	37	73	65	74
214	CA 1594	Columbia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	white	erect	compact	48	63	103	91
215	CA 1715	Malaysia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	green	erect	erect	37	42	119	103
216	CA 1814	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	50	73	70	67
217	CA 1857	No. report	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	white	erect	erect	40	70	64	57
218	พวี 60	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1	white	erect	compact	57	70	109	61
219	พพพระ	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	43	83	75	71
220	อัมผาง	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	58	67	75	57
221	SR09-181	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	57	72	119	152
222	CA 215	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	38	72	64	47
223	CA 218	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	65	62	47
224	CA 227	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	43	58	65	71
225	CA 398	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	47	68	65	70
226	CA 758	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	43	77	67	60

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
227	CA 906	Japan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	37	70	65	79
228	CA 931	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุข้อ	1-5	white	erect	erect	47	78	70	70
229	CA 945	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	47	73	63	47
230	CA 983	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	45	80	75	48
231	CA 1001	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	47	100	62	75
232	CA 1003	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	68	67	46
233	CA 1110	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	pendant	compact	57	70	62	47
234	CA 1153	Japan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุ/ชี้หนุข้อ	1-2	white	erect	compact	43	72	60	60
235	CA 1155	Japan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	60	65	56
236	SR09-006	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุเขียว	1	white	intermediate	erect	43	73	103	74
237	CA 1163-A	Japan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	60	65	63
238	CA 1165	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	83	89	81
239	CA 1167	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	90	75	81
240	CA 1168	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	90	67	47
241	CA 1172	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	33	90	67	81
242	CA 1282	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	pendant	compact	37	73	63	55
243	CA 1283	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	47	83	67	79
244	CA 367	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	3-5	white	erect	compact	43	70	53	82
245	CA 1290	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	37	37	63	82

ตาราง n-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
246	CA 1338	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	43	57	63	55
247	CA 1339	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่/ชี้ฟ้า	1	white	erect	compact	47	60	62	70
248	CA 1341	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่/ชี้ฟ้า/ประดับ	1	white	pendant	erect	40	70	60	45
249	CA 1360	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	37	47	69	55
250	CA 1363	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	43	73	64	56
251	CA 1369	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	40	47	62	47
252	CA 1378	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	40	63	62	60
253	CA 1379	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact & erect	50	63	62	55
254	CA 1380	Thailand	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1-2	green	erect	erect	50	70	103	88
255	CA 1381	Thailand	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลใหญ่/เล็ก	1-2	green	erect	erect	50	77	81	82
256	CA 1386	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	73	67	84
257	CA 1387	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	87	71	82
258	CA 1389	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	80	67	85
259	CA 1412	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	77	75	46
260	CA 1414	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	43	73	65	57
261	CA 1415	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	50	93	75	47
262	CA 1416	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	47	93	75	47

ตาราง n-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
263	CA 1417	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	47	67	75	47
264	CA 1418	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	53	93	78	103
265	CA 1420	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	47	90	78	82
266	CA 1421	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	40	80	78	79
267	CA 1424	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	erect	43	83	81	70
268	CA 1432	Japan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	intermediate	compact	23	40	62	70
269	CA 1452	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	40	58	62	81
270	CA 1458	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	53	60	64	71
271	CA 1459	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	63	80	62	71
272	CA 1463	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	60	63	62	74
273	CA 1465	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	57	67	64	60
274	CA 1467	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	67	62	61
275	CA 1471	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	intermediate	compact	40	70	70	55
276	CA 1475	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	intermediate	erect	57	80	75	79
277	CA 1483	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	pendant	erect	60	87	77	79
278	CA 1571	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	intermediate	compact	53	77	72	79
279	CA 1753	Venezuela	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่/ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	compact	53	80	62	57
280	F12	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	83	60	67

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
281	F40	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	57	77	60	67
282	F85	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	60	77	60	67
283	F91	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	57	80	60	69
284	F112	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	63	60	60	47
285	F133	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	67	73	60	57
286	F139	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	60	77	60	56
287	F150	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	53	70	60	61
288	PR3	Thailand	<i>C. chinense</i>	พริกฟโรธ	2-4	light green	intermediate	compact	63	63	103	47
289	PR5	Thailand	<i>C. chinense</i>	พริกฟโรธ	2-4	light green	intermediate	compact	53	60	103	74
290	SR09-001	Thailand	<i>C. chinense</i>	พริกฟโรธ	1-3	light green	erect	compact	53	60	103	74
291	ฟโรธ จตุพร	Thailand	<i>C. chinense</i>	พริกฟโรธ	2-4	light green	intermediate	compact	50	60	96	99
292	Superhot	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	67	90	67	60
293	จินดา	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	90	122	81
294	SR07-0028	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	100	78	71
295	SR08-0142	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	90	91	79
296	SR08-0143	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	57	70	65	56
297	SR09-043	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	95	67	71
298	CA 746	Hungari	<i>C. baccatum</i>	ประดับ	1	white	erect	prostate& compact	73	77	64	74
299	CA 224	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	60	82	64	73

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
300	พยสขาม	Thailand	<i>C. annuum</i>	พุ่มเขียว	1	white	intermediate	compact	67	93	67	71
301	CA 1423	Thailand	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูผลใหญ่	1	white	erect	erect	53	85	94	71
302	CA 1351	Thailand	<i>C. frutescens</i>	ซี่หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	60	97	109	105
303	PR2	Thailand	<i>C. chinense</i>	พริกโพธิ์	2-4	yellow green	erect	compact	60	77	109	45
304	CA 1337	Thailand	<i>C. frutescens</i>	ซี่หนูผลเล็ก	1-2	green	erect	compact	60	75	94	82
305	CA 1632-A	Mexico	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูผลเล็ก	1	white	erect	compact	53	53	70	47
306	CA 1151	Thailand	<i>C. annuum</i>	หอบก	1	white	erect	compact	40	47	57	61
307	CA 1247	Taiwan	<i>C. annuum</i>	หวาน	1	white	erect	compact	37	40	75	63
308	CA 1373	Thailand	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	43	53	95	60
309	CA 919	Japan	<i>C. baccatum</i>	ประดับ	1	white	erect	compact	60	70	89	74
310	CA 1210	Taiwan	<i>C. annuum</i>	หวาน	1	white	erect	compact	40	53	60	74
311	CA 1563	USA	<i>C. annuum</i>	ประดับ	1	white	intermediate	compact	43	63	62	61
312	ห้วยสีทน	Thailand	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	57	85	69	74
313	พริกเคียวไก่	Thailand	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	50	92	75	47
314	CA 1152	Japan	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูข้อ	2-5	white	erect	compact	57	53	58	69
315	พริกมันดำ	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	1	white	intermediate	compact	53	68	74	61
316	SR09-018	Thailand	<i>C. annuum</i>	หอบก	1	white	intermediate	erect	40	80	75	71
317	CA 1567	USA	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูผลใหญ่	1	white	intermediate	compact	55	45	89	88
318	F1 Super Sab	Thailand	<i>C. annuum</i>	ซี่หนูผลใหญ่	1	white	erect	compact	60	67	96	74

ตาราง ก-1 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Country	Scientific name	Type	No. of flower /axis	Corolla color	Pedicel position	Plant character			Day to flower (DAS)	Day to harvest (DAT)
								growth habit	height (cm.)	width (cm.)		
319	CA 1331	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1-2	green	erect	erect	37	72	119	103
320	CA 1297	Taiwan	<i>C.baccatum</i>	ชี้ฟ้า	1	white	intermediate	prostrate	37	35	111	138
321	CA 1340	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	40	50	89	84
322	CA 1498	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	1-2	white	intermediate	erect	30	33	89	67
323	CA 1229	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	1	white	erect& intermediate	compact	43	50	103	67
324	CA 1385	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1	white	erect	compact	57	60	89	78
325	CA 1527	USA	<i>C.annuum</i>	หวาน	1	white	intermediate	erect	30	28	89	67
326	CA 1336	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	1	yellow and green	erect	compact	50	73	89	45

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
15	CA 1447	pendant	green	red	elongate	47.8	3.0	16.8		378	566	944	19	236
16	CA 1448	pendant	green	red	elongate	15.2	2.0	11.3	mixed	422	464	886	26	222
17	CA 1449	intermediate	green	red	elongate	21.6	2.3	10.6	mixed	657	665	1322	19	330
18	CA 1451	pendant	green	red	elongate	31.8	2.7	12.4	mixed	255	631	887	16	222
19	CA 1479	intermediate	green	red	elongate	3.8	0.9	6.9		36	47	84	11	21
20	CA 1482	intermediate	green	red	elongate	2.8	1.0	5.9	mixed	40	30	70	8	18
21	CA 1485	pendant	green	red	elongate	1.8	0.7	4.5	mixed	6	3	10	1	2
22	CA 1491	intermediate	green	red	elongate	1.8	0.8	4.3		5	2	7	2	2
23	CA 1514	intermediate	green & L.green	red	elongate	1.4	0.6	5.5	mixed	31	69	100	24	25
24	CA 1536	pendant	green	red	elongate	18.0	2.3	10.5	mixed	394	391	785	19	196
25	CA 1537	pendant	light green	red	elongate	28.4	2.2	14.6	mixed	370	729	1099	17	275
26	CA 1616	pendant	green	red	elongate	8.4	1.4	8.4		23	103	126	9	32
27	CA 1631	intermediate	green	red	round	14.4	3.6	2.6		298	136	433	9	108
28	CA 1637	pendant	green	red	elongate	4.0	0.9	9.7		175	131	306	43	77
29	CA 1718	pendant	light green	red	triangular	15.2	2.9	7.4	mixed	416	252	668	24	167
30	CA 1748	erect	green	red	elongate	7.8	1.7	8.7		45	98	143	6	36
31	CA 2106	pendant	green	red	elongate	9.6	1.5	10.1		346	443	788	43	197

ตาราง ๓-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variation	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	fresh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
1	CA 074	pendant	light green	red	elongate	17.8	1.8	12.8	1.8		601	469	1070	33	267
2	CA 078	pendant	light green	red	elongate	6.0	1.2	9.7	1.1	mixed	601	454	1054	56	264
3	CA 084	pendant	light green	red	elongate	14.8	1.7	12.2	1.9	mixed	394	603	997	43	249
4	CA 787	pendant	green	red	elongate	12.2	1.3	9.5	1.2	mixed	249	312	561	20	140
5	CA 849	pendant	light green	red	elongate	22.0	1.8	15.2	1.7		613	494	1107	20	277
6	CA 957	pendant	green	red	elongate	2.0	1.3	3.8	0.6		252	352	603	33	151
7	CA 1031	pendant	green	red	elongate	6.0	1.4	9.9	1.0	mixed	204	263	467	36	117
8	CA 1034	pendant	green	red	elongate	9.4	1.5	10.8	1.3	mixed	475	340	815	40	204
9	CA 1049	pendant	green	red	elongate	10.4	1.6	11.2	1.0		149	252	401	18	100
10	CA 1113	pendant	green	red	elongate	10.0	1.4	10.5	1.1		338	428	766	38	192
11	CA 1262	pendant	green	red	elongate	16.0	1.3	15.6	1.6		460	600	1060	34	265
12	CA 1281	pendant	green	red	elongate	17.2	1.7	14.9	1.7		622	543	1165	33	291
13	CA 1296	intermediate	green	red	elongate	19.2	2.5	8.9	2.3		171	201	372	13	93
14	CA 1444	intermediate	light green	red	triangular	6.0	2.5	3.6	1.1		82	258	339	12	85

Figure n-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
32	CA 645	pendant	dark green	red	elongate	22.2	1.9	13.7	3.3	mixed	169	216	385	10	96
33	CA 969	pendant	green	red	elongate	6.2	1.1	7.9	0.6		214	433	647	43	162
34	CA 1029	pendant	green	red	elongate	7.8	1.4	11.3	1.1		191	70	261	15	65
35	CA 1046	pendant	green	red	elongate	5.6	0.9	10.9	0.7		79	122	201	15	50
36	CA 1075	pendant	green	red	elongate	4.4	1.2	8.7	0.9		319	215	535	64	134
37	CA 1098	pendant	dark green	red	elongate	8.4	1.5	8.9	1.2		527	633	1160	47	290
38	CA 1472	pendant	green	red	elongate	3.0	0.8	6.5	0.3		68	66	134	18	34
39	CA 1474	pendant	green	red	elongate	1.5	1.0	5.8	0.6		4	3	7	1	2
40	CA 1532	pendant	green	red	elongate	21.2	1.7	16.9	1.8	mixed	341	215	556	13	139
41	CA 1533	pendant	green	red	elongate	13.0	1.5	11.9	1.8	mixed	103	74	177	7	44
42	CA 1540	pendant	dark green	red	elongate	6.0	1.0	12.3	0.8		65	85	150	24	38
43	CA 1541	pendant	green	red	elongate	18.4	1.8	11.5	2.3		175	131	305	12	76
44	CA 1547	pendant	green	red	elongate	10.4	1.5	11.3	1.4		93	93	187	13	47
45	CA 1549	pendant	green	red	elongate	8.0	1.1	11.9	1.1		296	288	584	38	146
46	CA 1551	pendant	green	red	elongate	10.0	1.4	11.3	1.2	mixed	354	233	587	24	147
47	CA 1566	pendant	green	red	elongate	3.6	1.0	8.8	0.7		142	102	244	29	61
48	CA 1569	pendant	green	red	elongate	2.0	0.5	6.6	0.4		55	79	134	26	34

ตาราง n-2 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
49	CA 1574	pendant	green	red	elongate	2.8	0.7	9.6	0.7		185	153	339	67	85
50	CA 365	pendant	dark green	red	elongate	16.2	1.8	11.5	1.8		395	723	1118	31	279
51	CA 1187	pendant	green	red & yellow	elongate	10.8	1.8	9.0	1.5	mixed	167	304	471	19	118
52	CA 1188	pendant	dark green	red	elongate	10.8	1.7	7.4	1.6		296	432	728	37	182
53	CA 857	pendant	green	red	elongate	6.4	1.2	10.0	1.5	mixed	143	218	361	29	90
54	CA 939	pendant	green	red	elongate	12.2	1.6	11.1	1.6		538	937	1475	57	369
55	CA 437	intermediate	light green	red	elongate	24.4	1.8	13.9	2.0		110	517	627	12	157
56	CA 443	intermediate	light green	red	triangular	28.6	2.6	12.8	2.5		59	140	199	3	50
57	CA 457	intermediate	green	red	triangular	16.8	6.3	9.9	2.3		62	307	369	9	92
58	CA 500	intermediate	light green	red	elongate	49.4	2.4	15.0	2.8		225	412	637	10	159
59	CA 516	intermediate	green	red	elongate	12.0	2.0	10.8	1.5	mixed	144	209	352	11	88
60	CA 651	erect	light green	red	triangular	26.0	2.7	10.9	2.4		227	432	659	13	165
61	CA 778	intermediate	green	red	blocky	23.2	3.6	6.5	2.6		53	141	194	4	49

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character									Line variati- on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)	MKBLE		non-MK	Total	no.	wt.g.	
62	CA 1106	pendant	green	red	elongate&triangular	8.6	1.7	7.5	1.6		mixed	253	321	574	36	143
63	CA 1193	pendant	green	red	elongate	17.6	2.2	11.1	1.7		mixed	169	206	375	10	94
64	CA 1195	erect	green	red	triangular	16.8	2.9	6.4	2.0			710	306	1016	31	254
65	CA 1221	intermediate	green	red	triangular	53.0	4.6	9.1	3.0			253	358	611	8	153
66	CA 1239	pendant	green	dark red	elongate	27.4	2.3	13.2	2.3			152	178	330	6	83
67	CA 1286	pendant	light green	red&orange	conical	24.4	2.2	14.1	2.0			106	410	516	18	129
68	CA 1303	pendant	dark green	red	elongate	8.2	1.4	9.1	1.5			378	785	1162	65	291
69	CA 1305	intermediate & pendant	green	red	elongate	8.8	1.2	9.2	0.7		mixed	77	143	220	10	55
70	CA 1440	intermediate	green	red	triangular	41.2	3.9	8.9	3.8			33	153	186	2	47
71	CA 1442	intermediate	green & L. green	red&orange	triangular & blocky	48.0	4.5	8.1	3.7		mixed	124	225	348	2	87
72	CA 1445	intermediate & pendant	green	red	triangular	63.0	3.4	14.2	3.3		mixed	382	476	857	10	214
73	CA 1450	intermediate	green	red	elongate	35.6	2.6	14.7	2.7		mixed	236	338	574	6	144
74	CA 1497-A	intermediate	green	red	triangular	30.0	2.9	12.6	2.0			113	127	240	4	60
75	CA 1521	intermediate	green	red&orange	triangular	47.7	4.5	7.6	3.8			63	201	265	3	66

ตารางที่ 2 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati- on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBL	non- MK	Total	no.	wt.g.
76	CA 1681	intermediate	green	red	triangular	21.8	2.7	8.8	2.2		85	39	124	3	31
77	CA 1697	erect	light green	red	blocky	39.0	4.6	6.7	3.3		130	28	158	6	40
78	CA 1698	pendant	light green	red	triangular	39.0	2.6	15.3	2.6		70	144	214	2	54
79	CA 1700	pendant	light green	red&orang e	triangular	32.0	2.3	14.4	2.2		120	203	323	4	81
80	CA 1702	pendant	green	red	triangular	79.2	4.9	11.4	4.3		573	309	882	5	220
81	CA 1706	erect	light green	red&orang e	triangular	28.6	2.9	9.1	2.6		36	114	150	2	37
82	CA 1716	intermediate	light green	red&orang e	elongate	15.4	1.6	10.4	1.3		70	79	149	4	37
83	CA 1719	pendant	light green	red&orang e	elongate	4.8	1.4	4.9	1.2		54	99	153	20	38
84	CA 1734	pendant	green	red	triangular	10.2	2.0	8.7	1.3		95	80	175	6	44
85	CA 1818	pendant	green	red	elongate	29.4	2.7	11.2	1.7		66	434	500	10	125
86	CA 1184	intermediate	light green	red&orang e	blocky	53.2	4.9	6.9	3.4		816	389	1205	10	301
87	CA 682	intermediate	green	red	blocky	58.6	5.9	6.0	2.9		595	515	1110	7	278
88	CA 773	intermediate	green	red	blocky	71.3	5.2	7.9	4.0		125	238	363	2	91
89	CA 1225	intermediate	green	red	blocky	68.6	5.3	9.2	3.9		71	171	242	2	60

ตารางที่ ๓-๒ Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
90	CA 1232	intermediate	green	red	blocky	86.0	5.9	7.1		212	523	734	5	184
91	CA 1236	intermediate	green	red	bell	127.2	6.0	14.9		145	327	472	2	118
92	CA 1599	erect	green	red	elongate	1.0	0.4	5.1	0.2	47	59	106	24	26
93	CA 1665	intermediate	green	red	triangular	8.4	2.6	3.8	1.5	141	179	320	21	80
94	CA 1733	intermediate	green	red	blocky	101.3	6.4	9.5	4.6	38	230	269	2	67
95	CA 1788	pendant	light green	red	triangular	41.0	4.4	8.5	2.9	15	119	135	1	34
96	CA 1815									0	0	0	0	0
97	CA 1838	intermediate	white	orange& yellow	blocky	75.2	5.0	9.7	4.4	296	400	696	6	174
98	CA 741	intermediate	green	red	campanulate	9.2	2.9	4.6	1.6	136	115	251	17	63
99	CA 747	intermediate	green	red brown	campanulate	2.0	3.7	2.3	2.9	199	110	309	10	77
100	CA 748	pendant	green	red	campanulate	5.2	2.2	3.7	2.0	158	205	363	38	91
101	CA 749	intermediate	green	red	elongate	14.6	2.2	9.3	1.9	193	773	966	43	241
102	CA 918	intermediate	green	orange& yellow	campanulate	9.2	2.8	4.9	2.0	138	188	326	17	82
103	CA 924-A	pendant	green	red	campanulate	16.6	4.9	4.0	2.0	292	406	698	16	174
104	CA 1180	erect	light green	orange	elongate	2.0	0.5	1.2	0.3	8	19	27	28	7

ตารางที่ ๒-๒ Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character									Line	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant		
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)	MKBLE		non-MK	Total	no.	wt.g.		
105	CA 1245	erect	purple	orange	triangular	4.0	0.8	1.4	0.6				40	90	130	43	32
106	CA 1320	pendant	green	red	almost round	22.0	4.2	3.9	3.3				112	160	272	8	68
107	CA 1489	intermediate	white& yellow	red	triangular	19.8	2.6	7.1	2.8				105	383	488	14	122
108	CA 1500	erect	green	orange-red	elongate	2.7	1.2	4.7	0.9				4	6	10	1	2
109	CA 1502	pendant	green	red	elongate	16.6	2.1	6.1	2.8				232	226	458	13	114
110	CA 1503	intermediate	green	red	elongate	12.2	2.1	5.8	3.3				49	65	114	4	28
111	CA 1505	intermediate	yellow	orange	triangular	3.8	1.5	3.5	1.7				40	73	113	13	28
112	CA 1506	intermediate	green& L.green	red&orange	campanulate &triangular	22.8	3.0	7.4	3.1			mixed	68	459	527	11	132
113	CA 1507	intermediate	green	red	elongate	20.8	2.5	8.7	2.6			mixed	209	497	706	14	176
114	CA 1508	intermediate	green	red	elongate	25.2	2.5	6.5	3.4				39	176	215	4	54
115	CA 1515	intermediate	green	red	triangular	40.0	4.4	6.4	3.7				53	107	160	2	40
116	CA 1519	intermediate	green	red	round& elongate	11.2	3.0	3.0	2.6			mixed	218	327	545	18	136
117	CA 1525	erect	green	red	round	17.0	3.5	2.9	3.2				168	176	344	11	86
118	CA 1531	intermediate	light green	red&orange	triangular	22.0	2.9	7.0	3.1				298	336	634	19	159
119	CA 1614	intermediate	green	red	triangular	14.0	2.4	7.9	1.9			mixed	242	185	427	345	107
120	CA 1620	pendant/	green	red	elongate	13.6	1.8	10.7	1.6			mixed	112	346	458	18	115

ตารางที่ 2-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
		intermediate												
121	CA 1664	pendant	green	red	elongate	9.8	1.7	7.9		231	381	612	38	153
122	CA 1683	intermediate	green	yellow	campanulate	7.2	2.9	5.2		111	200	311	24	78
123	CA 1696	erect	light green	red	blocky	27.8	4.4	5.5		40	273	313	4	78
124	CA 1721	intermediate	green /G.brown	red	triangular /blocky	45.2	4.2	9.8	mixed	123	277	399	6	100
125	Habanaro	intermediate	green	red	campanulate	7.0	2.4	3.5		29	85	114	6	29
126	พริกสวน บพ.	intermediate	green w/ purple	red	campanulate	1.6	1.4	2.5		44	64	108	32	27
127	CA 860	erect	green	red	elongate	1.2	0.5	3.8		69	92	162	60	40
128	CA 927	erect	green	red	elongate	1.2	0.7	4.2		39	66	105	30	26
129	CA 1181	erect	green	red	elongate	0.8	0.7	2.8		49	97	146	42	36
130	CA 1329	erect	green	red	elongate	2.0	0.7	6.2		56	60	116	28	29
131	CA 1433	erect	green	red&yellow w	elongate	1.6	0.5	4.5	mixed	30	49	79	17	20
132	CA 1438	erect	green	red	elongate	1.6	0.5	4.4		89	159	249	61	62
133	CA 1570	erect	green	red	elongate	1.2	0.5	4.0		26	52	78	19	19

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
134	CA 1572	erect	green	red	elongate	1.6	0.7	3.8	0.4	mixed	88	96	183	22	46
135	CA 1031	pendant	green	red	elongate	6.2	1.3	9.8	1.1	mixed	51	85	136	10	34
136	CA 1046	pendant	green	red	elongate	3.4	9.0	8.3	0.8		229	167	396	43	99
137	CA 1095	pendant	green	red	triangular	8.6	2.2	6.7	1.4		173	317	490	27	123
138	CA 1098	pendant	dark green	red	elongate	9.8	1.5	9.5	1.5		255	480	734	29	184
139	จักรพรรดิ	pendant	green	red	elongate	17.0	1.5	13.5	1.4		626	524	1149	30	287
140	SR09-004	pendant	light green	red	triangular	32.4	3.4	8.6	2.5		78	122	200	4	50
141	SR09-013	pendant	green	red	elongate	30.8	2.0	18.5	2.1		841	652	1493	27	373
142	SR09-014	pendant	green	red	elongate	23.0	1.7	16.0	1.8	mixed	379	398	776	19	194
143	SR09-015	pendant	light green	red	elongate	22.0	1.8	17.6	1.7		869	542	1411	31	353
144	SR09-021	intermediate	light yellow	red	elongate	20.4	1.5	14.7	1.4		787	482	1269	24	317
145	SR09-022	pendant	green	red	elongate	9.4	1.4	10.0	1.4		884	740	1624	44	406
146	SR09-179	pendant	green	red	elongate	16.6	1.6	13.1	1.9		407	387	794	21	198
147	SR09-180	pendant	white	red	triangular	34.0	3.5	10.0	2.3		88	223	311	5	78
148	Pak- Klong 192	pendant	light green	red	triangular	35.4	3.2	11.1	3.0		374	768	1142	18	286

ตาราง n-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
149	Wega 1288	intermediate	green	red	blocky	118.0	6.8	7.6		1100	781	1881	56	470
150	Hot pepper of cayenne	pendant	green	red	elongate	3.0	0.7	6.8		115	171	285	24	71
151	Nocera	pendant	green	red	blocky	98.8	6.2	8.6		242	390	632	3	158
152	Dulce de espana	pendant	green	red	triangular	71.6	4.3	12.3		475	695	1171	9	293
153	Bird Pepper	erect	light green	red	elongate	3.0	0.9	7.2		88	150	239	44	60
154	SR09-016	erect	green	red	elongate	1.8	0.7	5.7		81	110	191	60	48
155	SR09-010	erect	green	red	elongate	2.8	0.9	6.0		173	165	338	57	85
156	SR09-012	erect	light green	red	elongate	3.2	1.0	7.1		98	172	269	49	67
157	SR09-017	erect	green	red	elongate	3.6	0.9	7.6		282	240	522	105	130
158	F1 Yok Sawan	pendant	green	red	elongate	21.0	1.7	15.1		498	730	1228	29	307
159	F1 Jom Thong 2	pendant	green	red	elongate	16.8	2.0	13.9		530	782	1312	34	328
160	F1 360918	pendant	dark green	red	elongate	19.4	1.7	13.8		463	777	1240	31	310
161	F1 361004	erect	green	red	elongate	2.2	0.9	6.2		289	205	494	101	123
162	F1 361014	erect	green	red	elongate	2.0	0.9	5.4		267	167	433	93	108

ตารางที่ ๓-๒ Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati- on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBL	non- MK	Total	no.	wt.g.
163	F1 361015	erect	green	red	elongate	2.4	0.8	6.6	0.7		236	128	364	77	91
164	CA 034	erect	green	red	elongate	0.4	0.5	3.3	0.4		105	53	158	32	39
165	CA 223	intermediate	green	orange	elongate	7.2	1.3	8.1	1.0		57	99	156	11	39
166	CA 446	erect	green	red	elongate	0.6	0.5	2.6	0.2		95	125	220	99	55
167	CA 1131	erect	green	red	elongate	0.8	0.5	2.3	0.3		228	160	389	133	97
168	CA 1258	erect	green	red	elongate	0.8	0.8	3.0	0.5		297	246	543	198	136
169	CA 1260	erect	light green	red&orang e	elongate	0.6	0.5	1.9	0.3		36	14	50	15	13
170	CA 1302	pendant	green	red	elongate	2.2	0.5	5.7	0.3		265	226	491	88	123
171	CA 1308	erect	green	red	elongate	0.0	0.6	2.0	0.6		2	2	4	2	1
172	CA 1317	erect	light green	red&orang e	elongate	0.8	0.5	3.0	0.2	mixed	19	38	58	36	14
173	CA 1323										1	0	1	1	0
174	CA 1324	erect	light green	red	elongate	0.8	0.7	3.1	0.7		14	24	38	18	9
175	CA 1328										0	3	3	3	1
176	CA 1332	erect	light green	red	elongate	1.2	0.8	3.2	0.7		18	13	31	11	8
177	CA 1333	erect	green	red	elongate	0.4	0.3	2.9	0.3		15	26	41	33	10
178	CA 1334	erect	green	red	elongate	0.4	0.6	2.3	0.5		9	16	25	23	6

Figure n-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
179	CA 1342	erect	green	red	elongate	0.8	0.6	3.2	0.5		13	33	46	41	11
180	CA 1343	erect	green	red	elongate						25	9	33	11	8
181	CA 1344	erect	light green	red	elongate	1.2	1.1	4.2	0.8		50	70	120	43	30
182	CA 1345	erect	green	red	elongate	1.6	1.1	4.4	0.7		257	139	396	145	99
183	CA 1346	erect	green	red	elongate	1.6	1.2	4.4	0.6		98	93	191	75	48
184	CA 1347	erect	green	red	elongate	0.4	0.5	2.2	0.5		6	30	36	45	9
185	CA 1348	erect	light green	red	elongate	2.4	1.3	4.0	0.8		45	41	86	24	22
186	CA 1349	erect	light green	red	elongate	2.4	1.2	4.2	0.8		55	30	86	22	21
187	CA 1350	erect	green	red	elongate	1.8	0.9	5.0	0.7		41	21	61	13	15
188	CA 1352										0	0	0	0	0
189	CA 1354	erect	green	red	elongate	0.8	0.6	4.3	0.5		65	84	149	119	37
190	CA 1355	erect	purple	red	campanulate	4.4	1.9	2.9	1.5		139	56	195	15	49
191	CA 1356	erect	light green	red	elongate	1.8	1.1	3.6	0.9		43	24	68	17	17
192	CA 1359	erect	light green	red	elongate	2.0	1.1	1.1	4.3		142	208	350	90	88
193	CA 1361	erect	light	red	elongate	1.6	1.2	4.0	0.9		69	36	105	25	26

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
			green											
194	CA 1362	erect	light green	red	elongate	2.0	1.8	3.7		183	86	269	67	67
195	CA 1364	erect	green	red	elongate	1.8	0.9	4.0		345	164	509	130	127
196	CA 1365	erect	light green	red	elongate	2.4	1.0	4.9		268	129	397	76	99
197	CA 1366	erect	green	red	elongate	1.6	1.0	4.2		77	43	120	29	30
198	CA 1368	erect	green	red	elongate	0.8	1.0	5.6		352	205	557	74	139
199	CA 1370	erect	light green	red&orange	elongate	1.0	0.9	3.3		28	15	43	14	11
200	CA 1393	erect	green	red	elongate	0.6	0.7	3.5		32	52	84	50	21
201	CA 1399	erect	light green	red	elongate	1.8	1.1	4.3		68	37	105	25	26
202	CA 1429	erect	light green	red	elongate	0.8	0.7	4.0		39	56	95	59	24
203	CA 1435	erect	green	red	elongate	1.0	0.7	3.1		15	18	33	16	8
204	CA 1469	erect	green	red	elongate	2.0	0.9	5.7		103	76	179	53	45
205	CA 1470	erect	green	red	elongate	1.2	0.8	4.1		76	60	136	64	34
206	CA 1476	erect	green	red	elongate	1.8	0.9	4.4		508	393	900	220	225
207	CA 1477	erect	green	red	elongate	1.6	0.8	4.9		343	372	715	202	179

ตารางที่ ๒-๒ Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
208	CA 1481	erect	green	red	elongate	0.8	0.6	3.6		28	84	112	64	28
209	CA 1486	erect	green	red	elongate	1.0	0.6	4.8		65	65	131	52	33
210	CA 1487	erect	white	red	elongate	1.6	1.0	3.5		44	30	73	19	18
211	CA 1499	erect	green	red	elongate	0.8	0.7	2.8		61	64	124	133	31
212	CA 1518	erect	green & L.green	red	elongate	4.0	1.4	4.8	mixed	278	344	622	83	156
213	CA 1538	erect	green	red	elongate	3.2	1.1	6.0	mixed	620	302	923	179	231
214	CA 1594	erect	light green	red & orange	campanulate	2.0	1.3	2.6		121	125	246	39	62
215	CA 1715	erect	light green	red & orange	elongate	1.2	1.0	2.9		107	68	175	70	44
216	CA 1814	erect	light green	red	elongate	1.2	0.9	3.7		275	451	725	282	181
217	CA 1857	erect	green	red	elongate	1.2	0.8	3.6		639	242	881	249	220
218	CA 1960	erect	green	red	elongate	2.2	0.9	5.7		1117	541	1658	291	415
219	Pobpra	erect	green	red	elongate	2.6	1.0	5.9		99	127	226	138	57
220	Umphang	erect	green	red	elongate	1.0	0.6	4.9		64	138	202	144	51
221	SR09-181	erect	white	red	elongate	1.6	1.0	4.7		111	68	179	47	45
222	CA 215	erect	green	red	elongate	3.2	0.9	7.4		575	310	885	105	221
223	CA 218	erect	green	red	elongate	4.0	0.9	7.8		380	252	632	86	158

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
224	CA 227	erect	dark green	red	elongate	2.8	0.9	6.5	0.7	193	183	376	43	94
225	CA 398	erect	dark green	red	elongate	1.8	0.7	5.8	0.6	298	380	678	163	170
226	CA 758	erect	green	red	elongate	3.0	0.9	6.8	0.9	633	416	1049	156	262
227	CA 906	erect & intermediate	green	red	elongate	5.2	1.1	9.6	0.8	195	115	310	36	78
228	CA 931	erect	light green	red	elongate	2.6	1.0	6.1	0.6	210	139	349	56	87
229	CA 945	erect	green	red	elongate	5.6	1.1	8.6	0.9	621	261	882	99	220
230	CA 983	erect	green	red	elongate	2.2	0.9	5.2	0.9	360	187	548	120	137
231	CA 1001	erect	green	red	elongate	5.2	1.1	6.3	1.0	454	458	912	172	228
232	CA 1003	erect	green	red	elongate	2.4	0.9	5.6	0.6	398	271	669	156	167
233	CA 1110	pendant	green	red	elongate	10.0	1.3	12.2	1.2	946	696	1642	83	410
234	CA 1153	erect	green	red	elongate	5.0	1.2	7.5	1.0	504	362	866	81	216
235	CA 1155	erect	green	red	elongate	4.0	0.9	10.4	0.9	655	361	1016	146	254
236	SR09-006	pendant	green	red	elongate	38.4	2.2	22.4	2.5	1359	1766	3125	43	781
237	CA 1163-A	erect	green	red	elongate	2.6	0.8	6.9	0.6	355	241	596	108	149
238	CA 1165	erect	green	red	elongate	2.4	0.8	6.6	0.8	191	175	366	73	91
239	CA 1167	erect	green	red	elongate	2.4	0.9	6.6	0.9	89	87	176	39	44

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
240	CA 1168	erect	green	red	elongate	3.6	1.0	7.2	0.8		201	124	325	42	81
241	CA 1172	erect	green	red	elongate	3.6	1.0	7.3	0.7		142	106	248	39	62
242	CA 1282	pendant	green	red	elongate	5.2	1.3	8.1	1.0		43	52	94	10	24
243	CA 1283	erect	green	red	elongate	3.6	1.1	6.5	0.7		322	184	506	72	127
244	CA 367	erect	green	red	elongate	4.4	1.1	7.9	1.4		259	256	514	72	129
245	CA 1290	erect	green	red	elongate	4.4	1.1	7.6	1.0		608	396	1004	141	251
246	CA 1338	erect	green	red	elongate	3.0	1.0	6.9	0.8		289	261	549	119	137
247	CA 1339	erect	green	red	elongate	3.2	0.8	9.0	0.9	mixed	665	452	1117	108	279
248	CA 1341	pendant	green	red	elongate	12.0	1.5	12.8	1.2	mixed	221	314	535	33	134
249	CA 1360	erect	green	red	elongate	1.8	0.7	6.9	0.6		175	225	399	114	100
250	CA 1363	erect	green	red	elongate	5.4	1.1	9.8	0.9		389	274	663	75	166
251	CA 1369	erect	green	red	elongate	3.2	1.0	7.9	0.9		499	280	779	79	195
252	CA 1378	erect	green	red	elongate	3.6	0.9	8.1	1.0		265	276	542	97	135
253	CA 1379	erect	green & L.green	red	elongate	3.2	0.9	7.3	1.0	mixed	278	272	551	92	138
254	CA 1380	erect	light green	red	elongate	2.4	1.1	4.9	0.8		303	139	442	67	111
255	CA 1381	erect	green & L.green	red	elongate	2.0	1.0	4.8	0.8	mixed	156	81	237	75	59
256	CA 1386	erect	green	red	elongate	2.0	0.7	7.1	0.8		111	135	246	71	61

ตารางที่ ๒-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character								Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)	flesh thickness (mm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
257	CA 1387	erect	green	red	elongate	2.0	0.6	7.0	0.6		337	281	618	146	155
258	CA 1389	erect	green	red	elongate	2.8	0.9	7.8	0.8		114	59	173	30	43
259	CA 1412	erect	green	red	elongate	1.6	0.6	8.1	0.6		58	47	105	24	26
260	CA 1414	erect	green	red	elongate	3.6	1.0	6.8	1.1		297	121	418	47	104
261	CA 1415	erect	dark green	red	elongate	2.6	1.0	5.7	0.7		407	270	677	118	169
262	CA 1416	erect	green& D,green	red	elongate	3.8	1.1	4.7	1.5	mixed	449	260	709	81	177
263	CA 1417	erect	green	red	elongate	2.6	0.9	6.1	0.7		231	193	423	94	106
264	CA 1418	erect	green	red	elongate	3.0	1.0	6.5	0.9		136	103	239	34	60
265	CA 1420	erect	green	red	elongate	2.4	0.9	5.5	0.7		192	188	380	95	95
266	CA 1421	erect	green	red	elongate	3.4	1.1	6.3	0.9		178	212	390	72	98
267	CA 1424	erect	green	red	elongate	2.6	1.0	6.2	0.7		162	131	293	62	73
268	CA 1432	intermediate	green	red	elongate	2.8	0.7	9.8	0.7		26	26	52	7	13
269	CA 1452	erect	green	red	elongate	2.4	0.8	6.9	0.8		145	213	358	64	89
270	CA 1458	erect	light green	red	elongate	1.6	0.7	5.7	0.6		149	150	298	69	75
271	CA 1459	erect	light green	red	elongate	1.8	0.7	6.6	0.6		138	110	248	65	62
272	CA 1463	erect	light	red	elongate	1.8	0.7	5.7	0.7		210	247	457	70	114

ตาราง n-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variation	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
			green											
273	CA 1465	erect	light green	red	elongate	2.0	0.8	6.2		179	142	322	64	80
274	CA 1467	erect	light green	red	elongate	2.2	0.7	6.8		104	75	178	35	45
275	CA 1471	pendant	green	red	elongate	5.8	1.2	9.1		194	98	292	28	73
276	CA 1475	pendant	green	red	elongate	6.0	1.5	5.7		192	101	293	29	73
277	CA 1483	pendant	light green	red	elongate	12.4	1.6	11.7		478	215	693	34	173
278	CA 1571	pendant	green	red	elongate	4.0	0.9	10.9		643	289	932	134	233
279	CA 1753	intermediate	green	red	elongate	6.0	1.3	7.4	mixed	449	702	1151	97	288
280	F12	erect	green	red	elongate	3.0	0.6	7.8		770	370	1140	185	285
281	F40	erect	green	red	elongate	3.2	0.7	7.1		800	264	1064	120	266
282	F85	erect	green	red	elongate	3.8	0.7	8.6		1018	327	1345	156	336
283	F91	erect	green	red	elongate	4.8	1.0	9.8		710	312	1022	124	256
284	F112	erect	green	red	elongate	2.2	0.7	9.2		376	183	559	95	140
285	F133	erect	green	red	elongate	1.8	0.7	5.7		707	291	998	139	249
286	F139	erect	green	red	elongate	5.4	0.9	9.4		562	310	872	110	218
287	F150	erect	green	red	elongate	2.4	0.7	6.5		540	308	848	133	212

ตาราง น-2 Some performances and yield of chili 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variation	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
288	PR3	intermediate	light green	red	campanulate	9.6	3.4	6.0		186	87	272	20	68
289	PR5	intermediate	green	red	campanulate	4.0	2.2	6.4		63	29	92	6	23
290	SR09-001	intermediate	green	red	campanulate	4.6	2.0	6.2		66	34	100	9	25
291	พันธุ์ จตุพร	intermediate	green	red	campanulate	4.0	2.0	5.6		12	4	17	1	4
292	Superhot	erect	green	red	elongate	2.8	0.9	7.0		748	340	1088	196	272
293	จินดา	erect	green	red	elongate	3.6	1.0	7.4		187	168	355	58	89
294	SR07-0028	erect	green	red	elongate	1.6	0.9	6.5		11	9	19	3	5
295	SR08-0142	erect	green	red	elongate	4.2	1.0	8.7		199	130	329	49	82
296	SR08-0143	erect	green	red	elongate	2.8	1.0	5.9		211	188	400	68	100
297	SR09-043	erect	green	red	elongate	2.8	0.7	9.7		380	258	638	122	159
298	CA 746	intermediate	green	red	campanulate	10.4	3.3	3.3	mixed	1814	543	2357	100	589
299	CA 224	erect	green	red	elongate	3.6	1.0	7.7		417	293	710	69	178
300	F1 YOK SIAM	pendant	green	red	elongate	24.4	1.6	15.8		2474	1369	3842	69	961
301	CA 1423	erect	green	red	elongate	3.2	1.0	6.2		101	166	267	53	67
302	CA 1351	erect	light green	red	elongate	2.0	1.1	4.2		26	30	56	19	14
303	PR2	intermediate	green	red	campanulate	4.8	2.0	5.5		33	46	79	5	20
304	CA 1337	erect	green	red	elongate	1.4	1.0	4.4		178	247	425	222	106

ตาราง ก-2 Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variati-on	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
305	CA 1632-A	erect	green	red&orange	elongate	0.2	0.4	1.4		13	72	85	205	21
306	CA 1151	erect	green	red	triangular	54.8	4.1	11.5		675	868	1543	13	386
307	CA 1247	intermediate	green & purple	red	blocky	117.0	7.5	7.4		1076	785	1860	5	465
308	CA 1373	intermediate	green	red	almost round	24.8	4.0	3.6		1497	324	1821	33	455
309	CA 919	erect & intermediate	light green	yellow	triangular	14.0	3.1	5.8		1391	523	1914	43	479
310	CA 1210	intermediate	green	red	bell	151.2	6.8	13.8		613	847	1459	5	365
311	CA 1563	intermediate	green	red	triangular	50.0	4.1	7.8		1788	886	2674	24	668
312	ห้วยสีทน	erect	green	red	elongate	3.0	1.0	5.9		343	287	630	115	157
313	พริกเคียวไก่	erect	green	red	elongate	2.4	0.8	7.3		304	419	723	153	181
314	CA 1152	erect	green	red	elongate	6.2	1.1	8.5		381	245	626	62	157
315	พริกมันดำ	pendant	green	red	elongate	14.4	1.5	13.9		1467	1390	2857	62	714
316	SR09-018	intermediate	green	red	triangular	56.4	4.6	9.5		2004	836	2841	19	710
317	CA 1567	pendant	green	red	elongate	1.6	0.6	4.9		230	156	386	92	97
318	F1 Super Sab	erect	green	red	elongate	3.2	0.9	7.0		455	385	839	205	210
319	CA 1331	erect	green	red	elongate	1.2	0.9	3.3		26	26	51	30	13
320	CA 1297	intermediate	green	red	elongate	8.0	1.9	8.0		809	425	1235	24	309

ตารางที่ ๓-๒ Some performances and yield of chilli 326 accessions grown during September 2010 to March 2011 at TVRC/KU/KPS

No.	Accession number	Fruit character							Line variation	Yield (kg/rai)			Total fruit/plant	
		position	color at mature	color at ripen	shape	weight g.	width (cm.)	length (cm.)		MKBLE	non-MK	Total	no.	wt.g.
321	CA 1340	erect	green	red	elongate	2.8	0.9	6.7		439	368	807	144	202
322	CA 1498	intermediate	green	red	conical	22.0	3.2	8.3		1270	1107	2377	36	594
323	CA 1229	intermediate	green	red	blocky & triangular	114.0	6.5	7.5	mixed	1407	1582	2989	6	747
324	CA 1385	erect	green	red	elongate	2.2	0.8	7.6		155	89	244	55	61
325	CA 1527	intermediate	green	red	blocky	151.0	7.4	9.6		1008	800	1808	4	452
326	CA 1336	erect	green	red	elongate					8	28	36	30	9

Remarks: DAS = days after sowing, DAT = days after transplanting

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพริกที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
1	1	CA 074	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว
2	2	CA 078	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม/cayenne
3	3	CA 084	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว/ขาว/ขี้หนู
4	4	CA 787	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
5	5	CA 849	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว
6	6	CA 957	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก
7	8	CA 1034	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
8	10	CA 1113	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
9	12	CA 1281	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
10	13	CA 1296	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
11	14	CA 1444	China	<i>C.annuum</i>	ประดับ
12	17	CA 1449	China	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า/หนุ่ม
13	24	CA 1536	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก
14	25	CA 1537	USA	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม
15	27	CA 1631	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ
16	28	CA 1637	Ecuador	<i>C.annuum</i>	cayenne
17	29	CA 1718	India	<i>C.annuum</i>	หยวก
18	31	CA 2106	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
19	33	CA 969	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
20	34	CA 1029	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
21	36	CA 1075	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
22	37	CA 1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
23	38	CA 1472	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
24	40	CA 1532	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า/หนุ่มขาว/เขียว
25	43	CA 1541	USA	<i>C.annuum</i>	มันดำ
26	45	CA 1549	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
27	46	CA 1551	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า/มันดำ
28	47	CA 1566	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า/หนุ่มเขียว
29	49	CA 1574	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพริกที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
30	50	CA 365	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
31	51	CA 1187	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
32	52	CA 1188	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
33	53	CA 857	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า
34	54	CA 939	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
35	62	CA 1106	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/Jalapeno
36	64	CA 1195	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ประดับ
37	65	CA 1221	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก
38	66	CA 1239	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก
39	71	CA 1442	China	<i>C.annuum</i>	หยวก
40	73	CA 1450	China	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนู่ม
41	74	CA 1497-A	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก
42	80	CA 1702	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก
43	84	CA 1734	S.Korea	<i>C.annuum</i>	หยวก
44	86	CA 1184	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก
45	87	CA 682	China	<i>C.annuum</i>	หวาน
46	93	CA 1665	Mexico	<i>C.annuum</i>	ประดับ
47	97	CA 1838	Hungary	<i>C.annuum</i>	หวาน
48	98	CA 741	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ
49	99	CA 747	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ
50	100	CA 748	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ
51	101	CA 749	Hungary	<i>C.baccatum</i>	ประดับ
52	103	CA 924-A	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับประดัง
53	107	CA 1489	USA	<i>C.annuum</i>	หยวกประดับ
54	118	CA 1531	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ
55	119	CA 1614	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ
56	121	CA 1664	Cuba	<i>C.annuum</i>	มันดำ
57	122	CA 1683	Peru	<i>C.chinense</i>	ประดับ
58	127	CA 860	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนู่อ

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
59	129	CA 1181	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับชี้หนูซ่อ
60	136	CA 1046	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า
61	137	CA 1095	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก
62	138	CA 1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
63	139	จักรพรรดิ	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า
64	141	SR09-013	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
65	142	SR09-014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มเขียว
66	143	SR09-015	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
67	144	SR09-021	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว
68	145	SR09-022	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า
69	146	SR09-179	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
70	148	ปากคลอง 192	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก
71	151	Nocera	Spain	<i>C.annuum</i>	หวาน
72	153	Bird Pepper	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
73	154	SR09-016	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
74	155	SR09-010	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
75	156	SR09-012	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
76	157	SR09-017	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
77	158	หยกสวรรค์	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
78	159	จอมทอง 2	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
79	160	F1 360918	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
80	161	F1 361004	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
81	162	F1 361014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
82	163	F1 361015	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่
83	166	CA 446	No report	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก
84	167	CA 1131	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก
85	168	CA 1258	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก
86	170	CA 1302	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า
87	182	CA 1345	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
88	183	CA 1346	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
89	185	CA 1348	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
90	186	CA 1349	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
91	189	CA 1354	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
92	190	CA 1355	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ
93	191	CA 1356	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
94	193	CA 1361	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
95	194	CA 1362	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
96	195	CA 1364	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
97	196	CA 1365	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
98	197	CA 1366	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
99	198	CA 1368	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
100	200	CA 1393	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
101	201	CA 1399	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
102	205	CA 1470	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
103	206	CA 1476	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลเล็ก
104	207	CA 1477	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลเล็ก
105	208	CA 1481	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
106	209	CA 1486	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
107	211	CA 1499	USA	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
108	212	CA 1518	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลเล็ก
109	213	CA 1538	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่/เล็ก
110	214	CA 1594	Columbia	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
111	215	CA 1715	Malaysia	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
112	216	CA 1814	USA	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
113	217	CA 1857	No. report	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลเล็ก
114	218	เทวี 60	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลเล็ก
115	220	อุ้มผาง	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก
116	221	SR09-181	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลเล็ก

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
117	222	CA 215	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
118	223	CA 218	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
119	224	CA 227	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
120	225	CA 398	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
121	226	CA 758	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
122	229	CA 945	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
123	230	CA 983	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
124	231	CA 1001	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
125	232	CA 1003	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
126	233	CA 1110	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
127	234	CA 1153	Japan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุ/ขี้หนุข้อ
128	235	CA 1155	Japan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
129	236	SR09-006	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
130	237	CA 1163-A	Japan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
131	238	CA 1165	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
132	239	CA 1167	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
133	240	CA 1168	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
134	241	CA 1172	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
135	243	CA 1283	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
136	244	CA 367	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
137	245	CA 1290	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
138	246	CA 1338	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
139	247	CA 1339	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่/ขี้ฟ้า
140	248	CA 1341	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่/ขี้ฟ้า/ประดับ
141	249	CA 1360	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
142	250	CA 1363	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
143	251	CA 1369	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
144	252	CA 1378	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
145	253	CA 1379	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่
146	255	CA 1381	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนุผลใหญ่/เล็ก
147	256	CA 1386	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนุผลใหญ่

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพริกที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
148	257	CA 1387	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
149	258	CA 1389	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
150	260	CA 1414	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
151	261	CA 1415	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
152	262	CA 1416	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
153	263	CA 1417	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
154	264	CA 1418	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
155	265	CA 1420	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
156	266	CA 1421	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
157	267	CA 1424	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
158	269	CA 1452	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
159	270	CA 1458	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
160	271	CA 1459	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
161	272	CA 1463	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
162	273	CA 1465	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
163	275	CA 1471	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
164	276	CA 1475	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
165	277	CA 1483	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า
166	278	CA 1571	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
167	279	CA 1753	Venezuela	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/ขี้ฟ้า
168	280	F12	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
169	281	F40	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
170	282	F85	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
171	283	F91	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
172	284	F112	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
173	285	F133	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
174	286	F139	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
175	287	F150	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
176	292	Superhot	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
177	293	จินดา	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่

ตาราง ก-3 ตัวอย่างพริกที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร Capsaicinoids, Capsiate, Capsanthin, Beta-carotene, Fatty acid และ VOC จำนวน 201 สายพันธุ์

No.	No.	Accession number	Country	Scientific name	Type
178	295	SR08-0142	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
179	296	SR08-0143	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
180	297	SR09-043	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
181	298	CA 746	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ
182	299	CA 224	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
183	300	หยกสยาม	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว
184	301	CA 1423	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
185	304	CA 1337	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก
186	306	CA 1151	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก
187	307	CA 1247	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน
188	308	CA 1373	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ
189	309	CA 919	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับ
190	311	CA 1563	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ
191	312	ห้วยสีทน	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
192	313	พริกเคียวโก	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
193	314	CA 1152	Japan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูข้อ
194	315	พริกมันดำ	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ
195	316	SR09-018	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก
196	318	F1 Super Sab	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
197	320	CA 1297	Taiwan	<i>C.baccatum</i>	ขี้ฟ้า
198	321	CA 1340	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่
199	322	CA 1498	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก
200	323	CA 1229	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน
201	324	CA 1385	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่

ภาคผนวก ข

การหาค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection, LOD)

และค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (Limit of Quantitation, LOQ) และผลการวิเคราะห์ Capsaicinoids

ภาคผนวก ข-1 การหาค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection, LOD) และค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (Limit of Quantitation, LOQ)

1. การหาค่า LOD และ LOQ ของการวิเคราะห์ capsaicin

การหาค่า LOD และ LOQ ด้วยวิธีของ Miller ซึ่งคำนวณได้จากกราฟสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น ความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200 และ 500 ppm ดังแสดงกราฟความสัมพันธ์ในภาพ 3.2 และ ตาราง 3.1

1.1 วิธีการคำนวณหาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of detection หรือ LOD)

สามารถหาได้โดยใช้ข้อมูลจากการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สูตร

$$Y_{LOD} = Y_B + 3S_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ Y_{LOD} = ค่าสัญญาณที่นำไปใช้คำนวณหาค่า LOD
 Y_B = จุดตัดแกน y (a) ที่คำนวณได้จากสมการเส้นตรง
 S_B = ค่าของสัญญาณเบี่ยงค์

ตัวอย่าง การคำนวณค่าขีดจำกัดต่ำสุดของสารละลายมาตรฐาน capsaicin
 จากสมการเส้นตรงของสารละลายมาตรฐาน capsaicin

$$\begin{aligned} y &= 8.1958x + 45.656 \quad \dots\dots\dots (2) \\ \text{จะได้ } Y_B &= 45.656 \end{aligned}$$

ตาราง ข-1 แสดงการคำนวณหาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Detection limit) ของ capsaicin

x(mg/L)	y	yi	y-yi	(y-yi) ²
25	228.41	250.6	-22.1	490.1
50	450.08	455.4	-5.4	28.8
100	864.00	865.2	-1.2	1.5
150	1287.54	1275.0	12.5	156.5
200	1715.0	1684.8	30.2	910.5
500	4129.6	4143.6	-13.9	193.5
$\Sigma(y-yi)^2$				1780.9
$\Sigma(y-yi)^2/N-2$				445.2
S_B				21.1
Y_B				45.7
$Y_{LOD} = Y_B + 3S_B$				109.0

เมื่อ	x	คือ	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน
	y	คือ	พื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการทดลอง
	y _i	คือ	พื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการคำนวณจากการแทนค่า x ต่างๆ ใน

$$\text{สมการ } y = 8.1958x + 45.656$$

จากตารางคำนวณได้ค่า s_B จากสูตร

$$s_B = \sqrt{\frac{\sum (y - y_i)^2}{N - 2}}$$

$$s_B = \sqrt{\frac{1780.9}{6 - 2}}$$

$$= 22.1$$

แทนค่า y_B และ s_B ลงในสมการ (1)

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad y_{LOD} &= y_B + 3s_B \\ y_{LOD} &= (45.7) + 3(22.1) \\ y_{LOD} &= 109.0 \end{aligned}$$

นำค่า y_{LOD} ที่ได้ไปหาค่าขีดจำกัดต่ำสุด แทนค่า y_{LOD} ในสมการ (2)

$$\begin{aligned} y_{LOD} &= 8.1958x + 45.656 \\ x_{LOD} &= 7.7 \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าขีดจำกัดต่ำสุดของสารละลายมาตรฐาน capsaicin เท่ากับ 7.7 mg/L

1.2 วิธีการคำนวณหาปริมาณต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of quantitative, LOQ)

สามารถหาได้โดยใช้ข้อมูลจากการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สูตร

$$y_{LOQ} = y_B + 10s_B \quad \dots\dots\dots (3)$$

จากข้อมูลในการคำนวณหาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดสามารถนำมาคำนวณปริมาณต่ำสุดของการตรวจวัดได้ โดยแทนค่า y_B และ s_B ลงในสมการ (3) จะได้

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad y_{LOQ} &= y_B + 10s_B \\ y_{LOQ} &= (45.7) + 10(22.1) \\ y_{LOQ} &= 256.7 \end{aligned}$$

นำค่า y_{LOQ} ที่ได้ไปหาค่าขีดจำกัดต่ำสุด

แทนค่า y_{LOQ} ในสมการ (2)

$$\begin{aligned} y_{LOQ} &= 8.1958x + 45.656 \\ x_{LOQ} &= 25.7 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าปริมาณต่ำสุดของการตรวจวัดของสารละลายมาตรฐาน capsaicin เท่ากับ 25.7 mg/L

2. การหาค่า LOD และ LOQ ของการวิเคราะห์ dihydrocapsaicin

การหาค่า LOD และ LOQ ด้วยวิธีของ Miller ซึ่งคำนวณได้จากกราฟสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น ความเข้มข้น 20.7, 41.4, 82.8, 124.2, 165.6 และ 414 ppm ดังแสดงกราฟความสัมพันธ์ในภาพ 3.4 และ ตาราง 3.2

2.1 วิธีการคำนวณหาค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of detection หรือ LOD)

สามารถหาได้โดยใช้ข้อมูลจากการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สูตร

$$y_{LOD} = y_B + 3s_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ y_{LOD} = ค่าสัญญาณที่นำไปใช้คำนวณหา LOD
 y_B = จุดตัดแกน y (a) ที่คำนวณได้จากสมการเส้นตรง
 s_B = ค่าของสัญญาณเบี่ยงค์

ตัวอย่าง การคำนวณค่าขีดจำกัดต่ำสุดของสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin
 จากสมการเส้นตรงของสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin

$$\begin{aligned} y &= 7.4003x + 7.1028 \quad \dots\dots\dots (2) \\ \text{จะได้ } y_B &= 7.1028 \end{aligned}$$

ตาราง ข-2 แสดงการคำนวณหาค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Detection limit) ของ dihydrocapsaicin

x(mg/L)	y	yi	y-yi	(y-yi) ²
20.7	165.39	160.3	5.1	26.0
41.4	318.69	313.5	5.2	27.2
82.8	613.65	619.8	-6.2	38.4
124.2	933.74	926.2	7.5	56.6
165.6	1216.19	1232.6	-16.4	269.2
414	3075.61	3070.8	4.8	22.8
$\Sigma(y-yi)^2$				440.2
$\Sigma(y-yi)^2/N-2$				110.0
s_B				10.5
y_B				7.1
$y_{LOD} = y_B + 3s_B$				38.6
เมื่อ x	คือ	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน		
y	คือ	พื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการทดลอง		

y_i คือ พื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการคำนวณจากการแทนค่า x ต่างๆ ในสมการ $y = 7.4003x + 7.1028$

จากตารางคำนวณได้ค่า s_B จากสูตร

$$s_B = \sqrt{\frac{\sum (y - y_i)^2}{N - 2}}$$

$$s_B = \sqrt{\frac{440.2}{6 - 2}}$$

$$= 10.5$$

แทนค่า y_B และ s_B ลงในสมการ (1)

จะได้

$$y_{LOD} = y_B + 3s_B$$

$$y_{LOD} = (7.1) + 3(10.5)$$

$$y_{LOD} = 38.6$$

นำค่า y_{LOD} ที่ได้ไปหาค่าขีดจำกัดต่ำสุด แทนค่า y_{LOD} ในสมการ (2)

$$y_{LOD} = 7.4003x + 7.1028$$

$$x_{LOD} = 4.3$$

ดังนั้นค่าขีดจำกัดต่ำสุดของสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin เท่ากับ 4.3 mg/L

2.2 วิธีการคำนวณหาค่าปริมาณต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of quantitative, LOQ)

สามารถหาได้โดยใช้ข้อมูลจากการสร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สูตร

$$y_{LOQ} = y_B + 10s_B \quad \dots\dots\dots (3)$$

จากข้อมูลในการคำนวณหาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดสามารถนำมาคำนวณปริมาณต่ำสุดของการตรวจวัดได้ โดยแทนค่า y_B และ s_B ลงในสมการ (3) จะได้

จะได้

$$y_{LOQ} = y_B + 10s_B$$

$$y_{LOQ} = (7.1) + 10(10.5)$$

$$y_{LOQ} = 112.0$$

นำค่า y_{LOQ} ที่ได้ไปหาค่าขีดจำกัดต่ำสุด

แทนค่า y_{LOQ} ในสมการ (2)

$$y_{LOQ} = 7.4003x + 7.1028$$

$$x_{LOQ} = 14.2 \text{ mg/L}$$

ดังนั้นค่าปริมาณต่ำสุดของการตรวจวัดของสารละลายมาตรฐาน dihydrocapsaicin เท่ากับ 14.2 mg/L

ภาคผนวก ข-2 ผลการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit

ตาราง ข-3 ผลการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	% w/w CSC	% w/w DHC	CSC SHU	DHC SHU	Total SHU	Grad
15	27	CA1631	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.000	0.000	0	0	0	0
36	64	CA1195	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.000	0.000	0	0	0	0
37	65	CA1221	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
39	71	CA1442	China	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
41	74	CA1497-A	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
42	80	CA1702	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
44	86	CA1184	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
45	87	CA682	China	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.000	0.000	0	0	0	0
47	97	CA1838	Hungary	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.000	0.000	0	0	0	0
54	118	CA1531	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.000	0.000	0	0	0	0
186	306	CA1151	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
187	307	CA1247	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.000	0.000	0	0	0	0
195	316	SR09-018	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.000	0	0	0	0
200	323	CA1229	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.000	0.000	0	0	0	0
38	66	CA1239	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.007	0	1,107	1,107	1
43	84	CA1734	S.Korea	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.000	0.001	0	128	128	1
40	73	CA1450	China	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า/หนุ่ม	0.006	0.005	1,026	739	1,765	2
1	1	CA074	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	0.075	0.105	12,028	16,940	28,968	3
5	5	CA849	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	0.078	0.054	12,621	8,685	21,306	3
6	6	CA957	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.058	0.032	9,291	5,225	14,516	3
7	8	CA1034	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.010	0.052	1,534	8,320	9,854	3
8	10	CA1113	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.074	0.061	11,971	9,846	21,816	3
9	12	CA1281	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.054	0.085	8,723	13,697	22,420	3
10	13	CA1296	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า	0.028	0.053	4,560	8,489	13,049	3
11	14	CA1444	China	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.067	0.066	10,770	10,586	21,356	3
12	17	CA1449	China	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า/หนุ่ม	0.015	0.070	2,476	11,213	13,689	3
13	24	CA1536	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.088	0.066	14,239	10,697	24,937	3
17	29	CA1718	India	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.118	0.054	18,971	8,634	27,605	3
18	31	CA2106	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า	0.082	0.048	13,215	7,706	20,922	3
19	33	CA969	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า	0.006	0.054	1,024	8,686	9,710	3
20	34	CA1029	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.133	0.052	21,348	8,376	29,724	3
21	36	CA1075	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า	0.066	0.046	10,560	7,473	18,033	3
22	37	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.009	0.032	1,513	5,097	6,610	3
23	38	CA1472	Lao	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า	0.040	0.040	6,461	6,421	12,882	3
24	40	CA1532	USA	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า/หนุ่มขาว/เขียว	0.026	0.027	4,215	4,299	8,513	3
25	43	CA1541	USA	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.021	0.027	3,412	4,346	7,758	3
26	45	CA1549	USA	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า	0.012	0.038	1,944	6,102	8,047	3
27	46	CA1551	USA	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า/มันดำ	0.068	0.066	11,017	10,568	21,586	3
28	47	CA1566	USA	<i>C.annuum</i>	ชีฟ้า/หนุ่มเขียว	0.058	0.059	9,340	9,569	18,910	3

ตาราง ข-3 ผลการวิเคราะห์ฟริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	% w/w CSC	% w/w DHC	CSC SHU	DHC SHU	Total SHU	Grad
29	49	CA1574	USA	<i>C.annuum</i>	ซีฟฟ้า	0.041	0.055	6,636	8,885	15,520	3
30	50	CA365	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.015	0.034	2,357	5,549	7,905	3
31	51	CA1187	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.069	0.098	11,088	15,744	26,831	3
32	52	CA1188	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.035	0.085	5,664	13,652	19,316	3
34	54	CA939	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.025	0.015	3,969	2,475	6,444	3
35	62	CA1106	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีฟฟ้า/Jalapeno	0.051	0.011	8,137	1,832	9,969	3
46	93	CA1665	Mexico	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.038	0.058	6,166	9,259	15,425	3
49	99	CA747	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	0.009	0.019	1,425	3,124	4,549	3
50	100	CA748	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	0.075	0.022	12,151	3,483	15,634	3
51	101	CA749	Hungary	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	0.023	0.036	3,647	5,789	9,436	3
52	103	CA924-A	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับระดัง	0.011	0.028	1,692	4,445	6,137	3
53	107	CA1489	USA	<i>C.annuum</i>	หยวกประดับ	0.009	0.044	1,392	7,066	8,458	3
55	119	CA1614	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.048	0.036	7,786	5,735	13,520	3
56	121	CA1664	Cuba	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.046	0.070	7,450	11,199	18,648	3
57	122	CA1683	Peru	<i>C.chinense</i>	ประดับ	0.015	0.153	2,369	24,656	27,025	3
60	136	CA1046	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีฟฟ้า	0.071	0.036	11,419	5,839	17,259	3
61	137	CA1095	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.027	0.033	4,332	5,351	9,683	3
62	138	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	0.017	0.045	2,749	7,202	9,952	3
63	139	จักพรรดิ TB-103	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีฟฟ้า	0.059	0.045	9,476	7,306	16,781	3
64	141	SR09-013	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.067	0.062	10,728	10,047	20,775	3
65	142	SR09-014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีฟฟ้า/หนุ่มเขียว	0.020	0.050	3,260	7,994	11,254	3
67	144	SR09-021	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	0.054	0.035	8,762	5,656	14,418	3
68	145	SR09-022	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีฟฟ้า	0.135	0.039	21,727	6,303	28,030	3
69	146	SR09-179	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.034	0.018	5,406	2,856	8,262	3
70	148	ปากคลอง 192	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.025	0.079	4,081	12,679	16,759	3
71	151	Nocera	Spain	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.000	0.167	0	26,866	26,866	3
77	158	F1 YOKSAWAN	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.016	0.015	2,536	2,495	5,030	3
78	159	F1 Jom Thong 2	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.014	0.064	2,325	10,360	12,685	3
79	160	F1 360918	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.035	0.101	5,678	16,258	21,936	3
122	229	CA945	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีหนุมผลใหญ่	0.055	0.105	8,913	16,923	25,837	3
126	233	CA1110	Thailand	<i>C.annuum</i>	ซีหนุมผลใหญ่	0.009	0.053	1,433	8,611	10,044	3
127	234	CA1153	Japan	<i>C.annuum</i>	ซีหนุม/ซีหนุข้อ	0.096	0.085	15,464	13,628	29,091	3
128	235	CA1151	Japan	<i>C.annuum</i>	ซีหนุมผลใหญ่	0.034	0.066	5,441	10,688	16,129	3
130	237	CA1163-A	Japan	<i>C.annuum</i>	ซีหนุมผลใหญ่	0.034	0.114	5,433	18,347	23,780	3
181	298	CA746	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	0.069	0.067	11,114	10,723	21,836	3
183	300	F1 Yok siam	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	0.003	0.158	524	25,395	25,920	3
188	308	CA1373	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.072	0.044	11,554	7,078	18,632	3
189	309	CA919	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	0.081	0.077	12,981	12,402	25,383	3
190	311	CA1563	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.068	0.110	11,001	17,735	28,737	3
193	314	CA1152	Japan	<i>C.annuum</i>	ซีหนุข้อ	0.113	0.051	18,236	8,265	26,501	3

ตาราง ข-3 ผลการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	% w/w CSC	% w/w DHC	CSC SHU	DHC SHU	Total SHU	Grad
197	320	CA1297	Taiwan	<i>C.baccatum</i>	ซีฟ้า	0.033	0.067	5,290	10,866	16,156	3
199	322	CA1498	USA	<i>Cannuum</i>	พริก	0.023	0.049	3,651	7,959	11,610	3
2	2	CA078	No report	<i>Cannuum</i>	พริก/cayenne	0.219	0.128	35,249	20,683	55,933	4
3	3	CA084	No report	<i>Cannuum</i>	พริกเขียว/ขาว/ซีชมพู	0.087	0.111	14,045	17,948	31,993	4
4	4	CA787	No report	<i>Cannuum</i>	พริกเขียว	0.105	0.100	16,922	16,101	33,023	4
14	25	CA1537	USA	<i>Cannuum</i>	พริก	0.092	0.111	14,839	17,852	32,691	4
16	28	CA1637	Ecuador	<i>Cannuum</i>	cayenne	0.137	0.120	22,119	19,310	41,429	4
33	53	CA857	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีฟ้า	0.203	0.086	32,656	13,829	46,485	4
48	98	CA741	Hungary	<i>C.chinense</i>	ปรางค์	0.436	0.056	70,136	8,995	79,131	4
58	127	CA860	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพู	0.145	0.172	23,320	27,685	51,005	4
59	129	CA1181	Thailand	<i>Cannuum</i>	ปรางค์ซีชมพู	0.164	0.128	26,364	20,596	46,960	4
66	143	SR09-015	Thailand	<i>Cannuum</i>	พริกเขียว	0.144	0.066	23,172	10,587	33,759	4
72	153	Bird pepper	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.283	0.212	45,579	34,175	79,754	4
73	154	SR09-016	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.295	0.212	47,485	34,195	81,680	4
74	155	SR09-010	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.177	0.208	28,426	33,440	61,866	4
75	156	SR09-012	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.293	0.166	47,231	26,764	73,996	4
76	157	SR09-017	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.355	0.105	57,201	16,934	74,135	4
80	161	F1 361004	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.267	0.149	43,025	24,040	67,065	4
81	162	F1 361014	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.196	0.160	31,564	25,790	57,354	4
82	163	F1 361015	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลใหญ่	0.218	0.196	35,094	31,512	66,606	4
83	166	CA446	No report	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.210	0.231	33,773	37,196	70,969	4
84	167	CA1131	Thailand	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.304	0.197	48,896	31,686	80,582	4
85	168	CA1258	Taiwan	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.455	0.173	73,321	27,830	101,151	4
86	170	CA1302	Taiwan	<i>Cannuum</i>	ซีฟ้า	0.108	0.148	17,442	23,877	41,318	4
87	182	CA1345	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.355	0.186	57,154	29,970	87,124	4
88	183	CA1346	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.317	0.203	51,028	32,728	83,756	4
89	185	CA1348	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.384	0.204	61,750	32,903	94,654	4
90	186	CA1349	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.354	0.236	56,973	38,049	95,022	4
91	189	CA1354	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.400	0.247	64,389	39,823	104,212	4
92	190	CA1355	Thailand	<i>Cannuum</i>	ปรางค์	0.001	0.292	167	47,004	47,171	4
93	191	CA1356	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.512	0.271	82,389	43,569	125,958	4
94	193	CA1361	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.719	0.290	115,746	46,720	162,466	4
95	194	CA1362	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.427	0.284	68,697	45,739	114,437	4
96	195	CA1364	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.593	0.308	95,495	49,527	145,022	4
97	196	CA1365	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.626	0.294	100,800	47,324	148,124	4
98	197	CA1366	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.677	0.302	108,936	48,634	157,570	4
99	198	CA1368	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.483	0.281	77,767	45,251	123,019	4
100	200	CA1393	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.405	0.310	65,184	49,958	115,142	4
101	201	CA1399	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.500	0.278	80,546	44,693	125,240	4
102	205	CA1470	Lao	<i>C.frutescens</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.622	0.248	100,098	39,948	140,046	4
103	206	CA1476	Lao	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.528	0.188	84,941	30,266	115,207	4
104	207	CA1477	Lao	<i>Cannuum</i>	ซีชมพูผลเล็ก	0.275	0.220	44,232	35,428	79,660	4

ตาราง ข-3 ผลการวิเคราะห์ฟริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	% w/w CSC	% w/w DHC	CSC SHU	DHC SHU	Total SHU	Grad
105	208	CA1481	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.198	0.323	31,893	52,013	83,906	4
106	209	CA1486	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.554	0.301	89,135	48,413	137,548	4
107	211	CA1499	USA	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.477	0.253	76,778	40,695	117,474	4
108	212	CA1518	USA	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.189	0.136	30,450	21,970	52,420	4
109	213	CA1538	USA	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/เล็ก	0.404	0.261	65,091	42,089	107,179	4
110	214	CA1594	Columbia	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.300	0.364	48,254	58,551	106,805	4
111	215	CA1715	Malaysia	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.584	0.422	93,992	67,901	161,893	4
112	216	CA1814	USA	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	1.061	0.380	170,791	61,251	232,042	4
113	217	CA1857	No. report	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.484	0.302	77,944	48,547	126,491	4
114	218	เทวี 60	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.485	0.296	78,012	47,691	125,703	4
115	220	อัมผาง	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.544	0.289	87,554	46,582	134,136	4
116	221	SR09-181	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.586	0.260	94,411	41,914	136,325	4
117	222	CA215	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.333	0.250	53,556	40,211	93,767	4
118	223	CA218	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.231	0.206	37,117	33,231	70,348	4
119	224	CA227	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.329	0.180	52,955	28,991	81,946	4
120	225	CA398	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.234	0.120	37,672	19,350	57,022	4
121	226	CA758	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.270	0.082	43,392	13,273	56,665	4
123	230	CA983	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.153	0.158	24,556	25,414	49,970	4
124	231	CA1001	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.252	0.131	40,573	21,153	61,727	4
125	232	CA1003	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.380	0.107	61,250	17,157	78,407	4
129	236	SR09-006	Thailand	<i>Cannuum</i>	หนุมขี้ยาว	0.204	0.098	32,907	15,803	48,710	4
131	238	CA1165	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.166	0.134	26,662	21,598	48,260	4
132	239	CA1167	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.162	0.150	26,098	24,116	50,213	4
133	240	CA1168	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.121	0.157	19,403	25,353	44,756	4
134	241	CA1172	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.191	0.250	30,749	40,224	70,973	4
135	243	CA1283	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.253	0.266	40,763	42,809	83,572	4
136	244	CA367	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.192	0.300	30,986	48,274	79,260	4
137	245	CA1290	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.368	0.233	59,232	37,474	96,705	4
138	246	CA1338	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.246	0.176	39,611	28,341	67,952	4
139	247	CA1339	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/ขี้เท้า	0.162	0.144	26,121	23,143	49,264	4
140	248	CA1341	Taiwan	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/ขี้เท้า/ ประดับ	0.062	0.180	9,944	29,021	38,965	4
141	249	CA1360	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.236	0.248	38,042	39,979	78,021	4
142	250	CA1363	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.347	0.281	55,830	45,216	101,046	4
143	251	CA1369	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.444	0.259	71,467	41,680	113,147	4
144	252	CA1378	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.374	0.249	60,152	40,040	100,192	4
145	253	CA1379	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.268	0.212	43,155	34,170	77,324	4
146	255	CA1381-ผล ขาว	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลใหญ่/เล็ก	0.332	0.207	53,460	33,308	86,767	4
147	256	CA1386	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.185	0.170	29,817	27,300	57,117	4
148	257	CA1387	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.337	0.158	54,216	25,474	79,690	4
149	258	CA1389	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.145	0.158	23,297	25,475	48,772	4
150	260	CA1414	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.181	0.148	29,106	23,812	52,918	4

ตาราง ข-3 ผลการวิเคราะห์พริกตามหลักการของ Scoville Heat Unit

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	% w/w CSC	% w/w DHC	CSC SHU	DHC SHU	Total SHU	Grad
151	261	CA1415	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.237	0.151	38,098	24,279	62,376	4
152	262	CA1416	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.167	0.165	26,868	26,564	53,432	4
153	263	CA1417	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.144	0.189	23,205	30,479	53,683	4
154	264	CA1418	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.290	0.181	46,755	29,119	75,874	4
155	265	CA1420	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.246	0.151	39,633	24,297	63,929	4
156	266	CA1421	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.194	0.145	31,228	23,378	54,606	4
157	267	CA1424	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.241	0.158	38,773	25,500	64,274	4
158	269	CA1452	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.138	0.170	22,194	27,302	49,496	4
159	270	CA1458	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.125	0.170	20,198	27,357	47,555	4
160	271	CA1459	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.156	0.155	25,143	24,947	50,090	4
161	272	CA1463	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.149	0.243	24,002	39,143	63,145	4
162	273	CA1465	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.121	0.245	19,401	39,446	58,847	4
163	275	CA1471	Lao	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.459	0.252	73,961	40,548	114,508	4
164	276	CA1475	Lao	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.162	0.129	26,013	20,723	46,736	4
165	277	CA1483	Lao	<i>Cannuum</i>	ขี้พื้	0.165	0.088	26,570	14,171	40,741	4
166	278	CA1571	USA	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.139	0.099	22,347	15,879	38,226	4
167	279	CA1753	Venezuela	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/ขี้พื้	0.048	0.139	7,792	22,449	30,241	4
168	280	F12	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.309	0.194	49,717	31,237	80,954	4
169	281	F40	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.247	0.215	39,752	34,628	74,380	4
170	282	F85	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.394	0.205	63,485	32,993	96,478	4
171	283	F91	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.357	0.192	57,557	30,934	88,491	4
172	284	F112	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.242	0.169	38,904	27,193	66,098	4
173	285	F133	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.221	0.169	35,636	27,134	62,770	4
174	286	F139	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.256	0.169	41,178	27,172	68,350	4
175	287	F150	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.192	0.161	30,929	25,916	56,845	4
176	292	Superhot	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.335	0.146	53,946	23,443	77,389	4
177	293	จินดา	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.172	0.158	27,637	25,404	53,041	4
178	295	SR08-0142	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.177	0.178	28,471	28,626	57,097	4
179	296	SR08-0143	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.247	0.146	39,773	23,578	63,351	4
180	297	SR09-043	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.275	0.129	44,289	20,730	65,019	4
182	299	CA224	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.150	0.086	24,129	13,826	37,955	4
184	301	CA1423	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.086	0.156	13,780	25,071	38,851	4
185	304	CA1337	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	0.614	0.125	98,912	20,139	119,052	4
191	312	หัวสีท่น 4PEP001	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.203	0.128	32,695	20,533	53,228	4
192	313	พริกเดือยไม้	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.295	0.097	47,562	15,587	63,149	4
194	315	พริกมันดำ	Thailand	<i>Cannuum</i>	มันดำ	0.129	0.063	20,720	10,180	30,900	4
196	318	F1 supersab	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.096	0.100	15,388	16,153	31,541	4
198	321	CA1340	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.226	0.059	36,348	9,557	45,905	4
201	324	CA1385	Thailand	<i>Cannuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	0.111	0.107	17,850	17,275	35,125	4

ภาคผนวก ค

การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin และ beta-carotene เป็นตัวกำหนด

ภาคผนวก ค-1

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)	Grad
189	309	CA919	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	0.0 ± 0.0	F
96	195	CA1364	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1.5 ± 0.0	F
52	103	CA924-A	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับระฆัง	2.1 ± 0.1	F
57	122	CA1683	Peru	<i>C.chinense</i>	ประดับ	2.4 ± 0.1	F
70	148	ปากคลอง 192	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	2.6 ± 0.1	F
197	320	CA1297	Taiwan	<i>C.baccatum</i>	ชี้ฟ้า	2.8 ± 0.1	F
181	298	CA746	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	2.8 ± 0.1	F
18	31	CA2106	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	3.5 ± 0.2	F
192	313	พริกเดือยไก่	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	3.6 ± 0.2	F
42	80	CA1702	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	4.1 ± 0.1	F
85	168	CA1258	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	4.2 ± 0.0	F
191	312	หัวสีทน4PEP001	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	4.4 ± 0.2	F
47	97	CA1838	Hungary	<i>C.annuum</i>	หวาน	4.5 ± 0.2	F
175	287	F150	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	4.6 ± 0.2	F
68	145	SR09-022	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	4.7 ± 0.2	F
14	25	CA1537	USA	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม	4.7 ± 0.2	F
39	71	CA1442	China	<i>C.annuum</i>	หยวก	4.8 ± 0.2	F
54	118	CA1531	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	4.9 ± 0.2	F
17	29	CA1718	India	<i>C.annuum</i>	หยวก	5.0 ± 0.2	F
200	323	CA1229	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	5.0 ± 0.2	F
190	311	CA1563	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	5.0 ± 0.3	F
168	280	F12	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.1 ± 0.1	F
173	285	F133	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.2 ± 0.4	F
187	307	CA1247	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	5.2 ± 0.2	F
182	299	CA224	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.4 ± 0.4	F
21	36	CA1075	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	5.4 ± 0.2	F

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)	Grad
44	86	CA1184	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	5.5 ± 0.1	F
176	292	Superhot	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.6 ± 0.2	F
67	144	SR09-021	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	5.6 ± 0.1	F
183	300	F1 Yok siam	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	5.7 ± 0.3	F
53	107	CA1489	USA	<i>C.annuum</i>	หยวกประดับ	5.7 ± 0.3	F
109	213	CA1538	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/เล็ก	5.7 ± 0.5	F
97	196	CA1365	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	5.7 ± 0.4	F
1	1	CA074	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	5.8 ± 0.2	F
103	206	CA1476	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	5.9 ± 0.2	F
133	240	CA1168	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.9 ± 0.2	F
198	321	CA1340	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.2 ± 0.1	F
122	229	CA945	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.3 ± 0.2	F
174	286	F139	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.4 ± 0.2	F
3	3	CA084	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว/ขาว/ชี้หนู	6.4 ± 0.1	F
135	243	CA1283	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.4 ± 0.3	F
177	293	จินดา	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.5 ± 0.2	F
95	194	CA1362	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	6.5 ± 0.4	F
116	221	SR09-181	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	6.8 ± 0.5	F
99	198	CA1368	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.2 ± 0.1	F
186	306	CA1151	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	7.3 ± 0.2	F
94	193	CA1361	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.4 ± 0.1	F
165	277	CA1483	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	7.5 ± 0.2	F
129	236	SR09-006	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	7.6 ± 0.1	F
121	226	CA758	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.8 ± 0.4	F
80	161	F1 361004	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.8 ± 0.3	F
6	6	CA957	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	7.9 ± 0.2	F
166	278	CA1571	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.9 ± 0.5	F

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)			Grad
146	255	CA1381-ผลขาว	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลใหญ่/เล็ก	7.9	±	0.1	F
117	222	CA215	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	8.0	±	0.1	F
127	234	CA1153	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุ/ชี้หนุซ่อ	8.0	±	0.1	F
69	146	SR09-179	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	8.1	±	0.2	F
35	62	CA1106	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/Jalapeno	8.1	±	0.2	F
180	297	SR09-043	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	8.1	±	0.3	F
2	2	CA078	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม/cayenne	8.2	±	0.6	F
172	284	F112	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	8.2	±	0.3	F
93	191	CA1356	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	8.3	±	0.2	F
5	5	CA849	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	8.3	±	0.1	F
110	214	CA1594	Columbia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	8.3	±	0.1	F
37	65	CA1221	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	8.4	±	0.5	F
26	45	CA1549	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	8.7	±	0.4	F
170	282	F85	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	8.8	±	0.3	F
138	246	CA1338	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	8.8	±	0.5	F
36	64	CA1195	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ประดับ	8.8	±	0.1	F
10	13	CA1296	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	8.8	±	0.3	F
66	143	SR09-015	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	8.9	±	0.4	F
9	12	CA1281	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	8.9	±	0.5	F
144	252	CA1378	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	9.2	±	0.2	F
194	315	พริกมันดำ	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	9.4	±	0.3	F
64	141	SR09-013	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	9.4	±	0.1	F
124	231	CA1001	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	9.4	±	0.4	F
114	218	เทวี 60	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	9.4	±	0.1	F
98	197	CA1366	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	9.4	±	0.2	F
111	215	CA1715	Malaysia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	9.5	±	0.3	F
126	233	CA1110	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	9.6	±	0.3	F

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)	Grad
12	17	CA1449	China	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่ม	9.8 ± 0.2	F
63	139	จักพรรดิ TB-103	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	9.8 ± 0.4	F
169	281	F40	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	9.8 ± 0.2	F
196	318	F1 supersab	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	9.8 ± 0.8	F
125	232	CA1003	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	9.8 ± 0.1	F
185	304	CA1337	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	10.0 ± 0.2	E
137	245	CA1290	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	10.2 ± 0.4	E
89	185	CA1348	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	10.3 ± 0.3	E
156	266	CA1421	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	10.3 ± 0.7	E
188	308	CA1373	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	10.4 ± 0.2	E
167	279	CA1753	Venezuela	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่/ชี้ฟ้า	10.6 ± 0.8	E
171	283	F91	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	10.9 ± 0.5	E
178	295	SR08-0142	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	11.1 ± 0.5	E
90	186	CA1349	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	11.2 ± 0.2	E
88	183	CA1346	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	11.2 ± 0.4	E
195	316	SR09-018	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	11.3 ± 0.8	E
128	235	CA1151	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	11.4 ± 0.4	E
87	182	CA1345	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	11.5 ± 0.2	E
79	160	F1 360918	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	11.6 ± 0.0	E
13	24	CA1536	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	11.7 ± 0.4	E
108	212	CA1518	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	11.7 ± 0.8	E
7	8	CA1034	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	11.8 ± 0.4	E
48	98	CA741	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	11.9 ± 0.4	E
141	249	CA1360	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	11.9 ± 0.4	E
8	10	CA1113	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	11.9 ± 0.2	E
84	167	CA1131	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	12.0 ± 0.4	E
201	324	CA1385	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.2 ± 0.4	E

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)			Grad
123	230	CA983	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.4	±	0.8	E
112	216	CA1814	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	12.4	±	0.3	E
143	251	CA1369	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.4	±	0.4	E
24	40	CA1532	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มขาว/เขียว	12.4	±	0.7	E
119	224	CA227	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.4	±	0.6	E
154	264	CA1418	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.5	±	0.5	E
157	267	CA1424	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.5	±	0.2	E
49	99	CA747	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	12.5	±	0.6	E
45	87	CA682	China	<i>C.annuum</i>	หวาน	12.5	±	0.6	E
65	142	SR09-014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มเขียว	12.7	±	0.7	E
22	37	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	12.8	±	0.2	E
145	253	CA1379	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	12.8	±	0.5	E
179	296	SR08-0143	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	13.4	±	0.3	E
100	200	CA1393	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	13.6	±	0.5	E
92	190	CA1355	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	13.6	±	0.4	E
158	269	CA1452	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	13.6	±	0.4	E
11	14	CA1444	China	<i>C.annuum</i>	ประดับ	13.8	±	0.5	E
101	201	CA1399	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	13.9	±	0.3	E
50	100	CA748	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	14.0	±	0.3	E
78	159	F1 Jom Thong 2	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	14.4	±	0.1	E
120	225	CA398	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	14.5	±	0.3	E
149	258	CA1389	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	14.7	±	0.5	E
199	322	CA1498	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	14.7	±	0.2	E
193	314	CA1152	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุข้อ	14.9	±	1.0	E
151	261	CA1415	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	15.1	±	0.4	E
77	158	F1 YOKSAWAN	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	15.1	±	0.5	E
40	73	CA1450	China	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่ม	15.2	±	0.2	E

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)	Grad
75	156	SR09-012	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	15.3 ± 0.4	E
162	273	CA1465	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	15.3 ± 0.4	E
76	157	SR09-017	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	15.5 ± 0.5	E
131	238	CA1165	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	15.6 ± 0.8	E
83	166	CA446	No report	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลเล็ก	15.6 ± 0.3	E
159	270	CA1458	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	15.7 ± 0.3	E
152	262	CA1416	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	15.9 ± 0.5	E
153	263	CA1417	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	16.1 ± 0.5	E
161	272	CA1463	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	16.2 ± 1.0	E
184	301	CA1423	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	16.3 ± 0.4	E
132	239	CA1167	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	16.3 ± 0.6	E
4	4	CA787	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	16.4 ± 0.4	E
72	153	Bird pepper	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	16.9 ± 0.1	E
74	155	SR09-010	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	17.0 ± 0.1	E
105	208	CA1481	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	17.5 ± 1.2	E
34	54	CA939	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	17.5 ± 1.6	E
134	241	CA1172	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	17.7 ± 0.7	E
139	247	CA1339	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/ขี้ฟ้า	17.8 ± 0.7	E
147	256	CA1386	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	17.9 ± 0.4	E
15	27	CA1631	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	18.3 ± 0.5	E
27	46	CA1551	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า/มันดำ	18.4 ± 0.2	E
164	276	CA1475	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	18.4 ± 0.6	E
20	34	CA1029	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	18.6 ± 0.2	E
104	207	CA1477	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลเล็ก	18.7 ± 1.0	E
142	250	CA1363	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	18.7 ± 1.0	E
113	217	CA1857	No. report	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลเล็ก	18.9 ± 0.3	E

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)	Grad
16	28	CA1637	Ecuador	<i>C.annuum</i>	cayenne	19.0 ± 0.9	E
163	275	CA1471	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	19.4 ± 0.4	E
81	162	F1 361014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	19.5 ± 0.2	E
118	223	CA218	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	19.5 ± 0.7	E
71	151	Nocera	Spain	<i>C.annuum</i>	หวาน	19.7 ± 0.1	E
136	244	CA367	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	20.0 ± 1.0	D
155	265	CA1420	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	20.0 ± 0.2	D
29	49	CA1574	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า	20.2 ± 0.7	D
130	237	CA1163-A	Japan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	20.2 ± 0.6	D
160	271	CA1459	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	20.2 ± 0.7	D
107	211	CA1499	USA	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	20.9 ± 0.6	D
30	50	CA365	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	21.2 ± 0.8	D
115	220	อัมผาง	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	21.4 ± 0.6	D
82	163	F1 361015	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	22.0 ± 0.4	D
23	38	CA1472	Lao	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า	22.8 ± 1.4	D
19	33	CA969	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า	23.0 ± 0.7	D
150	260	CA1414	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	24.4 ± 0.8	D
106	209	CA1486	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	24.7 ± 0.9	D
51	101	CA749	Hungary	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	25.2 ± 0.2	D
91	189	CA1354	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	25.8 ± 0.5	D
25	43	CA1541	USA	<i>C.annuum</i>	มันดำ	26.1 ± 0.7	D
56	121	CA1664	Cuba	<i>C.annuum</i>	มันดำ	27.0 ± 1.3	D
38	66	CA1239	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	29.1 ± 1.3	D
148	257	CA1387	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	29.3 ± 0.4	D
140	248	CA1341	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่/ขี้ฟ้า/ ประดับ	30.7 ± 1.0	C

ตาราง ค-1 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ capsanthin

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Capsanthin (mg/100g)	Grad
55	119	CA1614	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	31.3 ± 0.7	C
61	137	CA1095	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	31.5 ± 0.2	C
102	205	CA1470	Lao	<i>C.frutescens</i>	ขี้หนูผลเล็ก	31.8 ± 0.8	C
62	138	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	33.6 ± 1.3	C
73	154	SR09-016	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูผลใหญ่	35.4 ± 1.4	C
86	170	CA1302	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า	35.5 ± 0.6	C
58	127	CA860	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้หนูช่อ	36.7 ± 0.7	C
33	53	CA857	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า	38.2 ± 0.9	C
59	129	CA1181	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับขี้หนูช่อ	39.0 ± 1.2	C
28	47	CA1566	USA	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า/หนุ่มเขียว	39.2 ± 0.9	C
60	136	CA1046	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้ฟ้า	39.8 ± 0.6	C
41	74	CA1497-A	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	43.1 ± 3.4	B
31	51	CA1187	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	48.1 ± 2.1	B
32	52	CA1188	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	48.5 ± 0.7	B
46	93	CA1665	Mexico	<i>C.annuum</i>	ประดับ	52.0 ± 0.7	A
43	84	CA1734	S.Korea	<i>C.annuum</i>	หยวก	68.2 ± 2.5	A

หมายเหตุ F ≥ 0, E ≥ 10, D ≥ 20, C ≥ 30, B ≥ 40 และ A ≥ 50 mg/100g

ภาคผนวก ค-2

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
70	148	ปากคลอง 192	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.7 ± 0.0	F
57	122	CA1683	Peru	<i>C.chinense</i>	ประดับ	0.7 ± 0.0	F
187	307	CA1247	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.8 ± 0.0	F
42	80	CA1702	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.8 ± 0.0	F
39	71	CA1442	China	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.9 ± 0.0	F
96	195	CA1364	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	0.9 ± 0.0	F
173	285	F133	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	0.9 ± 0.1	F
47	97	CA1838	Hungary	<i>C.annuum</i>	หวาน	1.1 ± 0.1	F
44	86	CA1184	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	1.1 ± 0.0	F
192	313	พริกเดือยไก่	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1.2 ± 0.1	F
175	287	F150	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1.4 ± 0.1	F
200	323	CA1229	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	1.4 ± 0.1	F
190	311	CA1563	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1.5 ± 0.1	F
181	298	CA746	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	1.5 ± 0.0	F
168	280	F12	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1.6 ± 0.1	F
191	312	หัวสีทน4PEP001	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1.7 ± 0.2	F
174	286	F139	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1.7 ± 0.1	F
52	103	CA924-A	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับระฆัง	1.8 ± 0.1	F
176	292	Superhot	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	1.8 ± 0.2	F
189	309	CA919	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	1.9 ± 0.1	F
126	233	CA1110	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.1 ± 0.2	F
172	284	F112	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.2 ± 0.2	F
198	321	CA1340	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.3 ± 0.2	F
146	255	CA1381-ผลขาว	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลใหญ่/เล็ก	2.4 ± 0.2	F
45	87	CA682	China	<i>C.annuum</i>	หวาน	2.5 ± 0.2	F
166	278	CA1571	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.5 ± 0.1	F

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
183	300	F1 Yok siam	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	2.5 ± 0.0	F
35	62	CA1106	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/Jalapeno	2.6 ± 0.1	F
6	6	CA957	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	2.7 ± 0.0	F
127	234	CA1153	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุ/ชี้หนุข้อ	2.8 ± 0.2	F
135	243	CA1283	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.8 ± 0.2	F
169	281	F40	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.8 ± 0.0	F
170	282	F85	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	2.9 ± 0.1	F
50	100	CA748	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	3.0 ± 0.2	F
80	161	F1 361004	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	3.0 ± 0.1	F
180	297	SR09-043	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	3.2 ± 0.1	F
68	145	SR09-022	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	3.2 ± 0.2	F
171	283	F91	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	3.2 ± 0.2	F
182	299	CA224	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	3.3 ± 0.0	F
167	279	CA1753	Venezuela	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่/ชี้ฟ้า	3.4 ± 0.2	F
21	36	CA1075	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	3.4 ± 0.1	F
186	306	CA1151	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	3.4 ± 0.3	F
103	206	CA1476	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	3.5 ± 0.1	F
53	107	CA1489	USA	<i>C.annuum</i>	หยวกประดับ	3.6 ± 0.3	F
165	277	CA1483	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	3.6 ± 0.2	F
128	235	CA1151	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	3.6 ± 0.3	F
129	236	SR09-006	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	3.8 ± 0.2	F
67	144	SR09-021	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	3.8 ± 0.2	F
85	168	CA1258	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลเล็ก	4.2 ± 0.3	F
14	25	CA1537	USA	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม	4.2 ± 0.1	F
109	213	CA1538	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่/เล็ก	4.2 ± 0.2	F
196	318	F1 supersab	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	4.2 ± 0.3	F
37	65	CA1221	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	4.3 ± 0.3	F
95	194	CA1362	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	4.4 ± 0.2	F

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
133	240	CA1168	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	4.4 ± 0.0	F
36	64	CA1195	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ประดับ	4.4 ± 0.1	F
40	73	CA1450	China	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนู่ม	4.5 ± 0.2	F
97	196	CA1365	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	4.6 ± 0.1	F
18	31	CA2106	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	4.9 ± 0.3	F
195	316	SR09-018	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	4.9 ± 0.1	F
161	272	CA1463	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.0 ± 0.4	F
177	293	จินดา	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.1 ± 0.3	F
94	193	CA1361	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	5.1 ± 0.4	F
26	45	CA1549	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	5.1 ± 0.2	F
54	118	CA1531	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	5.2 ± 0.4	F
188	308	CA1373	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	5.2 ± 0.5	F
125	232	CA1003	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.2 ± 0.1	F
66	143	SR09-015	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนู่มเขียว	5.3 ± 0.2	F
17	29	CA1718	India	<i>C.annuum</i>	หยวก	5.3 ± 0.5	F
64	141	SR09-013	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนู่มเขียว	5.5 ± 0.1	F
8	10	CA1113	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	5.6 ± 0.4	F
122	229	CA945	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.6 ± 0.2	F
197	320	CA1297	Taiwan	<i>C.baccatum</i>	ชี้ฟ้า	5.7 ± 0.2	F
48	98	CA741	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	5.8 ± 0.2	F
162	273	CA1465	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	5.9 ± 0.5	F
193	314	CA1152	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูข้อ	6.0 ± 0.5	F
5	5	CA849	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนู่มขาว	6.1 ± 0.4	F
93	191	CA1356	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	6.3 ± 0.3	F
79	160	F1 360918	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนู่มเขียว	6.3 ± 0.1	F
138	246	CA1338	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.3 ± 0.5	F
117	222	CA215	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.3 ± 0.2	F
63	139	จักพรรดิ TB-103	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	6.4 ± 0.4	F

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
89	185	CA1348	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	6.7 ± 0.3	F
12	17	CA1449	China	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนู่ม	6.7 ± 0.6	F
90	186	CA1349	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	6.8 ± 0.6	F
65	142	SR09-014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนู่มเขียว	6.8 ± 0.5	F
114	218	เทวี 60	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	6.8 ± 0.1	F
154	264	CA1418	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	6.9 ± 0.5	F
69	146	SR09-179	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนู่มเขียว	7.0 ± 0.3	F
13	24	CA1536	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	7.1 ± 0.5	F
199	322	CA1498	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	7.1 ± 0.0	F
144	252	CA1378	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.1 ± 0.3	F
194	315	พริกมันดำ	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	7.1 ± 0.3	F
110	214	CA1594	Columbia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.3 ± 0.4	F
178	295	SR08-0142	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.4 ± 0.5	F
137	245	CA1290	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.4 ± 0.3	F
22	37	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	7.4 ± 0.4	F
99	198	CA1368	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.4 ± 0.3	F
87	182	CA1345	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.6 ± 0.5	F
185	304	CA1337	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.7 ± 0.1	F
143	251	CA1369	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	7.7 ± 0.5	F
108	212	CA1518	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	7.8 ± 0.8	F
78	159	F1 Jom Thong 2	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนู่มเขียว	8.0 ± 0.6	F
124	231	CA1001	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.0 ± 0.2	F
179	296	SR08-0143	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.1 ± 0.5	F
153	263	CA1417	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.1 ± 0.4	F
131	238	CA1165	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.2 ± 0.7	F
156	266	CA1421	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.2 ± 0.6	F
157	267	CA1424	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.3 ± 0.4	F
164	276	CA1475	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.3 ± 0.3	F

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
141	249	CA1360	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.7 ± 0.7	F
34	54	CA939	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	8.8 ± 0.4	F
159	270	CA1458	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.8 ± 0.5	F
82	163	F1 361015	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.8 ± 0.6	F
158	269	CA1452	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.8 ± 0.3	F
1	1	CA074	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	8.8 ± 0.4	F
119	224	CA227	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	8.9 ± 0.9	F
121	226	CA758	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	9.0 ± 0.8	F
77	158	F1 YOKSAWAN	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	9.0 ± 0.6	F
76	157	SR09-017	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	9.2 ± 0.2	F
24	40	CA1532	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มขาว/เขียว	9.2 ± 0.8	F
201	324	CA1385	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	9.3 ± 0.6	F
142	250	CA1363	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	9.4 ± 0.4	F
88	183	CA1346	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	9.4 ± 0.8	F
4	4	CA787	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	9.7 ± 0.3	F
101	201	CA1399	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	9.8 ± 0.9	F
9	12	CA1281	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	9.9 ± 0.6	F
71	151	Nocera	Spain	<i>C.annuum</i>	หวาน	10.0 ± 0.2	F
30	50	CA365	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	10.0 ± 0.5	F
145	253	CA1379	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.0 ± 0.4	F
74	155	SR09-010	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.1 ± 0.4	E
130	237	CA1163-A	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.1 ± 0.7	E
27	46	CA1551	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/มันดำ	10.1 ± 0.7	E
151	261	CA1415	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.3 ± 0.5	E
38	66	CA1239	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	10.5 ± 0.3	E
163	275	CA1471	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.7 ± 0.9	E
139	247	CA1339	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/ชี้ฟ้า	10.7 ± 0.3	E
149	258	CA1389	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.7 ± 0.8	E

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
92	190	CA1355	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	10.8 ± 0.7	E
81	162	F1 361014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	10.9 ± 0.6	E
152	262	CA1416	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	11.0 ± 0.6	E
123	230	CA983	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	11.2 ± 0.5	E
132	239	CA1167	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	11.3 ± 0.2	E
15	27	CA1631	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	11.3 ± 0.7	E
11	14	CA1444	China	<i>C.annuum</i>	ประดับ	11.4 ± 0.7	E
7	8	CA1034	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	11.6 ± 0.7	E
134	241	CA1172	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	11.7 ± 0.8	E
118	223	CA218	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	11.7 ± 0.6	E
160	271	CA1459	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	11.9 ± 1.0	E
120	225	CA398	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	12.0 ± 0.2	E
10	13	CA1296	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้นุ	12.5 ± 0.3	E
116	221	SR09-181	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้นุผลเล็ก	12.6 ± 0.5	E
75	156	SR09-012	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	13.1 ± 0.6	E
136	244	CA367	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	13.1 ± 1.0	E
184	301	CA1423	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	13.1 ± 0.4	E
150	260	CA1414	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	13.1 ± 0.6	E
98	197	CA1366	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ขี้นุผลเล็ก	13.2 ± 0.5	E
2	2	CA078	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม/cayenne	13.4 ± 0.7	E
147	256	CA1386	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	13.7 ± 0.2	E
84	167	CA1131	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลเล็ก	13.8 ± 1.1	E
140	248	CA1341	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่/ขี้นุ/ประดับ	14.2 ± 1.1	E
3	3	CA084	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว/ขาว/ขี้นุ	14.2 ± 0.4	E
86	170	CA1302	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ขี้นุ	14.6 ± 0.9	E
62	138	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	14.9 ± 0.5	E
155	265	CA1420	Thailand	<i>C.annuum</i>	ขี้นุผลใหญ่	14.9 ± 0.6	E

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
104	207	CA1477	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	15.1 ± 0.4	E
105	208	CA1481	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	15.2 ± 0.9	E
20	34	CA1029	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	15.2 ± 0.5	E
111	215	CA1715	Malaysia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	16.1 ± 1.2	E
72	153	Bird pepper	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	16.3 ± 0.7	E
113	217	CA1857	No. report	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	17.5 ± 0.7	E
148	257	CA1387	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	17.6 ± 1.4	E
83	166	CA446	No report	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	19.2 ± 1.0	E
55	119	CA1614	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	19.4 ± 1.7	E
56	121	CA1664	Cuba	<i>C.annuum</i>	มันดำ	19.8 ± 1.9	E
49	99	CA747	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	19.9 ± 1.3	E
25	43	CA1541	USA	<i>C.annuum</i>	มันดำ	20.2 ± 0.5	D
28	47	CA1566	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มเขียว	20.8 ± 0.1	D
33	53	CA857	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	20.9 ± 0.7	D
112	216	CA1814	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	21.0 ± 1.1	D
100	200	CA1393	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	21.4 ± 1.3	D
51	101	CA749	Hungary	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	21.5 ± 0.9	D
23	38	CA1472	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	21.6 ± 1.5	D
16	28	CA1637	Ecuador	<i>C.annuum</i>	cayenne	22.1 ± 1.3	D
91	189	CA1354	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	22.9 ± 2.3	D
61	137	CA1095	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	23.4 ± 0.6	D
29	49	CA1574	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	23.4 ± 1.7	D
115	220	อัมผาง	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	26.0 ± 1.5	D
32	52	CA1188	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	29.1 ± 2.5	D
59	129	CA1181	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับชี้หนูข้อ	29.1 ± 1.3	D
73	154	SR09-016	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	30.0 ± 2.6	C
60	136	CA1046	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	30.7 ± 1.1	C

ตาราง ค-2 การแบ่งกลุ่มของพริกโดยใช้ปริมาณของ beta-carotene

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	Beta-carotene (mg/100g)	Grad
31	51	CA1187	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	31.9 ± 0.5	C
41	74	CA1497-A	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	32.2 ± 1.7	C
19	33	CA969	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	36.2 ± 1.7	C
58	127	CA860	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูช่อ	42.3 ± 2.5	B
107	211	CA1499	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	43.7 ± 4.2	B
46	93	CA1665	Mexico	<i>C.annuum</i>	ประดับ	50.8 ± 1.1	A
102	205	CA1470	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	52.2 ± 0.9	A
106	209	CA1486	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	56.7 ± 3.1	A
43	84	CA1734	S.Korea	<i>C.annuum</i>	หยวก	57.7 ± 1.7	A

หมายเหตุ F ≥ 0, E ≥ 10, D ≥ 20, C ≥ 30, B ≥ 40 และ A ≥ 50 mg/100 g

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Volatile Organic Compounds ในพริก

ตาราง ง-1 สาร VOC ในกลุ่ม Ester, Ketone และ Acid

Compounds	58	72	73	74	75	76	80	81	82	83	87	88	89	90	91	93
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Ester																
2-Hexenoic acid, ethyl ester																
Benzoic acid, Methyl salicylate	17.2	16.06			11.22			10.82		30.67						
Ethyl 2-hydroxybenzoate								1.18								
Butanoic acid, hexyl ester																
Propanoic acid																
HEXYL 2-METHYL BUTYRATE																
hexyl 2-methylbutanoate									14.56		30.01					
HEXYL ISOVALERATE																
HEXYL-2-METHYLBUTYRATE																
Butanoic acid, 3-methyl-																
Hexanoic acid, hexyl ester																
Oxacyclotetradecan-2-one			0.18				0.26			0.17	0.29	0.25				
ISO AMYL DECANOATE							0.41									
Ethyl linoleate																
Ketone																
.BETA. IONONE																
.alpha.-ionone																
3-Buten-2-one, 4-(2,6,6-trimeth...																
Acid																
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-																

ตาราง 3-1 สาร VOC ในกลุ่ม Ester, Ketone และ Acid

Compounds	158	159	160	161	162	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Ester																
2-Hexenoic acid, ethyl ester																
Benzoic acid, Methyl salicylate	15.41															
Ethyl 2-hydroxybenzoate																
Butanoic acid, hexyl ester																
Propanoic acid																
HEXYL 2-METHYL BUTYRATE					24.87											
hexyl 2-methylbutanoate				27.73												
HEXYL ISOVALERATE												6.06	15.48			
HEXYL-2-METHYLBUTYRATE																
Butanoic acid, 3-methyl-																
Hexanoic acid, hexyl ester																
Oxacyclotetradecan-2-one								0.43		0.22	0.35	0.61		0.58	0.22	
ISO AMYL DECANOATE							0.89	1.16						0.45		
Ethyl linoleate																
Ketone																
.BETA. IONONE																
.alpha.-Ionone																
3-Buten-2-one, 4-(2,6-trimeth...																
Acid																
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-																

ตาราง 4-1 สาร VOC ในกลุ่ม Ester, Ketone และ Acid

Compounds	179	180	182	184	191	192	196	198	201
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Ester									
2-Hexenoic acid, ethyl ester									
Benzoic acid, Methyl salicylate									
Ethyl 2-hydroxybenzoate			1			1.21			
Butanoic acid, hexyl ester									
Propanoic acid									
HEXYL 2-METHYL BUTYRATE									
hexyl 2-methylbutanoate									
HEXYL ISOVALERATE									
HEXYL-2-METHYLBUTYRATE									
Butanoic acid, 3-methyl-									
Hexanoic acid, hexyl ester									
Oxacyclotetradecan-2-one		0.19			0.2	0.17		0.3	
ISO AMYL DECANOATE									
Ethyl linoleate								2.51	
Ketone									
.BETA. IONONE									
.alpha.-Ionone									
3-Buten-2-one, 4-(2,6-trimeth...									
Acid									
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-						0.26	1.56	0.49	

Compounds

SR08-0143

SR09-043

CA 224

CA 1423

ฟ้ายี่สิบ

ฟริก

F1 Super Sab

CA 1340

CA 1385

ตาราง ง-2 สาร VOC ในกลุ่ม Aldehyde และ Alcohol

Compounds	94	95	96	97	98	99	100	101	113	114	115	116	117	118	119	120
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Aldehyde																
2-Hexenal													0.42			
tridecanal																
13-Tetradecenal																0.55
Tetradecanal																
Z-11-Pentadecenal																
Pentadecanal-															3.63	
E-11-Hexadecenal																
E-14-Hexadecenal																
Hexadecanal									2.6					2.88	2.54	1.97
Octadecanal									0.9							
Alcohol																
Benzenemethanol									1.18							
Phenol, 2-methoxy																
trans-2-Undecen-1-ol													1.48			1.9
Z-2-Dodecen-1-ol									2.93	1.06						
8-Dodecenol																
11-Dodecenol																
D11-dodecene-1-ol																
1-Dodecanol				0.7												
E-2-Tetradecen-1-ol										1.46						
d-Nerolidol																
1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11...																
Farnesol																
Cyclopentadecanone, 2-hydroxy-																
1-Hexadecanol				0.35												
1-Docosanol								0.44								

[illegible]

ตาราง 3-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	58	72	73	74	75	76	80	81	82	83	87	88	89	90	91	93
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
CA	127	153	154	155	156	157	161	162	163	166	182	183	185	186	189	191
860		Bird	SR09-016	SR09-010	SR09-012	SR09-017	F1 361004	F1 361014	F1 361015	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA
Area%		Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																
7-D2-METHYLENECYCLOHEXANE				0.31				0.72								
Styrene																
Bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5-triene																
9-Oxabicyclo[6.1.0]nonane																
Cyclooctane																
Cymene																
1-ETHYL-2,3-DIMETHYLBENZENE																
Benzene, 4-ethyl-1,2-dimethyl-																
Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl-																
Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-																
1,3,6-Octatriene,																0.78
1,3,6-Octatriene											1.03			0.99		
cis-Octimene																
3-Carene																
Cyclopentane																
Decane																
6-[(Z)-1-Butenyl]-1,4-cyclohept...																
1-Decene, 9-methyl-	1.5	5.39	3.75	2.86			3.65		2.89							
1-Ethyl-2,2,6-trimethylcyclohexane																
3-Dodecene, (Z)-																
3-Undecene, 2-methyl-, (Z)-					5.44							4.67				
Cyclopropane, 1-butyl-2-pentyl-...																
Cyclopentane, 1-butyl-2-propyl-																
Cyclododecane										0.53						
Z-1,6-Tridecadiene																
Cyclopentane, 3-hexyl-1,1-dimet...																
Cyclohexane, 2-butyl-1,1,3-trim...								0.31								0.78

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	58	72	73	74	75	76	80	81	82	83	87	88	89	90	91	93
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																
Z-8-Hexadecene																
Hexadecane		1.4	0.72	1.69	1.61	0.43	1.18	1.69	1.81	1.43	0.67	0.91		1.46	0.42	2.2
Pentadecane, 2-methyl-		0.97	0.6	2.15	1.55		2.34	2.67	2.41	2.04	1.02	1.07		1.45	0.59	1.69
Pentadecane, 3-methyl-	0.72				1.28											
Cyclopropane																
1-Heptadecene															0.34	
3-Heptadecene, (Z)-											0.2					
8-Heptadecene												0.5		0.66	0.21	
2-Methylhexadec-1-ene					0.35											
Cyclopropane																
1-Heptadecene															0.34	
3-Heptadecene, (Z)-											0.2					
8-Heptadecene												0.5		0.66	0.21	
2-Methylhexadec-1-ene					0.35											
Oxirane, tetradecyl-																
Hexadecane, 2-methyl-	2.8		0.77			0.34				1.39	1.14	1.14		1.74	0.55	1.86
Heptadecane	0.2	1.12		2.28	1.46	0.51	2.13	2.44		3.5	0.75	1.23		1.05	0.44	0.83
3-Octadecene, (E)-																0.07
5-Octadecene, (E)-					0.6											
Heptadecane, 2-methyl-												0.12				0.19
Octadecane																0.06
trans-3,7-bis(Hydroxymethyl)-3,1,3,12-Nonadecatriene																
Nonadecane																
1,4-Eicosadiene														0.07		0.06
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (Z)-			0.45									0.59				
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (E)-										0.41				0.15		

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	94	95	96	97	98	99	100	101	113	114	115	116	117	118	119	120
	193	194	195	196	197	198	200	201	217	218	220	221	222	223	224	225
CA	CA 1361	CA 1362	CA 1364	CA 1365	CA 1366	CA 1368	CA 1393	CA 1399	CA 1857	พรี 60	SR09-181	CA 215	CA 218	CA 227	CA 398	CA 398
Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																
7-D2-METHYLENECYCLOHEXANE		6.58														
Styrene						3.77										
Bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5-triene																
9-Oxabicyclo[6.1.0]nonane																
Cyclooctane																
Cymene																
1-ETHYL-2,3-DIMETHYLBENZENE																
Benzene, 4-ethyl-, 1,2-dimethyl-																
Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl-																
Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-																
1,3,6-Octatriene,																
1,3,6-Octatriene								0.9								
cis-OCimene					0.6											
3-Carene							0.48									
Cyclopentane																
Decane									1.77							
6-((Z)-1-Butenyl)-1,4-cyclohept...																
1-Decene, 9-methyl-									1.82			4.29			3.49	
1-Ethyl-2,2,6-trimethylcyclohexane														3.95		
3-Dodecene, (Z)-																
3-Undecene, 2-methyl-, (Z)-		3.84														
Cyclopropane, 1-butyl-2-pentyl-...																
Cyclopentane, 1-butyl-2-propyl-					0.25											
Cyclododecane			0.38		0.44					0.55		0.18				
Z-1,6-Tridecadiene																
Cyclopentane, 3-hexyl-1,1-dimeth...																
Cyclohexane, 2-butyl-1,1,3-trim...		0.14	3.22								2.36					

ตาราง 3-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	94	95	96	97	98	99	100	101	113	114	115	116	117	118	119	120
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																
1H-Cycloprop[elazulene																
(+)-Aromadendrene																
(+)-Cycloisotativene																
Ylangene													0.59			
.alpha-Copaene		0.53														
.alpha-Cubebene							1.35									
Tricyclo[5.4.0.0.2.8]undec-9-ene...				0.16												
.beta-cadinene						0.43										
.gamma-himachalene		2.52		1.95	0.58	2.13					1.03		21.21	20.42	14.91	16.91
.BETA. ELEMENT								2.18								
(+)-LONGICYCLEN																
cis-(+)-2,4a,5,6,9a-Hexahydro-3...																
10s,11s-Himachala-3(12),4-diene																
1-Pentadecene										0.12			0.11			
1-Ethyl-2-methyl cyclododecane				4.58			4.11	8.29					4.92			
Cyclopentadecane																
2-Methyl-2,4-tetradecene															0.23	
trans-7-pentadecene																
Pentadecane		0.83	1.26	1.91	1.52		1.61	1.69			0.93					
Tetradecane, 2-methyl-		2.8	1.84	3.65	2.36	3.51	3.86	5.16	2.65	2.76	1.59	2.81	8.26	7.51	5.24	
pentadecane						1.6						1.38				
1-Hexadecene									0.52							0.42
3-Hexadecene, (Z)-		0.29										0.59				
3-Hexadecene, (Z)-		0.27				0.94		0.94						0.84	0.78	
7-Hexadecene, (Z)-							0.55									
1-Pentadecene, 2-methyl-													1			

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	94	95	96	97	98	99	100	101	113	114	115	116	117	118	119	120
	193	194	195	196	197	198	200	201	217	218	220	221	222	223	224	225
	CA 1361	CA 1362	CA 1364	CA 1365	CA 1366	CA 1368	CA 1393	CA 1399	CA 1857	พีวี 60	พื้นที่	SR09-181	CA 215	CA 218	CA 227	CA 398
Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																
Z-8-Hexadecene																
Hexadecane		0.72	0.79	1.64	1.27	1.48	0.86	1.66			0.38	1.83	1.84	2.4	0.84	0.92
Pentadecane, 2-methyl-		0.64	0.76	1.12	0.87	1.65	0.86	1.35	1.26	1.49	0.46	2.06	2.97	2.96	1.73	1.02
Pentadecane, 3-methyl-									0.68							
Cyclopropane												0.72				
1-Heptadecene																
3-Heptadecene, (Z)-					0.16										0.2	
8-Heptadecene				0.22			0.41	0.6				0.82				
2-Methylhexadec-1-ene																
Cyclopropane												0.72				
1-Heptadecene																
3-Heptadecene, (Z)-					0.16										0.2	
8-Heptadecene				0.22			0.41	0.6				0.82				
2-Methylhexadec-1-ene																
Oxirane, tetradecyl-																
Hexadecane, 2-methyl-		0.52	0.59	1.02	0.59	1.06	1.05	1.45		0.47	0.26	1.74	1.06	1.22	0.92	0.37
Heptadecane		0.36	0.49	1.19	1.07	0.84	1.1	0.71		0.85	0.47	1.12	1.76	2.87	1.72	
3-Octadecene, (E)-			0.33													
5-Octadecene, (E)-																
Heptadecane, 2-methyl-					0.07	0.09	0.07					0.2				
Octadecane				0.07												
trans-3,7-bis(Hydroxymethyl)-3,									5.4							
1,3,12-Nonadecatriene																
Nonadecane				0.04			0.07	0.06				0.06				
1,4-Eicosadiene												0.21				
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (Z)-			0.16	0.1				0.09	0.41	0.21	0.06			1.32	1.15	

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	94	95	96	97	98	99	100	101	113	114	115	116	117	118	119	120
	193 CA 1361 Area%	194 CA 1362 Area%	195 CA 1364 Area%	196 CA 1365 Area%	197 CA 1366 Area%	198 CA 1368 Area%	200 CA 1393 Area%	201 CA 1399 Area%	217 CA 1857 Area%	218 พีพี 60 Area%	220 กลุ่มทาง Area%	221 SR09- 181 Area%	222 CA 215 Area%	223 CA 218 Area%	224 CA 227 Area%	225 CA 398 Area%
Hydrocarbon																
Bicyclo[10.8.0]icosane, (E)-						0.2										
1,19-Eicosadiene		0.12	0.3	0.51	0.4						0.39		1			0.77
3-Eicosene, (E)-																
Pentadecane, 8-hexyl-																
4-Trifluoroacetoxyhexadecane																
Eicosane, 7-hexyl-																
Hexatriacontane																1.14

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	121	122	123	124	125	126	131	132	133	134	135	136	137	138	139	141	142	143
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																		
Tridecane																		
1,13-Tetradecadiene							2.89	0.98			1.93		4.85			1.12	2.14	
1-Tetradecene		3.1																
3-Tetradecene, (Z)-																		
3-Tetradecene, (E)-																		
5-Tetradecene, (E)-																		
6-Tetradecene, (Z)-																		
Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-methyl-																		
Cycloundecane, 1,1,2-trimethyl-																		
Cyclotetradecane																		
2-Tetradecene, (E)-			0.04															
cis-6-Tetradecene																		
Tetradecane	1.92			0.95	0.84		1.07	1.21		0.54	0.84	1.17	1.49	1.89	2.42	1.3	2.25	1.74
Tridecane, 2-methyl-	4.92	4.28	5.96	8.46	6.18		10.17	13.23	5.91	4.77	5.37	10.71	10.03	7.23	8.27	4.86	4.64	6.13
Tridecane, 3-methyl-																		
Zingiberene																		
Spiro[5.5]undec-2-ene, 3,7,7-trimethyl-					5.74		7.4	8.73										
(+)-Cyclosativene							1.14				0.75							
1,2,4-Metheno-1H-indene					1.21													
1,2,4-Methenoazulene								1.17										
Naphthalene																		
delta-Cadinene																		
alpha-Amorphene																		
Naphthalene																		
1H-Benzocycloheptene	1.47			1.69	3.46		3.62	3.86			2.2			1.16	2.02			2.09
1H-Benzocycloheptene	3.72		5.04			2.52				3.29	4.58							

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	121	122	123	124	125	126	131	132	133	134	135	136	137	138	139	141	142	143
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																		
Z-8-Hexadecene																		
Hexadecane	1.04	0.69		0.88			0.85	1.62	0.7				1.23	1.16	1.71			
Pentadecane, 2-methyl-	1.01		1.13	2.22			2.1	2.42	0.76	0.54		1.05	2.65	0.77	2.12		2.65	1.56
Pentadecane, 3-methyl-																		
Cyclopropane																		
1-Heptadecene																		
3-Heptadecene, (Z)-																		
8-Heptadecene							0.28											
2-Methylhexadec-1-ene				0.23														
Cyclopropane																		
1-Heptadecene																		
3-Heptadecene, (Z)-																		
8-Heptadecene							0.28											
2-Methylhexadec-1-ene				0.23														
Oxirane, tetradecyl-																		
Hexadecane, 2-methyl-				0.87			0.83	0.97	0.39		0.44	0.29	0.91	0.59	0.78	0.25	1.07	0.69
Heptadecane	1.25			1.55			1.61	1.73	1.31	0.45	0.47	1.45	1.34	0.92	4.06	0.32	0.91	
3-Octadecene, (E)-																		
5-Octadecene, (E)-																		
Heptadecane, 2-methyl-																		
Octadecane																		
trans-3,7-bis(hydroxymethyl)-3,1,3,12-Nonadecatriene					0.17													
Nonadecane																		
1,4-Eicosadiene																		
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (Z)-		0.5	1.12		0.94		0.42			1.15		0.92	2.09					

ตาราง ง-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																	
Z-8-Hexadecene														0.55			
Hexadecane	1.02	1.01	1.43	0.81	1.12		1.43	0.41		0.97		0.85	1.13	0.64	1.41	1.25	0.54
Pentadecane, 2-methyl-	2.12	2.6	1.28	1.1	0.56		2.78	0.58	1.56	1.32	1.97	1.53	1.69	1.26	3.44	0.79	1
Pentadecane, 3-methyl-		0.84					0.94										
Cyclopropane																	
1-Heptadecene																	
3-Heptadecene, (Z)-	0.18						0.45										
8-Heptadecene																	
2-Methylhexadec-1-ene																	
Cyclopropane																	
1-Heptadecene																	
3-Heptadecene, (Z)-	0.18						0.45										
8-Heptadecene																	
2-Methylhexadec-1-ene																	
Oxirane, tetradecyl-																	
Hexadecane, 2-methyl-	0.69		0.83	0.47	0.64							0.59	0.62		1.2		
Heptadecane	1.61	2.17	0.96	0.78	0.55		1.39			1.09			1.38		3.1	2.02	
3-Octadecene, (E)-																	
5-Octadecene, (E)-																	
Heptadecane, 2-methyl-																	
Octadecane																	
trans-3,7-bis(hydroxymethyl)-3,																	
1,3,12-Nonadecatriene																	
Nonadecane																	
1,4-Eicosadiene			0.27														
Bicyclo[10.8.0]heicosane, (Z)-	1.01	1.88		0.56				1.06		0.54		0.89		0.36			

ตาราง ง-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	161	162	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	182	184
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																	
1H-Cyclopropylazulene			19.9														
(+)-Aromadendrene																	
(+)-Cycloisotriene											0.56						
Ylangene																	
.alpha.-Copaene																	
.alpha.-Cubebene																	
Tricyclo[5.4.0.0,2,8]undec-9-ene...																	
.beta.-cadinene																	
.gamma.-himachalene				9.99	15.63	10.75	12.4		13.8	9.87	14.09	13.27	13.42		11.09	13.09	8.71
.BETA. ELEMENT																	
(+)-LONGICYCLEN																	0.96
dis-(+)-2,4a,5,6,9a-Hexahydro-3...																	
10s,11s-Himachala-3(12),4-diene		10.41						8.45						8.27			
1-Pentadecene					0.22								0.17		0.22	0.19	0.29
1-Ethyl-2-methyl cyclododecane	2.81	4.26	3.46														
Cyclopentadecane	0.19																
2-Methyl-2,4-tetradecene																	
trans-7-pentadecene																	
Pentadecane																	
Tetradecane, 2-methyl-	4.48	7.96	7.31	5.04	6.38	4.61	5.56	5.42	5.52	7.01	5.13	3.83	6.72	5.86	6.67	4.65	
pentadecane																	
1-Hexadecene											0.5						0.98
3-Hexadecene, (Z)-			0.55														
3-Hexadecene, (Z)-	0.51			0.62			0.53	0.57	0.64							0.87	0.49
7-Hexadecene, (Z)-					0.94												
1-Pentadecene, 2-methyl-											0.65				0.67		

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	161	162	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	182	184
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon																	
Z-8-Hexadecene																	
Hexadecane	0.72	1.32	1.09					1.37	0.89	1.54	1.02		0.91	1.12	0.96	1.08	0.75
Pentadecane, 2-methyl-	0.7	1.37	1.71	1.61	2	1.49	1.17	0.81	1.45				1.02		1.19	3.12	1.34
Pentadecane, 3-methyl-					0.47												
Cyclopropane																	
1-Heptadecene																	
3-Heptadecene, (Z)-							0.16										
8-Heptadecene																	
2-Methylhexadec-1-ene																	
Cyclopropane																	
1-Heptadecene																	
3-Heptadecene, (Z)-							0.16										
8-Heptadecene																	
2-Methylhexadec-1-ene																	
Oxirane, tetradecyl-																	0.57
Hexadecane, 2-methyl-	0.91	1.08	0.63	0.5		0.43	0.35	0.41	0.54		1.08				0.44	0.87	
Heptadecane	1.82	1.28	1.7	1.05	1.55	0.9	0.7	0.97	1.4	1.89	2.17	1.46		2.63	0.76	1.55	
3-Octadecene, (E)-																	
5-Octadecene, (E)-																	
Heptadecane, 2-methyl-																	
Octadecane																	
trans-3,7-bis(Hydroxymethyl)-3,			3.04														
1,3,12-Nonadecatriene														0.31			
Nonadecane										1.66							
1,4-Eicosadiene																	
Bicyclo[10.8.0]tricosane, (Z)-	1.14	0.83		0.69	0.38		0.63							0.14			

ตาราง ง-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	191	192	196	198	201
	312	313	318	321	324
	ห้วยสี ท่น	พริก เคือได้	F1 Super Sab	CA	CA
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon					
7-D2-METHYLENECYCLOHEXANE	0.1				
Styrene					
Bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5-triene					
9-Oxabicyclo[6.1.0]nonane					
Cyclooctane					
Cymene					
1-ETHYL-2,3-DIMETHYLBENZENE					
Benzene, 4-ethyl-1,2-dimethyl-					
Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl-		0.73			
Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-					
1,3,6-Octatriene,					5.35
1,3,6-Octatriene					
dis-Ocimene					
3-Carene					
Cyclopentane					
Decane					0.83
6-[(Z)-1-Butenyl]-1,4-cyclohept...					
1-Decene, 9-methyl-	3.14	3.92	1.61	1.68	2.33
1-Ethyl-2,2,6-trimethylcyclohexane					
3-Dodecene, (Z)-					
3-Undecene, 2-methyl-, (Z)-					
Cyclopropane, 1-butyl-2-pentyl-...	0.15				
Cyclopentane, 1-butyl-2-propyl-					
Cyclododecane				0.37	
Z-1,6-Tridecadiene			0.5		
Cyclopentane, 3-hexyl-1,1-dimet...					
Cyclohexane, 2-butyl-1,1,3-trim...					

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	191	192	196	198	201
	312	313	318	321	324
	หัวลิ ทน	พริก เกลือ	F1 Super Sab	CA 1340	CA 1385
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon					
Tridecane					
1,13-Tetradecadiene					
1-Tetradecene				2.1	
3-Tetradecene, (Z)-					0.52
3-Tetradecene, (E)-					
5-Tetradecene, (E)-					
6-Tetradecene, (Z)-					
Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-no...					
Cycloundecane, 1,1,2-trimethyl-					
Cyclotetradecane					
2-Tetradecene, (E)-					
cis-6-Tetradecene					
Tetradecane	1.06	2.34	2.32		
Tridecane, 2-methyl-	7.4	7.41	6.43	3.94	7.78
Tridecane, 3-methyl-					
Zingiberene					
Spiro[5.5]undec-2-ene, 3,7,7-tr...					
(+)-Cyclosativene					
1,2,4-Metheno-1H-indene					
1,2,4-Methenoazulene	1.37				
Naphthalene					
.delta.-Cadinene					
.alpha.-Amorphene					
Naphthalene					
1H-Benzocycloheptene	4.58	1.81	1.4		1.66
1H-Benzocycloheptene	7.81				

ตาราง ง-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	191	192	196	198	201
	312	313	318	321	324
	หัวสี ทน	พริก เคียวไก่	F1 Super Sab	CA 1340	CA 1385
Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon					
1H-Cyclopropylazulene					
(+)-Aromadendrene					
(+)-Cycloisosativene					
Ylangene					
.alpha.-Copaene					
.alpha.-Cubebene					
Tricyclo[5.4.0.02.8]undec-9-ene...					
.beta.-cadlilene					
.gamma.-himachalene		11.87	7.73	9.2	6.83
.BETA. ELEMENE					
(+)-LONGICYCLEN					
cis-(-)-2,4a,5,6,9a-Hexahydro-3...					
10s,11s-Himachala-3(12),4-diene	14.64				
1-Pentadecene					
1-Ethyl-2-methyl cyclododecane					
Cyclopentadecane					
2-Methyl-Z-4-tetradecene					
trans-7-pentadecene					
Pentadecane					
Tetradecane, 2-methyl-		6.16	4.33	2.83	4.04
pentadecane					
1-Hexadecene					
3-Hexadecene, (Z)-					
3-Hexadecene, (Z)-		0.54	0.5		
7-Hexadecene, (Z)-					
1-Pentadecene, 2-methyl-	0.65				

ตาราง 4-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	191	192	196	198	201
	312	313	318	321	324
	พริค ทน	พริค เคียวไท	F1 Super Sab	CA 1340	CA 1385
Area%	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon					
Z-8-Hexadecene					
Hexadecane		0.7	1.08		1.05
Pentadecane, 2-methyl-	1.16	1.11	2.3		1.57
Pentadecane, 3-methyl-					
Cyclopropane					
1-Heptadecene					
3-Heptadecene, (Z)-					
8-Heptadecene					
2-Methylhexadec-1-ene					
Cyclopropane					
1-Heptadecene					
3-Heptadecene, (Z)-					
8-Heptadecene					
2-Methylhexadec-1-ene					
Oxirane, tetradecyl-					
Hexadecane, 2-methyl-		0.78	0.64		
Heptadecane		1.13	2.02		0.63
3-Octadecene, (E)-					
5-Octadecene, (E)-					
Heptadecane, 2-methyl-					
Octadecane					
trans-3,7-bis(Hydroxymethyl)-3,					
1,3,12-Nonadecatriene					
Nonadecane					
1,4-Eicosadiene					
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (Z)-	0.09				

ตาราง 3-3 สาร VOC ในกลุ่ม Hydrocarbon

Compounds	191	192	196	198	201
	312	313	318	321	324
	พิกัส	พริก	F1 Super	CA	CA
	พบ	เคอีนโก	Sab	1340	1385
	Area%	Area%	Area%	Area%	Area%
Hydrocarbon					
Bicyclo[10.8.0]eicosane, (E)-					0.8
1,19-Eicosadiene					
3-Eicosene, (E)-					
Pentadecane, 8-hexyl-					
4-Trifluoroacetoxyhexadecane					
Eicosane, 7-hexyl-					
Hexatriacontane					

ภาคผนวก จ

การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
1	1	CA074	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	74.7	2.5	80.6	2.7	5.8	0.2	8.8	0.4	4
2	2	CA078	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม/cayenne	218.9	3.8	154.4	1.1	8.2	0.6	13.4	0.7	3
3	3	CA084	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว/ขาว/สีชมพู	90.3	0.8	83.5	0.2	6.4	0.1	14.2	0.4	4
4	4	CA787	No report	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	105.1	0.5	148.3	0.6	16.4	0.4	9.7	0.3	3
5	5	CA849	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มขาว	78.4	3.7	99.5	3.5	8.3	0.1	6.1	0.4	4
6	6	CA957	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	57.7	0.3	49.2	0.2	7.9	0.2	2.7	0.0	4
7	8	CA1034	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	9.5	0.2	14.5	0.1	11.8	0.4	11.6	0.7	4
8	10	CA1113	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	74.4	3.5	39.8	1.5	11.9	0.2	5.6	0.4	4
9	12	CA1281	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	54.2	1.0	105.4	2.0	8.9	0.5	9.9	0.6	4
10	13	CA1296	Taiwan	<i>C.annuum</i>	สีฟ้า	28.3	1.1	38.0	0.8	8.8	0.3	12.5	0.3	4
11	14	CA1444	China	<i>C.annuum</i>	ประดับ	66.9	2.7	112.9	4.7	13.8	0.5	11.4	0.7	3
12	17	CA1449	China	<i>C.annuum</i>	สีฟ้า/หนุ่ม	14.5	0.2	8.1	0.1	9.8	0.2	6.7	0.6	4
13	24	CA1536	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	88.4	3.4	80.9	3.1	11.7	0.4	7.1	0.5	4
14	25	CA1537	USA	<i>C.annuum</i>	หนุ่ม	92.2	1.9	122.5	2.1	4.7	0.2	4.2	0.1	4
15	27	CA1631	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.0		0.0		18.3	0.5	11.3	0.7	4
16	28	CA1637	Ecuador	<i>C.annuum</i>	cayenne	137.4	1.5	212.9	1.7	19.0	0.9	22.1	1.3	3

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
17	29	CA1718	India	<i>C. annuum</i>	หยวก	114.1	2.6	82.1	1.9	5.0	0.2	5.3	0.5	4
18	31	CA2106	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า	82.1	3.3	66.2	3.0	3.5	0.2	4.9	0.3	4
19	33	CA969	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า	6.9	0.2	12.7	0.8	23.0	0.7	36.2	1.7	2
20	34	CA1029	Thailand	<i>C. annuum</i>	หมู่เขียว	132.6	1.8	66.6	0.8	18.6	0.2	15.2	0.5	3
21	36	CA1075	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า	65.6	2.0	82.4	2.2	5.4	0.2	3.4	0.1	4
22	37	CA1098	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	9.0	0.2	6.5	0.3	12.8	0.2	7.4	0.4	4
23	38	CA1472	Lao	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า	40.1	0.9	47.9	1.2	22.8	1.4	21.6	1.5	2
24	40	CA1532	USA	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า/หมู่ขาว/เขียว	26.2	0.4	39.6	0.6	12.4	0.7	9.2	0.8	4
25	43	CA1541	USA	<i>C. annuum</i>	มันดำ	21.2	0.4	31.2	0.4	26.1	0.7	20.2	0.5	2
26	45	CA1549	USA	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า	11.6	0.4	9.5	0.3	8.7	0.4	5.1	0.2	4
27	46	CA1551	USA	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า/มันดำ	71.1	0.3	39.9	0.5	18.4	0.2	10.1	0.7	4
28	47	CA1566	USA	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า/หมู่เขียว	58.0	2.4	62.2	1.9	39.2	0.9	20.8	0.1	2
29	49	CA1574	USA	<i>C. annuum</i>	ชีฟ้า	41.2	0.9	95.2	2.2	20.2	0.7	23.4	1.7	2
30	50	CA365	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	13.1	1.1	16.9	0.7	21.2	0.8	10.0	0.5	4
31	51	CA1187	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	65.7	0.5	50.6	0.6	48.1	2.1	31.9	0.5	2
32	52	CA1188	Thailand	<i>C. annuum</i>	มันดำ	35.2	0.5	30.6	0.3	48.5	0.7	29.1	2.5	2

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
33	53	CA857	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	202.8	4.0	211.4	4.3	38.2	0.9	20.9	0.7	2
34	54	CA939	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	23.6	0.1	12.3	0.4	17.5	1.6	8.8	0.4	4
35	62	CA1106	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/Jalapeno	48.8	0.1	34.2	0.1	8.1	0.2	2.6	0.1	4
36	64	CA1195	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.0		0.0		8.8	0.1	4.4	0.1	4
37	65	CA1221	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		8.4	0.5	4.3	0.3	4
38	66	CA1239	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		29.1	1.3	10.5	0.3	2
39	71	CA1442	China	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		4.8	0.2	0.9	0.0	4
40	73	CA1450	China	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุม	7.1	0.3	17.1	0.1	15.2	0.2	4.5	0.2	4
41	74	CA1497-A	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		43.1	3.4	32.2	1.7	2
42	80	CA1702	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		4.1	0.1	0.8	0.0	4
43	84	CA1734	S.Korea	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		68.2	2.5	57.7	1.7	2
44	86	CA1184	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		5.5	0.1	1.1	0.0	4
45	87	CA682	China	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.0		0.0		12.5	0.6	2.5	0.2	4
46	93	CA1665	Mexico	<i>C.annuum</i>	ประดับ	38.3	0.1	38.0	0.1	52.0	0.7	50.8	1.1	2
47	97	CA1838	Hungary	<i>C.annuum</i>	หวาน	0		0		4.5	0.2	1.1	0.1	4
48	98	CA741	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	435.6	7.8	133.9	2.0	11.9	0.4	5.8	0.2	3

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพืชกินผักแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
49	99	CA747	Hungary	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	8.8	0.5	5.4	0.2	12.5	0.6	19.9	1.3	4
50	100	CA748	Hungary	<i>C.chinense</i>	ประดับ	75.5	1.6	27.0	0.8	14.0	0.3	3.0	0.2	4
51	101	CA749	Hungary	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	22.7	1.1	24.6	0.9	25.2	0.2	21.5	0.9	2
52	103	CA924-A	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับประชัน	11.1	0.1	12.1	0.6	2.1	0.1	1.8	0.1	4
53	107	CA1489	USA	<i>C.annuum</i>	หยวกประดับ	8.0	0.3	72.5	2.6	5.7	0.3	3.6	0.3	4
54	118	CA1531	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	0.0		0.0		4.9	0.2	5.2	0.4	4
55	119	CA1614	Spain	<i>C.annuum</i>	ประดับ	48.4	0.8	62.0	0.8	31.3	0.7	19.4	1.7	2
56	121	CA1664	Cuba	<i>C.annuum</i>	มันดำ	46.3	1.5	37.2	0.9	27.0	1.3	19.8	1.9	2
57	122	CA1683	Peru	<i>C.chinense</i>	ประดับ	13.7	0.3	7.7	0.1	2.4	0.1	0.7	0.0	4
58	127	CA 860	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้นู่อ	144.8	4.1	160.6	4.2	36.7	0.7	42.3	2.5	2
59	129	CA1181	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับชี้นู่อ	163.8	1.4	290.5	2.3	39.0	1.2	29.1	1.3	1
60	136	CA1046	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้นู่อ	70.9	1.2	64.6	0.8	39.8	0.6	30.7	1.1	2
61	137	CA1095	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	28.0	0.6	33.8	0.3	31.5	0.2	23.4	0.6	2
62	138	CA1098	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	17.1	0.8	13.6	0.3	33.6	1.3	14.9	0.5	2
63	139	จักพรรดิ TB-103	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้นู่อ	58.9	1.3	53.5	1.3	9.8	0.4	6.4	0.4	4
64	141	SR09-013	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุ่มเขียว	66.6	0.3	64.8	0.4	9.4	0.1	5.5	0.1	4

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
65	142	SR09-014	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า/หนุ่มเขียว	21.2	0.4	16.1	0.3	12.7	0.7	6.8	0.5	4
66	143	SR09-015	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	143.9	4.8	102.4	3.2	8.9	0.4	5.3	0.2	3
67	144	SR09-021	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มขาว	54.4	0.6	27.0	0.3	5.6	0.1	3.8	0.2	4
68	145	SR09-022	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	135.0	4.7	66.7	2.1	4.7	0.2	3.2	0.2	4
69	146	SR09-179	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	32.6	1.5	15.5	0.5	8.1	0.2	7.0	0.3	4
70	148	ปากคลอง 192	Thailand	<i>C. annuum</i>	หยวก	26.8	0.6	38.3	1.1	2.6	0.1	0.7	0.0	4
71	151	Nocera	Spain	<i>C. annuum</i>	หวาน	0.0		0.0		19.7	0.1	10.0	0.2	4
72	153	Bird Pepper	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	283.1	7.5	194.7	4.4	16.9	0.1	16.3	0.7	3
73	154	SR09-016	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	284.5	1.1	274.9	3.7	35.4	1.4	30.0	2.6	1
74	155	SR09-010	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	183.2	0.9	135.7	0.8	17.0	0.1	10.1	0.4	3
75	156	SR09-012	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	293.4	12.1	193.8	7.7	15.3	0.4	13.1	0.6	3
76	157	SR09-017	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	355.3	4.2	293.2	3.7	15.5	0.5	9.2	0.2	3
77	158	F1 YOKSAWAN	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	15.7	0.3	11.6	0.2	15.1	0.5	9.0	0.6	4
78	159	F1 Jom Thong 2	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	14.4	0.3	14.5	0.1	14.4	0.1	8.0	0.6	4
79	160	F1 360918	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	35.3	1.1	20.7	0.4	11.6	0.0	6.3	0.1	4
80	161	F1 361004	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	267.2	12.3	167.2	7.9	7.8	0.3	3.0	0.1	3

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
81	162	F1 361014	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	196.1	2.5	125.8	1.4	19.5	0.2	10.9	0.6	3
82	163	F1 361015	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	225.7	2.2	163.8	2.1	22.0	0.4	8.8	0.6	3
83	166	CA 446	No report	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	209.8	5.8	184.5	5.6	15.6	0.3	19.2	1.0	3
84	167	CA1131	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	303.7	2.9	232.8	1.8	12.0	0.4	13.8	1.1	3
85	168	CA1258	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	455.4	2.6	272.8	1.4	4.2	0.0	4.2	0.3	1
86	170	CA1302	Taiwan	<i>C.annuum</i>	ชี้ฟ้า	108.3	3.9	91.7	3.0	35.5	0.6	14.6	0.9	2
87	182	CA 1345	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	355.0	6.7	156.3	2.8	11.5	0.2	7.6	0.5	3
88	183	CA 1346	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	328.2	10.3	193.8	5.3	11.2	0.4	9.4	0.8	3
89	185	CA 1348	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	383.5	13.3	199.8	7.3	10.3	0.3	6.7	0.3	3
90	186	CA 1349	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	367.2	9.0	207.0	4.9	11.2	0.2	6.8	0.6	3
91	189	CA 1354	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	399.9	3.1	202.8	1.8	25.8	0.5	22.9	2.3	1
92	190	CA1355	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	1.0	0.3	295.0	2.4	13.6	0.4	10.8	0.7	3
93	191	CA 1356	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	529.9	5.8	269.5	4.4	8.3	0.2	6.3	0.3	1
94	193	CA 1361	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	718.9	14.6	334.9	6.4	7.4	0.1	5.1	0.4	1
95	194	CA 1362	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	401.4	2.2	233.3	0.6	6.5	0.4	4.4	0.2	3
96	195	CA 1364	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	593.1	8.5	298.2	5.3	1.5	0.0	0.9	0.0	1

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
97	196	CA 1365	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	646.3	14.1	320.9	6.4	5.7	0.4	4.6	0.1	1
98	197	CA 1366	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	676.6	28.6	288.9	13.4	9.4	0.2	13.2	0.5	1
99	198	CA 1368	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	483.0	17.1	251.7	8.9	7.2	0.1	7.4	0.3	1
100	200	CA 1393	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	404.9	13.0	346.7	9.6	13.6	0.5	21.4	1.3	1
101	201	CA 1399	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	500.3	8.3	237.3	4.4	13.9	0.3	9.8	0.9	1
102	205	CA1470	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	621.7	7.6	351.3	4.3	31.8	0.8	52.2	0.9	1
103	206	CA1476	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	527.6	14.6	237.1	6.5	5.9	0.2	3.5	0.1	1
104	207	CA1477	Lao	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	262.0	3.8	152.2	0.9	18.7	1.0	15.1	0.4	3
105	208	CA1481	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	191.8	3.7	154.3	2.9	17.5	1.2	15.2	0.9	3
106	209	CA1486	Lao	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	553.6	10.7	333.3	6.3	24.7	0.9	56.7	3.1	1
107	211	CA1499	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	476.9	5.1	467.4	4.8	20.9	0.6	43.7	4.2	1
108	212	CA1518	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	189.1	2.4	102.2	1.4	11.7	0.8	7.8	0.8	3
109	213	CA1538	USA	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/เล็ก	404.3	3.0	197.7	2.3	5.7	0.5	4.2	0.2	3
110	214	CA1594	Columbia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	299.7	8.2	111.9	2.4	8.3	0.1	7.3	0.4	3
111	215	CA1715	Malaysia	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	583.8	13.6	476.3	11.5	9.5	0.3	16.1	1.2	1
112	216	CA1814	USA	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	1060.8	40.5	481.1	18.4	12.4	0.3	21.0	1.1	1

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
113	217	CA 1857	No. report	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	484.1	4.3	288.6	2.4	18.9	0.3	17.5	0.7	1
114	218	ทวี 60	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลเล็ก	484.5	4.2	355.2	2.7	9.4	0.1	6.8	0.1	1
115	220	อุ้มผาง	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	543.8	18.5	272.2	8.2	21.4	0.6	26.0	1.5	1
116	221	SR09-181	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนูผลเล็ก	586.4	24.6	259.9	10.7	6.8	0.5	12.6	0.5	1
117	222	CA 215	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	332.6	3.3	329.2	2.4	8.0	0.1	6.3	0.2	3
118	223	CA 218	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	230.5	4.8	173.3	4.2	19.5	0.7	11.7	0.6	3
119	224	CA 227	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	328.9	9.4	240.1	5.9	12.4	0.6	8.9	0.9	3
120	225	CA 398	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	234.0	7.7	195.7	5.4	14.5	0.3	12.0	0.2	3
121	226	CA 758	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	269.5	3.2	97.9	1.7	7.8	0.4	9.0	0.8	3
122	229	CA 945	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	57.4	0.2	65.9	0.3	6.3	0.2	5.6	0.2	4
123	230	CA 983	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	152.5	3.6	88.7	1.3	12.4	0.8	11.2	0.5	3
124	231	CA 1001	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	252.0	10.7	161.0	5.7	9.4	0.4	8.0	0.2	3
125	232	CA 1003	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	380.4	11.6	212.9	6.4	9.8	0.1	5.2	0.1	3
126	233	CA 1110	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	10.5	0.4	8.5	0.7	9.6	0.3	2.1	0.2	4
127	234	CA1153	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนู/ชี้หนูข้อ	96.0	3.4	92.4	2.9	8.0	0.1	2.8	0.2	4
128	235	CA1151	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	33.8	0.7	57.9	1.6	11.4	0.4	3.6	0.3	4

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
129	236	SR09-006	Thailand	<i>C. annuum</i>	หนุ่มเขียว	204.4	4.9	105.3	2.4	7.6	0.1	3.8	0.2	3
130	237	CA1163-A	Japan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	33.7	0.8	37.8	0.5	20.2	0.6	10.1	0.7	4
131	238	CA 1165	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	160.0	5.3	151.0	4.4	15.6	0.8	8.2	0.7	3
132	239	CA 1167	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	162.1	3.0	153.2	3.0	16.3	0.6	11.3	0.2	3
133	240	CA 1168	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	115.5	5.0	89.0	3.1	5.9	0.2	4.4	0.0	4
134	241	CA 1172	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	191.0	4.6	195.7	5.0	17.7	0.7	11.7	0.8	3
135	243	CA 1283	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	253.2	4.2	176.5	3.3	6.4	0.3	2.8	0.2	3
136	244	CA 367	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	192.5	3.3	379.0	7.7	20.0	1.0	13.1	1.0	1
137	245	CA 1290	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	367.9	4.9	252.8	4.2	10.2	0.4	7.4	0.3	3
138	246	CA 1338	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	271.2	9.1	268.2	9.3	8.8	0.5	6.3	0.5	3
139	247	CA 1339	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/ชี้ฟ้า	162.2	3.1	170.5	3.4	17.8	0.7	10.7	0.3	3
140	248	CA1341	Taiwan	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/ชี้ฟ้า/ ประดับ	56.3	2.1	81.1	3.0	30.7	1.0	14.2	1.1	2
141	249	CA 1360	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	236.3	4.5	178.3	2.9	11.9	0.4	8.7	0.7	3
142	250	CA 1363	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	346.8	0.7	283.1	1.1	18.7	1.0	9.4	0.4	3
143	251	CA 1369	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	427.8	2.2	282.9	0.5	12.4	0.4	7.7	0.5	1

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
144	252	CA 1378	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	373.6	8.2	274.5	6.0	9.2	0.2	7.1	0.3	3
145	253	CA 1379	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	268.0	11.7	209.4	9.3	12.8	0.5	10.0	0.4	3
146	255	CA 1381	Thailand	<i>C. frutescens</i>	ชี้หนุผลใหญ่/เล็ก	332.0	12.4	243.6	8.7	7.9	0.1	2.4	0.2	3
147	256	CA 1386	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	198.0	1.6	166.3	0.4	17.9	0.4	13.7	0.2	3
148	257	CA 1387	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	336.7	4.2	201.0	1.8	29.3	0.4	17.6	1.4	1
149	258	CA 1389	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	144.7	4.9	136.5	4.7	14.7	0.5	10.7	0.8	3
150	260	CA 1414	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	187.1	3.7	144.8	1.5	24.4	0.8	13.1	0.6	3
151	261	CA 1415	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	236.6	1.2	199.8	1.9	15.1	0.4	10.3	0.5	3
152	262	CA 1416	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	166.9	2.8	112.0	2.0	15.9	0.5	11.0	0.6	3
153	263	CA 1417	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	144.1	4.0	141.5	3.8	16.1	0.5	8.1	0.4	3
154	264	CA 1418	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	290.4	10.8	235.4	8.6	12.5	0.5	6.9	0.5	3
155	265	CA 1420	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	284.2	11.5	178.3	6.1	20.0	0.2	14.9	0.6	3
156	266	CA 1421	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	156.3	3.1	116.0	0.8	10.3	0.7	8.2	0.6	3
157	267	CA 1424	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	240.8	11.1	150.5	7.3	12.5	0.2	8.3	0.4	3
158	269	CA 1452	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	137.9	4.4	160.7	4.6	13.6	0.4	8.8	0.3	3
159	270	CA 1458	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	125.5	4.4	151.6	3.4	15.7	0.3	8.8	0.5	3

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
160	271	CA 1459	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	162.7	1.8	211.4	2.6	20.2	0.7	11.9	1.0	3
161	272	CA 1463	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	149.1	3.9	163.5	4.0	16.2	1.0	5.0	0.4	3
162	273	CA 1465	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	120.5	3.4	111.2	2.0	15.3	0.4	5.9	0.5	3
163	275	CA1471	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	459.4	20.3	468.1	19.2	19.4	0.4	10.7	0.9	1
164	276	CA1475	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	161.6	8.1	168.1	7.5	18.4	0.6	8.3	0.3	3
165	277	CA1483	Lao	<i>C. annuum</i>	ชี้ฟ้า	170.4	2.7	129.6	1.4	7.5	0.2	3.6	0.2	3
166	278	CA1571	USA	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	138.8	3.7	86.8	3.0	7.9	0.5	2.5	0.1	4
167	279	CA1753	Venezuela	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่/ชี้ฟ้า	48.4	2.3	48.9	1.7	10.6	0.8	3.4	0.2	4
168	280	F12	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	308.8	14.4	171.7	8.1	5.1	0.1	1.6	0.1	3
169	281	F40	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	246.9	5.7	210.9	4.7	9.8	0.2	2.8	0.0	3
170	282	F85	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	406.4	7.2	210.3	10.8	8.8	0.3	2.9	0.1	3
171	283	F91	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	357.5	12.7	216.9	8.0	10.9	0.5	3.2	0.2	3
172	284	F112	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	241.6	11.1	178.9	7.3	8.2	0.3	2.2	0.2	3
173	285	F133	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	221.3	5.1	172.4	3.2	5.2	0.4	0.9	0.1	3
174	286	F139	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	247.2	3.1	155.1	1.2	6.4	0.2	1.7	0.1	3
175	287	F150	Thailand	<i>C. annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	192.1	9.4	184.6	9.0	4.6	0.2	1.4	0.1	3

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ความเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
176	292	Superhot	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	335.1	8.1	177.1	4.1	5.6	0.2	1.8	0.2	3
177	293	จินดา	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	178.7	4.4	131.2	1.7	6.5	0.2	5.1	0.3	3
178	295	SR08-0142	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	176.8	4.0	125.8	2.0	11.1	0.5	7.4	0.5	3
179	296	SR08-0143	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	230.4	12.0	178.0	7.9	13.4	0.3	8.1	0.5	3
180	297	SR09-043	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	275.1	3.4	193.2	0.9	8.1	0.3	3.2	0.1	3
181	298	CA746	Hungari	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	69.0	3.0	34.5	1.2	2.8	0.1	1.5	0.0	4
182	299	CA 224	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	149.9	2.7	158.2	1.3	5.4	0.4	3.3	0.0	3
183	300	F1 Yok siam	Thailand	<i>C.annuum</i>	หนุมเขียว	3.3	0.8	6.0	0.1	5.7	0.3	2.5	0.0	4
184	301	CA 1423	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	92.8	3.0	90.2	2.4	16.3	0.4	13.1	0.4	4
185	304	CA1337	Thailand	<i>C.frutescens</i>	ชี้หนุผลเล็ก	614.4	13.5	385.7	9.5	10.0	0.2	7.7	0.1	1
186	306	CA1151	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		7.3	0.2	3.4	0.3	4
187	307	CA1247	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.0		0.0		5.2	0.2	0.8	0.0	4
188	308	CA1373	Thailand	<i>C.annuum</i>	ประดับ	67.6	2.3	36.8	1.2	10.4	0.2	5.2	0.5	4
189	309	CA919	Japan	<i>C.baccatum</i>	ประดับ	80.6	1.2	37.4	0.4	-0.3	0.0	1.9	0.1	4
190	311	CA1563	USA	<i>C.annuum</i>	ประดับ	65.9	0.7	46.9	0.2	5.0	0.3	1.5	0.1	4
191	312	ห้วยสีทน	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนุผลใหญ่	213.8	7.7	139.0	4.7	4.4	0.2	1.7	0.2	3

ตาราง จ-1 การจัดกลุ่มข้อมูลเบื้องต้นของพริกแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Two-step cluster

No.	Plot no.	Assesion no.	Country	Scientific name	Type	สารให้ควาเผ็ด				สารสี				Group membership
						Capsaicin (mg/100g)	S.D.	Dihydrocapsaicin (mg/100g)	S.D.	Capsanthin (mg/100g)	S.D.	Beta-carotene (mg/100g)	S.D.	
192	313	พริกเต๋อโยเก้	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	360.1	1.5	276.0	2.1	3.6	0.2	1.2	0.1	3
193	314	CA1152	Japan	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูข้อ	113.3	1.3	101.3	3.6	14.9	1.0	6.0	0.5	3
194	315	พริกมันดำ	Thailand	<i>C.annuum</i>	มันดำ	128.7	3.9	50.8	1.5	9.4	0.3	7.1	0.3	4
195	316	SR09-018	Thailand	<i>C.annuum</i>	หยวก	0.0		0.0		11.3	0.8	4.9	0.1	4
196	318	F1 Super Sab	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	95.6	3.9	139.4	4.6	9.8	0.8	4.2	0.3	3
197	320	CA1297	Taiwan	<i>C.baccatum</i>	ชี้ฟ้า	32.9	0.6	24.2	0.5	2.8	0.1	5.7	0.2	4
198	321	CA 1340	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	225.8	6.2	135.6	3.8	6.2	0.1	2.3	0.2	3
199	322	CA1498	USA	<i>C.annuum</i>	หยวก	22.7	0.4	41.5	0.4	14.7	0.2	7.1	0.0	4
200	323	CA1229	Taiwan	<i>C.annuum</i>	หวาน	0.0		0.0		5.0	0.2	1.4	0.1	4
201	324	CA 1385	Thailand	<i>C.annuum</i>	ชี้หนูผลใหญ่	106.9	0.0	97.9	0.1	12.2	0.4	9.3	0.6	4