



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิเคราะห์หาปริมาณสารให้ความเผ็ด (capsaicinoids) ในผลพริกโดย
เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มมันซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี
(high performance liquid chromatography)

Determination of capsaicinoids in Capsicum fruits by high performance liquid
chromatography

โดย

นายสัญญา หกพุดชา

พฤษภาคม 2549

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิเคราะห์หาปริมาณสารให้ความเผ็ด (capsaicinoids) ในผลพริกโดย
เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี
(high performance liquid chromatography)

Determination of capsaicinoids in Capsicum fruits by high performance liquid
chromatography

นายสัญญา หกพุดชา สถาบันวิจัยและพัฒนา องค์การเกษตร

ชุดโครงการ วิจัยการพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูง

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

พริกเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย นอกเหนือจากการใช้ปรุงอาหารในรูปของพริกสดและพริกแห้งแล้ว สารสกัดจากพริกยังถูกนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ผลิตภัณฑ์ป้องกันตนเองจากสัตว์และคน feed additive สำหรับการเลี้ยงสัตว์ และที่สำคัญใช้เป็นยารักษาโรค ฉะนั้นพริกจึงเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการสร้างมูลค่าเพิ่ม นำไปสู่การศึกษาวิจัยที่จะพัฒนาระดับอุตสาหกรรมแปรรูปพริกของไทยจากอุตสาหกรรมอาหารไปสู่อุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูงขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผลิตสารให้ความเผ็ดที่เรียกว่า capsaicinoids และอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่นำสาร capsaicinoids เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ซึ่ง capsaicinoids เป็นสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในพริก สามารถใช้บ่งชี้ถึงคุณภาพของพริกที่เป็นวัตถุดิบ เพราะฉะนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในวัตถุดิบจึงมีความสำคัญเพื่อให้ได้พริกที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่จะนำพริกไปแปรรูป วิธีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids มีหลายวิธีแต่ที่ให้การยอมรับและได้รับความนิยมคือ HPLC ซึ่งงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids ในตัวอย่างพริกด้วยเทคนิค HPLC และทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids ในตัวอย่างพริกพันธุ์และแหล่งต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้รับจากโครงการวิจัยการพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูงจำนวน 72 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณ capsaicin, dihydrocapsaicin และ nordihydrocapsaicin อยู่ในช่วง 0.0120 – 0.5333, 0.0079 – 0.2184 และ 0.0010 – 0.0570 % w/w ตามลำดับ โดยปริมาณ capsaicinoids รวมอยู่ในช่วง 0.0236 – 0.7527 % w/w ตัวอย่างพริกส่วนใหญ่มีปริมาณ capsaicinoids รวมอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 0.5 % w/w คิดเป็น 45.8% ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนี้ยังได้ถ่ายทอดวิธีการวิเคราะห์ให้แก่กลุ่มนักวิจัยภายใต้โครงการวิจัยการพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูง เพื่อใช้เป็นแนวทางเดียวกันในการวิเคราะห์ตัวอย่างพริกที่มีจำนวนมากจากพันธุ์และแหล่งต่างๆ เพื่อความสะดวกในการประเมินคุณภาพของพริกที่จะนำมาเลือกใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูงต่อไป

ABSTRACT

A reversed phase HPLC method has been developed and optimized for the separation and quantitative determination of the major pungent principles (capsaicinoids), namely capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin in dried capsicum fruits. This method was used to assay for the individual and total capsaicinoids contents in Capsicum varieties cultivated in different regions of Thailand. The analysis of 72 different samples of capsicum fruits demonstrated that capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin contents in the tested capsicum fruits were 0.0120 – 0.5333, 0.0079 – 0.2184 and 0.0010 – 0.0570 % w/w respectively. Total capsaicinoids contents ranged from 0.0236 – 0.7527 % w/w, most of which (45.8%) fell within a range of 0.3 to 0.5 % w/w.

บทคัดย่อ

การแยก และการวิเคราะห์หาปริมาณสารให้ความเผ็ดหลักที่เป็นองค์ประกอบในพริก (capsaicinoids) ซึ่งได้แก่ capsaicin, dihydrocapsaicin และ nordihydrocapsaicin โดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มันซ์ลิควิด โครมาโตกราฟี (HPLC) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ศึกษาหาปริมาณสารดังกล่าวในตัวอย่างพริกพันธุ์และแหล่งต่าง ๆ ที่ปลูกภายในประเทศ จากการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริกทั้งหมดจำนวน 72 ตัวอย่างพบว่า ปริมาณ capsaicin, dihydrocapsaicin และ nordihydrocapsaicin อยู่ในช่วง 0.0120 – 0.5333, 0.0079 – 0.2184 และ 0.0010 – 0.0570 % w/w ตามลำดับ โดยปริมาณ capsaicinoids รวมอยู่ในช่วง 0.0236 – 0.7527 % w/w ตัวอย่างพริกส่วนใหญ่มีปริมาณ capsaicinoids รวมอยู่ในช่วง 0.3 to 0.5 % w/w คิดเป็น 45.8% ของตัวอย่างทั้งหมด

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iii
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
อุปกรณ์และวิธีการ	5
ผลและวิจารณ์	9
สรุปผล	16
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	43

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 Sensory values หรือ threshold pungencies ของ capsaicinoids หลักในผลพริก	3
2 Regression parameters ของ calibration curves	11
3 Retention time และ peak area ของ <i>N</i> -vanillylnonanamide (calibration standard) จากการนึ่งสารละลายมาตรฐานซ้ำ 5 ครั้ง	12
4 ผลการตรวจสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริก	13
5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ	17
6 ผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย SHU จากการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิด และแหล่งต่าง ๆ	20
7 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Capsaicinoids รวม และค่าความเผ็ดเฉลี่ยในพริกพันธุ์ต่างๆ จำแนกตามสายพันธุ์	23
8 อัตราส่วน โดยปริมาณเป็นร้อยละ nordihydrocapsaicin (N): capsaicin (C): dihydrocapsaicin (D) ในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ	24
9 สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างทางเคมีของ capsaicinoids หลักในผลพริก (บน) และโครงสร้างทางเคมีของ <i>N</i> -vanillylnonanamide ซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids (ล่าง)	2
2	HPLC chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน <i>N</i> -vanillylnonanamide ที่ความเข้มข้น 0.15 mg/mL	10
3	HPLC chromatogram ของสารละลายตัวอย่างพริก	10
4	Calibration curve ของสารละลายมาตรฐาน <i>N</i> -vanillylnonanamide	11
5	HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกยอดคน (ตัวอย่างลำดับที่ 5 จาก ม.ขอนแก่น)	14
6	HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกปากปวน (ตัวอย่างลำดับที่ 19 จาก ม.ขอนแก่น)	14
7	HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกชี้หนู (ตัวอย่างลำดับที่ 42 จาก ม.แม่โจ้)	15
8	กราฟแสดงจำนวนตัวอย่างพริกที่มีปริมาณ capsaicinoids รวมในช่วงต่าง ๆ	15

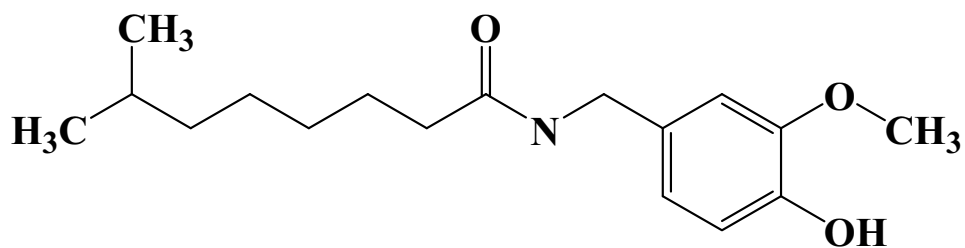
การวิเคราะห์หาปริมาณสารให้ความเผ็ด (capsaicinoids) ในผลพริกโดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี (high performance liquid chromatography)

(Determination of capsaicinoids in Capsicum fruits by high performance liquid chromatography)

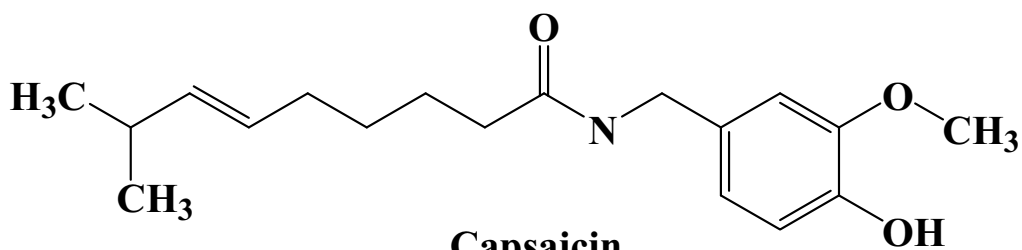
1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันพริกถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมมากขึ้น ถึง 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 อุตสาหกรรมอาหาร โดยการแปรรูปเป็นน้ำพริกต่าง ๆ ซอสพริก และใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทั้งสำเร็จรูปและอาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ ระดับที่ 2 อุตสาหกรรมสกัดสารให้ความเผ็ด (capsaicinoids) และ ระดับที่ 3 อุตสาหกรรมต่อเนื่องที่นำสาร capsaicinoids เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ป้องกันตนเองจากสัตว์และคน feed additive สำหรับการเลี้ยงสัตว์ และ ยารักษาโรค เช่น ครีมทาสำหรับ neuropathic pain รักษาอาการปวดในผู้ป่วยเบาหวาน มะเร็ง rheumatoid arthritis (Kaale et al. 2002) เป็นต้น

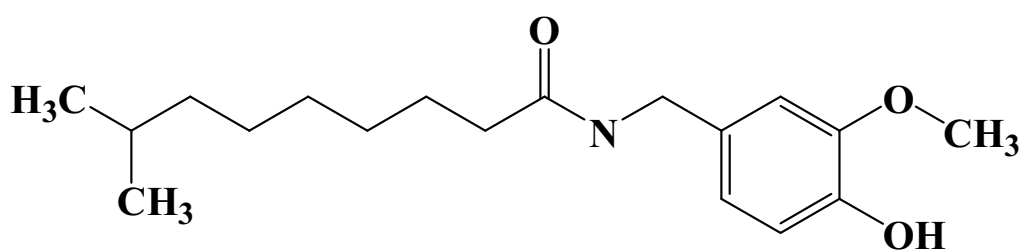
อย่างไรก็ดีความสม่ำเสมอของคุณภาพของพริกที่เป็นวัตถุดิบ เป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลต่อการแปรรูปและการนำพริกไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มมูลค่าซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญของพริก คือ สารให้ความเผ็ดซึ่งเป็นสารกลุ่ม acid amide ของ vanillylamines และ fatty acid (C_8-C_{11}) ได้แก่ capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin และ homodihydrocapsaicin รวมเรียกรวมสารประกอบเหล่านี้ว่า capsaicinoids (Naosaran & Nutakul 1992) โดย capsaicin, dihydrocapsaicin และ nordihydrocapsaicin (ภาพที่ 1) เป็นสารให้ความเผ็ดหลักที่มีอยู่ในปริมาณประมาณ 61%, 22% และ 7% ตามลำดับ หรือคิดรวมเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ของสารให้ความเผ็ดทั้งหมด (Salzer, Haarmann, & Reimer 1975) โดยสารเหล่านี้จะมีปริมาณที่แตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว แหล่งปลูก และฤดูกาลที่ปลูก ตลอดจนวิธีการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของพริก นอกจากนี้การกระจายตัวของสาร capsaicin ซึ่งเป็นสารที่ให้ความเผ็ดหลักในพริกไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งผล แต่กระจายตามส่วนต่าง ๆ ของพริกในปริมาณที่แตกต่างกัน ส่วนที่พบสารให้เผ็ดมากที่สุดจะอยู่ที่ส่วนของไส้ผล (dissepiment) และส่วนของเมล็ด (seed) จะมีสารให้ความเผ็ดน้อยที่สุด (Balbaa, Karawya, & Girgis 1968)



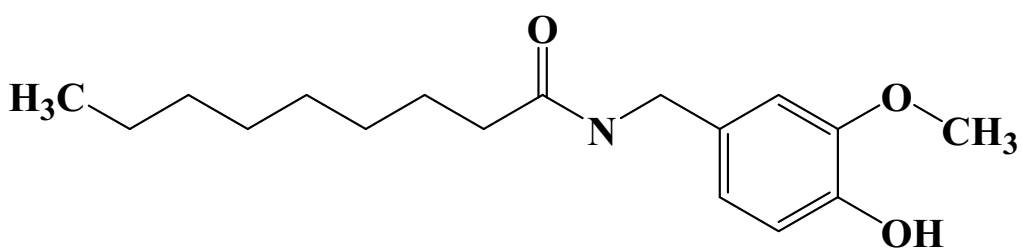
Nordihydrocapsaicin



Capsaicin



Dihydrocapsaicin



***N*-vanillylnonanamide**

ภาพที่ 1. โครงสร้างทางเคมีของ capsaicinoids หลักในผลพริก (บน) และโครงสร้างทางเคมีของ *N*-vanillylnonanamide ซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids (ล่าง)

คุณภาพของพริกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ สี(colour) รส(flavor) กลิ่น(smell) และที่สำคัญคือเรื่องของความเผ็ด (spiciness or pungency) ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของสาร capsaicinoids และใช้เป็นตัวประเมินคุณภาพของพริก การประเมินความเผ็ดของพริกแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. การประเมินโดยใช้ประสาทสัมผัส (organoleptic or sensory method) คือ การใช้ผู้ทดสอบประเมินความเผ็ดโดยการชิมและรายงานความเผ็ดเป็นค่า Scoville Heat Unit (SHU) หรือบางทีอาจเรียกวิธีนี้ว่า Scoville method วิธีนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีที่ประเมินความเผ็ดโดยตรงแต่ยังมีข้อเสียและข้อจำกัดหลายประการ อาทิ พริกทำให้เกิดความร้อนต่อผู้ทดสอบ ทำให้ไม่สามารถชิมตัวอย่างได้ครั้งละมาก ๆ และอาจมีความแตกต่างในการรับรสเผ็ดของแต่ละคน ทำให้ค่าที่ได้ไม่แน่นอน (Betts 1999)

2. การประเมินโดยใช้เครื่องมือ (instrumental method) เป็นที่ทราบกันดีว่าความเผ็ดของพริกขึ้นอยู่กับปริมาณของสารในกลุ่ม capsaicinoids เพราะฉะนั้นการประเมินความเผ็ดของพริกสามารถวัดได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids ต่าง ๆ ที่อยู่ในพริก ที่สำคัญได้แก่ capsaicin dihydrocapsaicin และ nordihydrocapsaicin ซึ่งเป็นสารให้ความเผ็ดหลักในพริกดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สารให้ความเผ็ดรวมที่พบในพริกพันธุ์หรือชนิดต่าง ๆ มีปริมาณตั้งแต่ 0.003-1% (Perucka & Oleszek 2000) เพราะฉะนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในพริกที่เป็นวัตถุดิบจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ได้พริกที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่จะนำพริกไปแปรรูปต่อไป

ในปี ค.ศ. 1977 Todd และคณะ (Todd, Bensinger, & Biftu 1977) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ของระดับความเผ็ดที่ได้จาก sensory analysis กับการวิเคราะห์เชิงปริมาณของ capsaicinoids แต่ละชนิดดังตารางที่ 1 ทำให้สามารถประเมินความเผ็ดของพริก (perceived heat) ในรูปของ Scoville Heat Unit (SHU) ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณหรือความเข้มข้นสาร capsaicinoids แต่ละชนิดในตัวอย่างพริก โดยค่าความเผ็ดในรูปของ SHU จาก capsaicinoids แต่ละชนิดสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนน้ำหนักต่อน้ำหนัก (weight to weight ratio) ของสารคูณกับ sensory value หรือ threshold pungency ของสารนั้น

ตารางที่ 1. Sensory values หรือ threshold pungencies ของ capsaicinoids หลักในผลพริก

Capsaicinoids	Sensory values (SHU)
Capsaicin	16.1×10^6
Dihydrocapsaicin	16.1×10^6
Nordihydrocapsaicin	9.3×10^6

การวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริกสามารถทำได้หลายวิธี ที่สำคัญได้แก่ colorimetry, UV spectrophotometry, thin layer chromatography (TLC), gas chromatography (GC) และ high performance liquid chromatography (HPLC) ซึ่งวิธี TLC, GC และ HPLC ต่างมีข้อดีคือสามารถแยกสาร capsaicin และอนุพันธ์ของสารให้ความเผ็ดอื่นออกจากกันได้ทำให้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณของสารที่ให้ความเผ็ดแต่ละชนิดได้ ซึ่งระหว่างวิธีเหล่านี้ การใช้ HPLC เป็นวิธีที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ความถูกต้องและความเที่ยงที่เหมาะสม รวดเร็ว โดยมีขั้นตอนในเรื่องของการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์น้อยที่สุด สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้คราวละมาก ๆ (Betts 1999; Kurian & Starks 2002; Law 1983) ส่วนวิธี TLC จะให้ผลวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องและความเที่ยงน้อยกว่า สำหรับวิธี GC ต้องทำการเตรียมสารตัวอย่างให้เป็นอนุพันธ์ที่ระเหยได้ (volatile) ก่อนทำการวิเคราะห์

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้เลือกเทคนิค HPLC ในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริก แต่ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาได้เป็นวิธีที่เหมาะสม จึงต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (method validation) เพื่อใช้เป็นวิธีทดสอบที่ได้มาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริกจากพันธุ์และแหล่งต่าง ๆ และถ่ายทอดวิธีให้แก่ผู้วิจัยร่วมในโครงการวิจัยและพัฒนาผักที่มีศักยภาพสูงเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม: การพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูง เพื่อใช้เป็นแนวทางเดียวกัน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อให้ได้วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริกที่เหมาะสมโดยใช้ HPLC และถ่ายทอดวิธีที่ได้ให้แก่นักวิจัยภายใต้โครงการวิจัยและ พัฒนาผักที่มีศักยภาพสูงเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม: การพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูง

2.2 เพื่อให้ได้ข้อมูล content of capsaicinoids ในตัวอย่างพริกจากพันธุ์และแหล่งต่าง ๆ เพื่อหาพันธุ์พริกที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมมูลค่าสูง

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 หลักการ: สกัดสาร capsaicinoids ในตัวอย่างพริกด้วย ethanol ที่อุณหภูมิประมาณ 75°C โดยการ reflux จากนั้นนำสิ่งสกัดที่ได้ไปกรองสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้ UV detector เป็นเครื่องตรวจวัดปริมาณสาร capsaicinoids ที่ความยาวคลื่น 280 nm

3.2 อุปกรณ์ / เครื่องมือ

อุปกรณ์/เครื่องมือ	รุ่น	ผู้ผลิต
- Analytical balance	AG204	Mettler Toledo, Switzerland
- Water bath	WBU 45	Memmert, Germany
- 0.45 µm membrane filter	F-13-1045	ChromTech, USA
- Analytical column	Luna C18 5 µ	Phenomenex, USA
- Guard column	A JO-4287	Phenomenex, USA
- HPLC component		
Pump	Spectra SYSTEM P1000	Thermo Separation Products, USA
Auto sampler	Spectra SYSTEM AS1000	Thermo Separation Products, USA
Detector	Spectra UV 6000LP	Thermo Separation Products, USA
Data acquisition	ChromQuest™	Thermo Finnigan, USA

3.3 สารเคมี

สารเคมี	ผู้ผลิต
Absolute ethanol (C ₂ H ₅ OH, AR grade)	MERCK, Germany
Formic acid (HCOOH, AR grade)	Fisher, England
Acetonitrile (ACN, HPLC grade)	Fisher, England
Water (Ultra pure water)	ELGA Labwater, England

3.4 สารมาตรฐาน

สารมาตรฐาน	Lot No.	แหล่ง
<i>N</i> -vanillylnonanamide	045K2627	Sigma-Aldrich, USA

3.5 การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์

- 3.5.1 ชั่งตัวอย่างพริกบดอย่างละเอียดประมาณ 12.5 กรัม ลงใน round bottomed flask ขนาด 250 mL
- 3.5.2 ปิ่เปต ethanol ปริมาตร 100 mL ลงใน round bottomed flask
- 3.5.3 ใส่ boiling chips 2-3 ชิ้น แล้วบันทึกน้ำหนัก flask จากนั้นต่อเข้ากับ reflux condenser
- 3.5.4 ทำการ reflux ตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
- 3.5.5 ตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นปรับน้ำหนักให้เท่ากับน้ำหนัก ก่อน reflux ด้วย ethanol
- 3.5.6 กรองสารละลายตัวอย่างส่วนใสผ่าน membrane filter ขนาด 0.45 µm
- 3.5.7 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids โดยวิธี HPLC

3.6 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

- 3.6.1 ชั่ง *N*-vanillylnonanamide อย่างละเอียดประมาณ 150 mg ลงใน volumetric flask ขนาด 100 mL ละลายแล้วปรับปริมาตรจนครบด้วย ethanol เขย่าให้เข้ากัน
- 3.6.2 ปิ่เปตสารละลายจาก ข้อ 3.6.1 จำนวน 10 mL ลงใน volumetric flask ขนาด 100 mL เจือจางและปรับปริมาตรจนครบด้วย ethanol เขย่าให้เข้ากัน

3.7 ความสัมพันธ์อย่างเป็นเส้นตรง (Linearity)

Linearity of system เตรียมสารละลายมาตรฐาน *N*-vanillylnonanamide ใน ethanol ที่ความเข้มข้น 0.015, 0.03, 0.06, 0.09, 0.12 และ 0.15 mg/mL แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC จากนั้นสร้างกราฟสมการเส้นตรงหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับ peak area (calibration curve)

3.8 ความแม่นยำของผลวิเคราะห์ (Precision)

ความแม่นยำของผลวิเคราะห์โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างจากแหล่งเดียวกัน ซ้ำ ๆ กัน หลายครั้ง ค่าความแม่นยำของผลวิเคราะห์แสดงในรูป standard deviation (SD) หรือ relative standard deviation (%RSD) ซึ่งแบ่งเป็น

Repeatability ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยผู้วิเคราะห์คนเดียว เครื่องมือและสภาวะการวิเคราะห์เดียวกัน และวิเคราะห์ซ้ำๆ ในวันเดียวกัน (intra-day)

Intermediate precision ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันแต่วิเคราะห์ในเวลาต่างกัน (inter-day)

3.9 Chromatographic condition

Column	: Luna C18 5 μ m 250 $\times$ 4.6 mm + guard column (C18 Phenomenex cartridge guard)
Mobile phase	: ACN: 1% HCOOH in water (45:55)
Flow rate	: 1.2 mL/min
Detection	: 280 nm
Injection volume	: 20 μ L
Retention times	: Nordihydrocapsaicin, $\sim$ 19 min (0.90*) Capsaicin, $\sim$ 21 min (1.0*) Dihydrocapsaicin, $\sim$ 33 min (1.57*) <i>N</i> -vanillylnonanamide, $\sim$ 21 min (1.0*)
Runtime	: 40 min

* Relative retention times

3.10 การคำนวณ

$$N = \frac{(P_n) \times (C_{std}) \times 10}{(P_{std}) \times (W_{sam}) \times 0.98^*}$$

$$N = \left[\frac{(P_n) \times (C_{std}) \times 10}{(P_{std}) \times (W_{sam}) \times 0.98^*} \right] \times 93000^{**} \quad \text{in Scoville Heat Units (SHU)}$$

$$C = \frac{(P_c) \times (C_{std}) \times 10}{(P_{std}) \times (W_{sam}) \times 0.93^*}$$

$$C = \left[\frac{(P_c) \times (C_{std}) \times 10}{(P_{std}) \times (W_{sam}) \times 0.93^*} \right] \times 161000^{**} \quad \text{in Scoville Heat Units (SHU)}$$

$$D = \frac{(P_d) \times (C_{std}) \times 10}{(P_{std}) \times (W_{sam}) \times 0.89^*}$$

$$D = \left[\frac{(P_d) \times (C_{std}) \times 10}{(P_{std}) \times (W_{sam}) \times 0.89^*} \right] \times 161000^{**} \quad \text{in Scoville Heat Units (SHU)}$$

$$T = N + C + D$$

N	=	content of nordihydrocapsaicin (%w/w)
C	=	content of capsaicin (%w/w)
D	=	content of dihydrocapsaicin (%w/w)
T	=	content of total capsaicinoids (%w/w)
P _{std}	=	average peak area for standard (<i>N</i> -vanillylnonanamide) from duplicate injections
C _{std}	=	concentration of standard solution (mg/mL)
P _n	=	average peak area for nordihydrocapsaicin from duplicate injections
P _c	=	average peak area for capsaicin from duplicate injections
P _d	=	average peak area for dihydrocapsaicin from duplicate injections

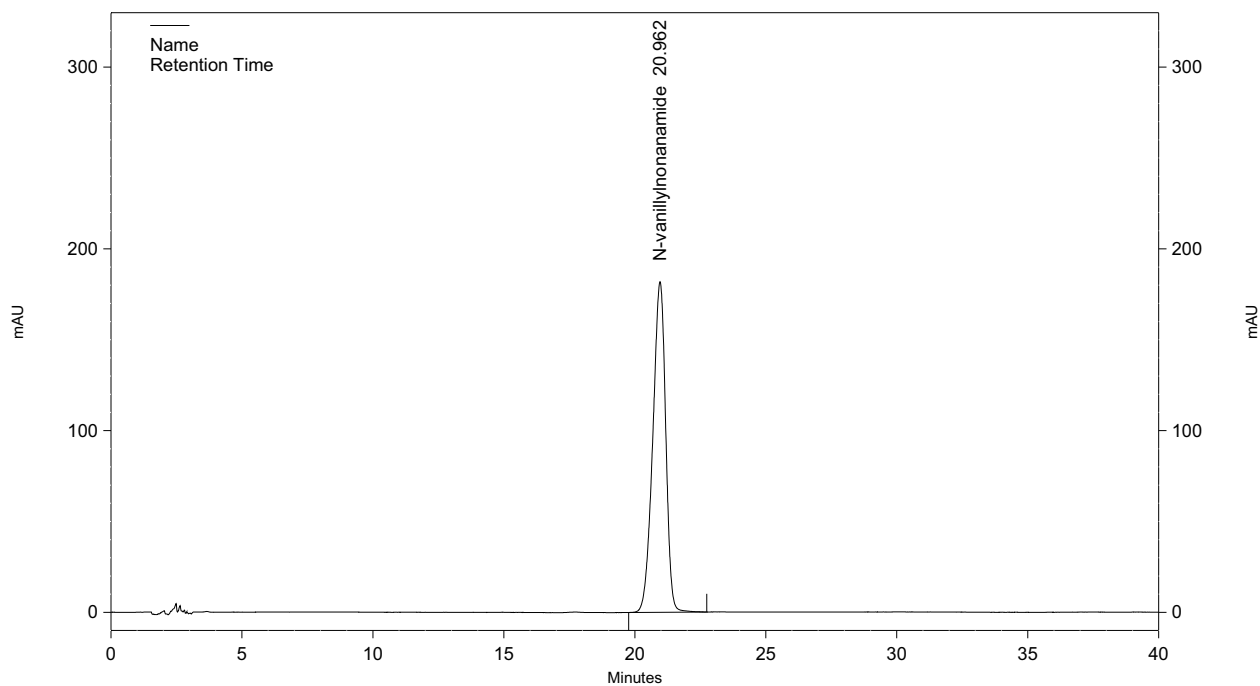
* capsaicinoid response factors of the individual capsaicinoids

** sensory values of the individual capsaicinoids

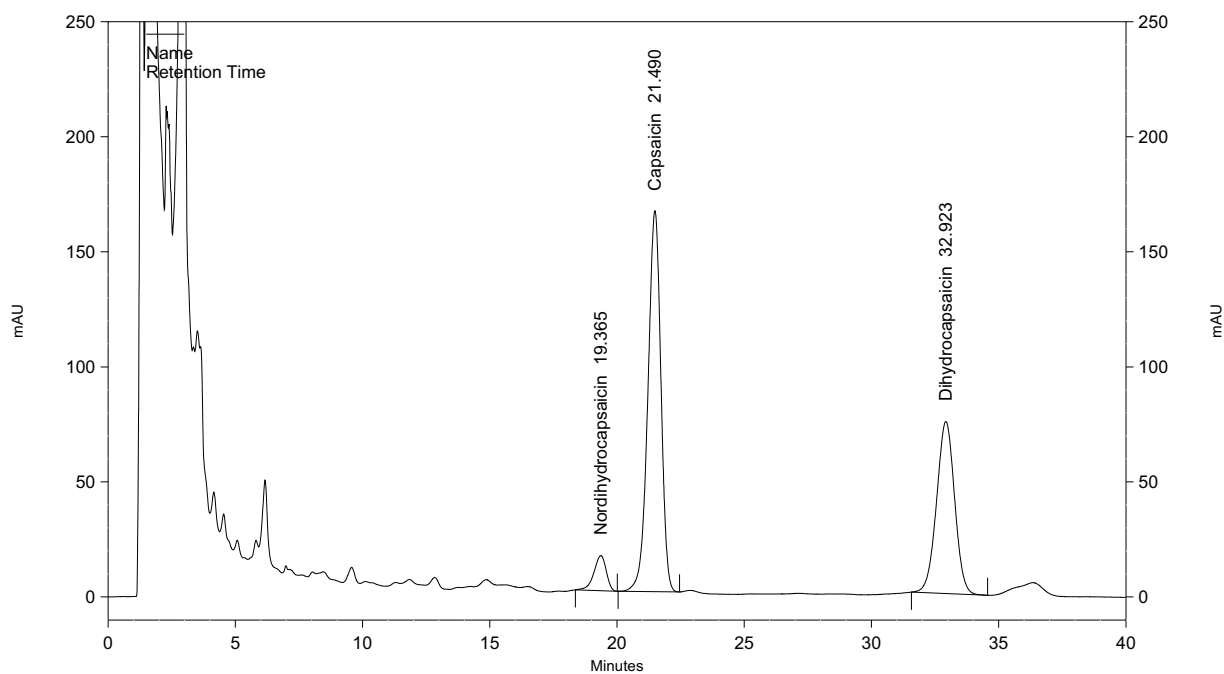
4. ผลและวิจารณ์

สารที่ให้ความเผ็ดที่ต้องการวิเคราะห์ในตัวอย่างพริก ได้แก่ capsaicin dihydrocapsaicin และ norhydrocapsaicin ซึ่งจากสูตรโครงสร้างทางเคมีของสารทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกันที่ fatty acid substituent เพราะฉะนั้นจึงเลือกใช้ reversed-phase HPLC system ในการพัฒนาการแยกและการวิเคราะห์หาปริมาณของสารเหล่านี้ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องสารมาตรฐานของสารทั้ง 3 การหาปริมาณของสารดังกล่าวในตัวอย่างพริกจะใช้ *N*-vanillylnonanamide (ภาพที่ 1) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างทางเคมีคล้ายกับสารจำพวก capsaicinoids และเป็นสารมาตรฐาน(standard)ในการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริกและสารสกัดจากพริก ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists (AOAC) Official Method 995.03 การเตรียมตัวอย่างพริกเพื่อสกัด capsaicinoids สำหรับการเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ใช้แนวทางของ AOAC คือการ reflux ด้วย ethanol โดยลดปริมาณของสารตัวอย่างลง แต่ยังคงสัดส่วนระหว่างตัวอย่างกับตัวสกัด โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 12.5 กรัมใน ethanol 100 mL โดยทำการ reflux ที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาน้อยที่สุดที่ให้ผลการสกัดที่ให้ปริมาณ capsaicinoids สูงสุดและคงที่ (Hoffman, Lego, & Galetto 1983)

การพิสูจน์เอกลักษณ์ (identification) ของ capsaicinoids แต่ละชนิดใน HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกพิจารณาจาก retention time ของสาร capsaicinoids ที่ต้องการวิเคราะห์เทียบกับ retention time ของสารที่ใช้เป็นมาตรฐานซึ่งในที่นี้คือ *N*-vanillylnonanamide ซึ่งจากตัวแทนของ HPLC chromatogram ของสารละลายมาตรฐานจะเห็นว่า peak ของ *N*-vanillylnonanamide ปรากฏที่ retention time ประมาณ 21 นาที (ภาพที่ 2) และ HPLC chromatogram ของสารละลายตัวอย่าง พริกจะเห็นว่า มี peak หลักปรากฏที่ retention time เวลาประมาณ 19, 21 และ 33 นาที (ภาพที่ 3) เมื่อคำนวณเป็น relative retention time เทียบกับ retention time ของสารมาตรฐานเท่ากับ 0.90, 1.00 และ 1.57 ตามลำดับ จากสูตรโครงสร้างทางเคมีของ capsaicinoids หลัก ถ้าพิจารณาจาก fatty acid chain length และ degree of saturation ลำดับของสารที่ถูกชะออกจากคอลัมน์ (elution order) คือ nordihydrocapsaicin capsaicin และ dihydrocapsaicin ตามลำดับ และค่า relative retention time ของ peak ทั้ง 3 สอดคล้องกับ relative retention time ของสาร nordihydrocapsaicin, capsaicin และ dihydrocapsaicin ตามวิธี AOAC ซึ่งใช้ HPLC condition คล้ายกับวิธีที่พัฒนา ที่ระบุไว้ประมาณ 0.90, 1.00 และ 1.58 ตามลำดับ

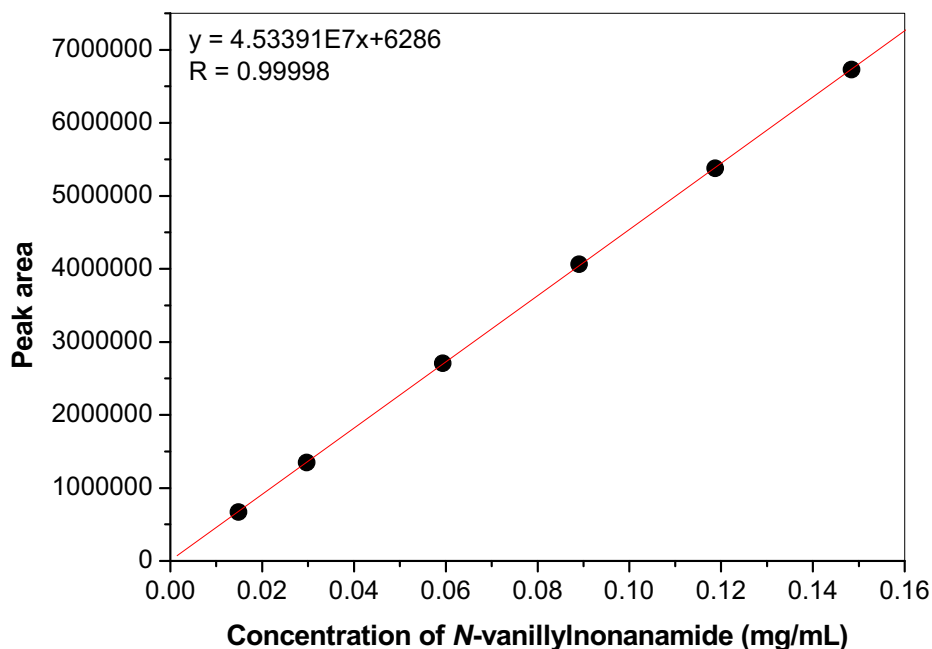


ภาพที่ 2. HPLC chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน *N*-vanillylnonanamide ที่ความเข้มข้น 0.15 mg/mL



ภาพที่ 3. HPLC chromatogram ของสารละลายตัวอย่างพริก

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ *N*-vanillylnonanamide และ peak area มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นที่ศึกษาคือ 0.015-0.15 mg/mL (ภาพที่ 4) ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นของ capsaicinoids หลักทั้ง 3 ชนิดที่คาดว่าจะพบในสารละลายตัวอย่างพริกที่ทำการวิเคราะห์ ค่า regression parameter สำหรับ calibration curve ของ *N*-vanillylnonanamide แสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 4. Calibration curve ของสารละลายมาตรฐาน *N*-vanillylnonanamide

ตารางที่ 2. Regression parameters ของ calibration curves

calibration curves	<i>N</i> -vanillylnonanamide regression parameters		
	slope	intercept	correlation coefficient (R)
Day 1	4.53391×10^7	6286	0.99998
Day 2	4.53473×10^7	6816	0.99994
Day 3	4.53024×10^7	10323	0.99996
Mean	4.53296×10^7	7808	0.99996
%RSD	0.05	28.09	0.002

อย่างไรก็ดีในการวิเคราะห์ตัวอย่างพริกซึ่งมีจำนวนมาก และสำหรับงานที่เป็น routine analysis เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ในการคำนวณปริมาณ capsaicinoids จะใช้การเปรียบเทียบ peak area ของ *N*-vanillylnonanamide ของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นจุดเดียว (single point calibration) คือ 0.15 mg/mL เช่นเดียวกันกับวิธีของ AOAC ตัวอย่างของ HPLC chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน *N*-vanillylnonanamide ที่ความเข้มข้น 0.15 mg/mL ดังภาพที่ 2 ค่าผล retention time และ peak area ของ *N*-vanillylnonanamide (calibration standard) จากการฉีดสารละลายมาตรฐานซ้ำ 5 ครั้ง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. Retention time และ peak area ของ *N*-vanillylnonanamide (calibration standard) จากการฉีดสารละลายมาตรฐานซ้ำ 5 ครั้ง

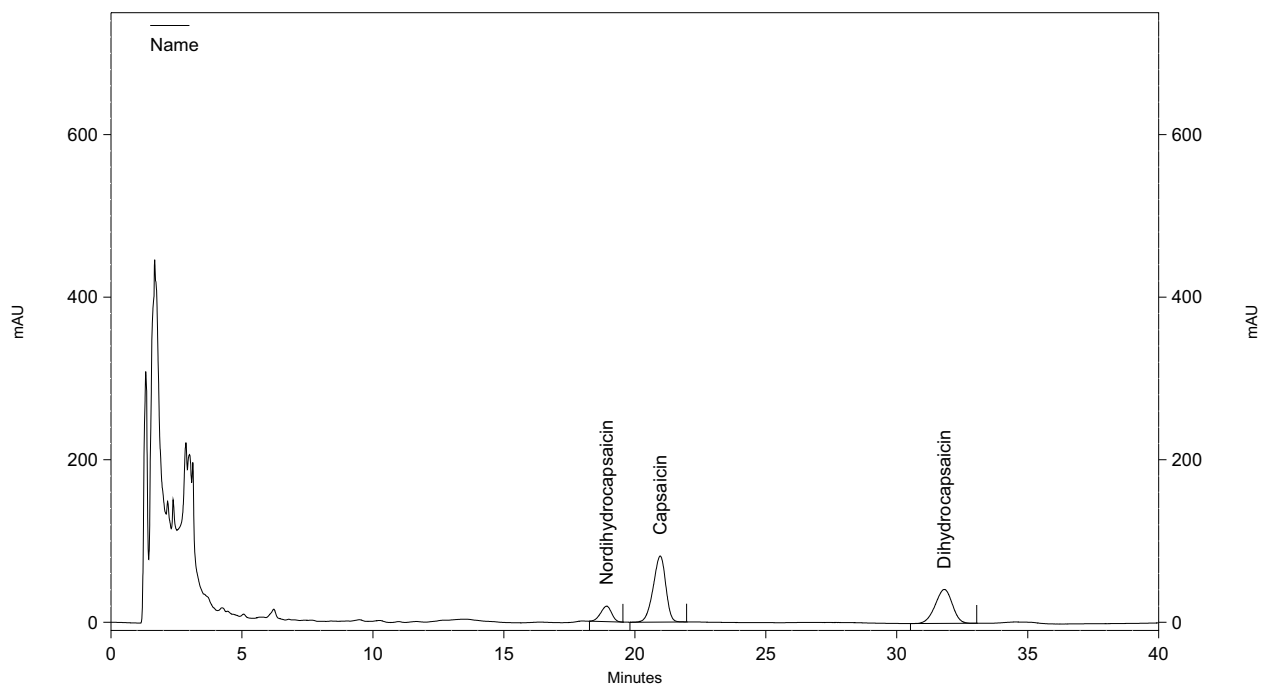
Injection No.	Retention time (minute)	<i>N</i> -vanillylnonanamide peak area
1	20.932	6447314
2	20.988	6454766
3	20.853	6427541
4	20.820	6439114
5	20.933	6429800
Mean	20.905	6439707
SD	0.068	11523
%RSD	0.324	0.179

ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ โดยการทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกันหลายครั้ง ผลปรากฏดังตารางที่ 4 ซึ่งค่า % RSD ของการวิเคราะห์ปริมาณ nordihydrocapsaicin, capsaicin, dihydrocapsaicin และ total capsaicinoids ในตัวอย่างพริกเท่ากับ 2.09, 2.02, 1.54 และ 1.41 ตามลำดับ

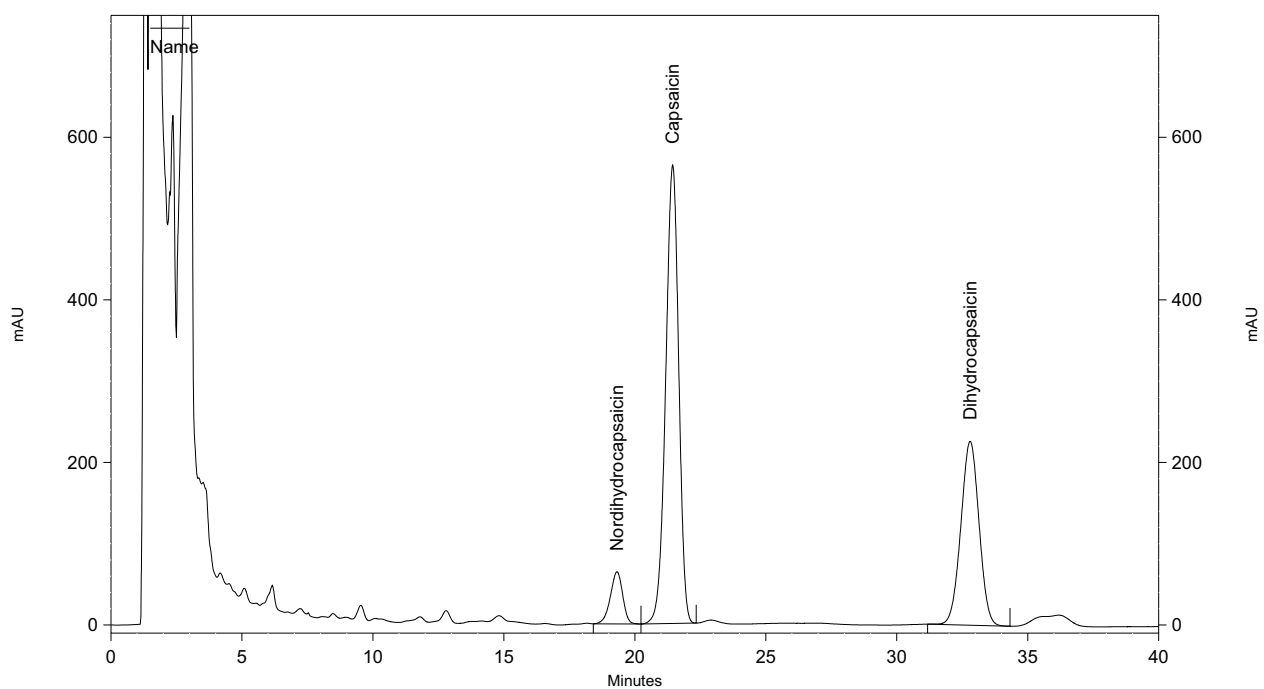
ตารางที่ 4. ผลการตรวจสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริก

	ปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริก (%w/w)			
	norhydrocapsaicin	capsaicin	dihydrocapsaicin	รวม
Day I	0.0221	0.1465	0.1005	0.2692
	0.0220	0.1469	0.1034	0.2723
	0.0221	0.1477	0.1031	0.2729
	0.0224	0.1487	0.1031	0.2742
	0.0222	0.1480	0.1018	0.2720
	0.0222	0.1483	0.1004	0.2712
Day II	0.0220	0.1443	0.0983	0.2646
	0.0220	0.1442	0.1019	0.2681
	0.0222	0.1434	0.1034	0.2690
	0.0224	0.1443	0.1028	0.2694
	0.0225	0.1443	0.1038	0.2706
	0.0226	0.1447	0.1026	0.2698
Day III	0.0232	0.1427	0.0997	0.2654
	0.0217	0.1401	0.0997	0.2615
	0.0218	0.1409	0.1011	0.2638
	0.0224	0.1407	0.1005	0.2636
	0.0236	0.1410	0.1011	0.2657
	0.0226	0.1404	0.1008	0.2638
Mean	0.0223	0.1443	0.1016	0.2682
SD	0.0005	0.0029	0.0016	0.0038
%RSD	2.09	2.02	1.54	1.41

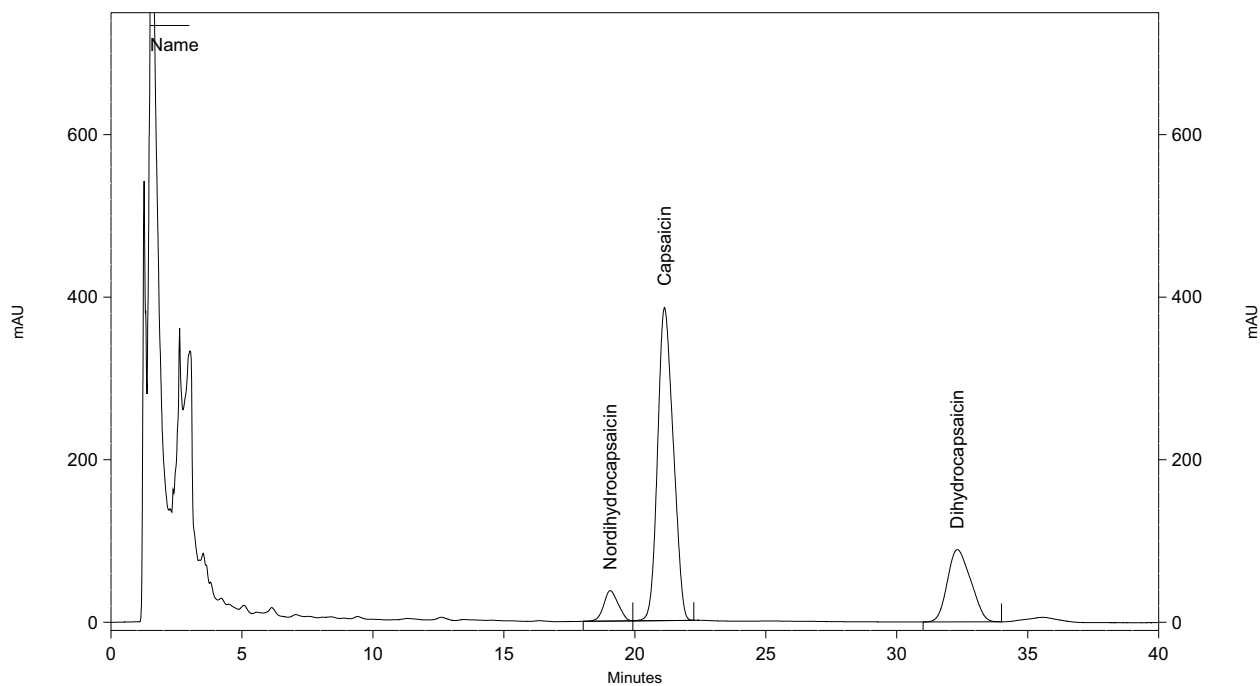
ผลการวิเคราะห์พริกทั้งหมด 72 ตัวอย่างเพื่อหาปริมาณ capsaicinoids หลัก 3 ชนิดได้แก่ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C) และ dihydrocapsaicin (D) ดังตารางที่ 5 และผลการคำนวณระดับความเผ็ดในหน่วย SHU แสดงในตารางที่ 6 ตัวอย่าง HPLC chromatogram ของพริกดังภาพที่ 5-7



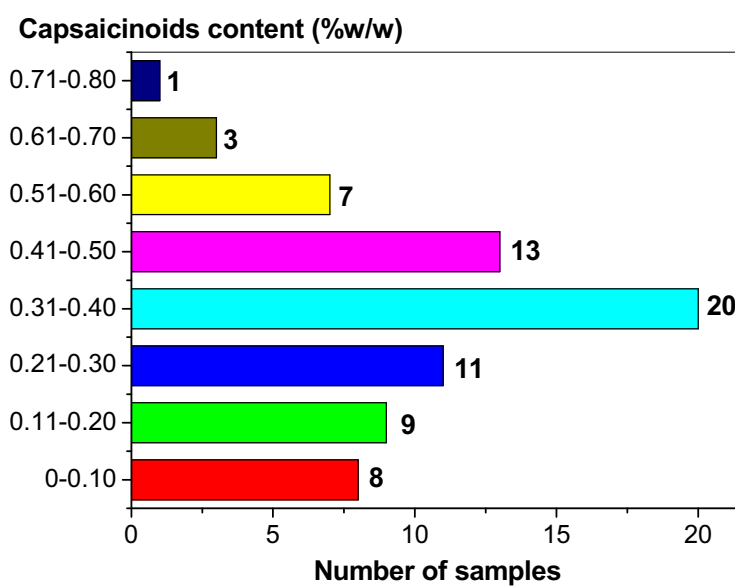
ภาพที่ 5. HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกขี้หนู (ตัวอย่างลำดับที่ 5 จาก ม.ขอนแก่น)



ภาพที่ 6. HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกปากปวน (ตัวอย่างลำดับที่ 19 จาก ม.ขอนแก่น)



ภาพที่ 7. HPLC chromatogram ของตัวอย่างพริกชี้หนู (ตัวอย่างลำดับที่ 42 จาก ม. แม่โจ้)



ภาพที่ 8. กราฟแสดงจำนวนตัวอย่างพริกที่มีปริมาณ capsaicinoids รวมในช่วงต่าง ๆ

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ของตัวอย่างทั้งหมดสามารถจำแนกพริกได้เป็น 8 กลุ่มตามปริมาณ capsaicinoids รวม ดังภาพที่ 8 ซึ่งตัวอย่างพริกส่วนใหญ่มีปริมาณ capsaicinoids รวมอยู่ระหว่าง 0.3-0.5% w/w หรือมีความเผ็ดในช่วงประมาณ 45000-80000 SHU ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids และค่าความเผ็ดเฉลี่ยในพริกพันธุ์ต่าง ๆ แยกตามสายพันธุ์แสดงดังตารางที่ 7 โดยตัวอย่างพริกที่มีปริมาณสาร capsaicinoids มากที่สุดคือ พริกชี้หนู (ลำดับที่ 42) ซึ่งมีปริมาณสาร capsaicinoids สูงถึง 0.7527 %w/w หรือประมาณ 118200 ในหน่วย SHU นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids แต่ละชนิดพบว่า capsaicin เป็นสารที่ให้ความเผ็ดหลักในพริก ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละประมาณ 61% (43.26-74.47%) รองลงมาได้แก่ dihydrocapsaicin 32 % (20.50-47.85%) และ nordihydrocapsaicin ประมาณ 7% (3.46-13.54%) อัตราส่วนของปริมาณ capsaicinoids แต่ละชนิดแสดงดังตารางที่ 8 และสรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsainoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit แสดงในตารางที่ 9

5. สรุปผล

การวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids โดยเทคนิค HPLC ที่พัฒนาได้มีความแม่นยำในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร capsaicinoids หลัก ซึ่งได้แก่ nordihydrocapsaicin, capsaicin และ dihydrocapsaicin ผลการวิเคราะห์จากแหล่งต่าง ๆ สามารถนำมาตัดสินใจ เพื่อคัดเลือก หรือปรับปรุงพันธุ์พริก นอกจากนี้ยังได้ถ่ายทอดวิธีการวิเคราะห์ให้แก่กลุ่มนักวิจัยภายใต้โครงการวิจัยการพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูง เพื่อใช้เป็นแนวทางเดียวกันในการวิเคราะห์ตัวอย่างพริกที่มีจำนวนมากจากพันธุ์และแหล่งต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการประเมินคุณภาพของพริกที่จะนำมาเลือกใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูงต่อไป

ตารางที่ 5. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่งที่มา	ปริมาณ capsaicinoids (capsaicinoids content), %w/w			
				N	C	D	รวม
1	01	จินดา ยอดสน	มข.	0.0134	0.0835	0.0551	0.1519
2	02	จินดา ยอดสน	มข.	0.0255	0.1734	0.0912	0.2901
3	03	ยอดสน	มข.	0.0220	0.1866	0.0790	0.2876
4	04	ยอดสน	มข.	0.0211	0.1893	0.0991	0.3095
5	05	ยอดสน	มข.	0.0356	0.1948	0.1317	0.3620
6	06	ยอดสน	มข.	0.0310	0.2821	0.1276	0.4407
7	07	ยอดสน	มข.	0.0058	0.0524	0.0322	0.0904
8	08	ยอดสน	มข.	0.0231	0.1795	0.0986	0.3012
9	09	ยอดสน	มข.	0.0131	0.1256	0.0778	0.2164
10	10	จินดา	มข.	0.0194	0.2111	0.0917	0.3221
11	11	จินดา	มข.	0.0109	0.0853	0.0535	0.1496
12	12	จินดา	มข.	0.0010	0.0120	0.0106	0.0236
13	13	จินดา	มข.	0.0195	0.1921	0.0945	0.3060
14	14	จินดา	มข.	0.0083	0.0683	0.0413	0.1179
15	15	จินดา	มข.	0.0316	0.2031	0.1215	0.3563
16	16	จินดา	มข.	0.0221	0.1918	0.1022	0.3161
17	17	จินดา	มข.	0.0187	0.1503	0.0869	0.2558
18	18	จินดา	มข.	0.0128	0.0788	0.0514	0.1430
19	19	ปากปวน	มข.	0.0398	0.4109	0.2184	0.6691
20	20	ปากปวน	มข.	0.0385	0.4080	0.2148	0.6613
21	21	ปากปวน	มข.	0.0194	0.2288	0.1240	0.3722
22	22	ปากปวน	มข.	0.0301	0.3581	0.1980	0.5863
23	23	ปากปวน	มข.	0.0183	0.2386	0.1439	0.4008
24	24	แอฟริกาใต้	มข.	0.0144	0.2815	0.1206	0.4165

ตารางที่ 5. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	ปริมาณ capsaicinoids (capsaicinoids content), %w/w			
				N	C	D	รวม
25	25	ดอยเต๋ดก้าน	มข.	0.0184	0.3462	0.1155	0.4801
26	26	ดอยมีก้าน	มข.	0.0197	0.3280	0.1192	0.4668
27	27	พริกขี้แมง	มข.	0.0188	0.2803	0.0806	0.3798
28	28	จินดา	มข.	0.0299	0.1944	0.0978	0.3222
29	29	ยอดสน	มข.	0.0152	0.1346	0.0749	0.2248
30	30	ชายแดนไทยพม่า	มข.	0.0376	0.4528	0.1514	0.6417
31	31	พริกพม่าก้านยาว	มข.	0.0317	0.1114	0.0910	0.2341
32	32	พริกมันพม่า	มข.	0.0191	0.0865	0.0639	0.1695
33	33	พริกอินเดียเล็ก	มข.	0.0178	0.0866	0.0958	0.2002
34	34	พริกอินเดียใหญ่	มข.	0.0018	0.0286	0.0121	0.0425
35	35	พริกจีนเอี้ยะโต	มข.	0.0021	0.0245	0.0118	0.0384
36	36	พริกจีนอ่อนน้ำ	มข.	0.0020	0.0267	0.0136	0.0424
37	mju 1	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ	0.0082	0.0652	0.0366	0.1100
38	mju 2	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ	0.0098	0.0619	0.0431	0.1148
39	mju 3	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	0.0076	0.0905	0.0356	0.1336
40	mju 4	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	0.0017	0.0202	0.0079	0.0298
41	mju 5	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	0.0027	0.0493	0.0185	0.0705
42	mju 6	พริกขี้หนู	ม.แม่ใจ	0.0437	0.5333	0.1757	0.7527
43	other 7	BONUS	ม.แม่ใจ	0.0274	0.2836	0.1476	0.4586
44	other 8	MINIHOT	ม.แม่ใจ	0.0278	0.2747	0.1822	0.4847
45	01	พริกแกว	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0223	0.2295	0.1047	0.3564
46	02	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0253	0.1425	0.0875	0.2553
47	03	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0377	0.4092	0.1343	0.5812
48	04	พริกขี้หนูต้น	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0253	0.3742	0.1030	0.5025

ตารางที่ 5. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่งที่มา	ปริมาณ capsaicinoids (capsaicinoids content), %w/w			
				N	C	D	รวม
49	05	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0287	0.4044	0.1227	0.5557
50	06	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0272	0.3825	0.1196	0.5294
51	07	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0198	0.2896	0.0857	0.3950
52	08	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0213	0.2837	0.1150	0.4200
53	09	พริกขี้หนูใหญ่	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0072	0.0401	0.0289	0.0762
54	10	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0323	0.1620	0.1458	0.3401
55	11	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0163	0.1687	0.0809	0.2659
56	12	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0207	0.1161	0.0809	0.2177
57	13	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0237	0.1417	0.0921	0.2576
58	14	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0218	0.2972	0.0857	0.4047
59	15	ห้วยสีทน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	0.0110	0.0585	0.0501	0.1196
60	lot 001	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	0.0352	0.2941	0.1642	0.4935
61	lot 002	จินดา	ม.อุบลราชธานี	0.0256	0.1843	0.1164	0.3263
62	lot 003	คำอินโด	ม.อุบลราชธานี	0.0523	0.2204	0.1458	0.4185
63	lot 004	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	0.0570	0.2734	0.1626	0.4929
64	lot 005	ยอดสน	ม.อุบลราชธานี	0.0231	0.2458	0.0922	0.3611
65	lot 006	ซูปเปอร์สอท	ม.อุบลราชธานี	0.0231	0.2143	0.1293	0.3667
66	lot 007	เขียวละทาย	ม.อุบลราชธานี	0.0421	0.3122	0.1729	0.5272
67	lot 008	ทองคำ	ม.อุบลราชธานี	0.0401	0.2808	0.1531	0.4739
68	lot 009	ช่อระย้า	ม.อุบลราชธานี	0.0353	0.2124	0.1204	0.3681
69	lot 010	จินดา	ม.อุบลราชธานี	0.0264	0.2025	0.0912	0.3201
70	lot 011	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	0.0364	0.3173	0.1961	0.5498
71	lot 012	ซูปเปอร์สอท	ม.อุบลราชธานี	0.0271	0.2284	0.1338	0.3893
72	lot 013	ซูปเปอร์สอท	ม.อุบลราชธานี	0.0228	0.2316	0.1229	0.3774

ตารางที่ 6. ผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย SHU จากการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย ($n=2$) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่างๆ

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	ค่าความเผ็ด (SHU)			
				N	C	D	รวม
1	01	จินดา ยอดสน	มข.	1243	13440	8864	23547
2	02	จินดา ยอดสน	มข.	2371	27921	14684	44977
3	03	ยอดสน	มข.	2045	30047	12724	44816
4	04	ยอดสน	มข.	1966	30479	15949	48393
5	05	ยอดสน	มข.	3306	31356	21208	55870
6	06	ยอดสน	มข.	2879	45418	20544	68840
7	07	ยอดสน	มข.	540	8438	5186	14164
8	08	ยอดสน	มข.	2152	28901	15875	46928
9	09	ยอดสน	มข.	1218	20216	12518	33952
10	10	จินดา	มข.	1800	33981	14769	50550
11	11	จินดา	มข.	1009	13730	8610	23349
12	12	จินดา	มข.	92	1934	1710	3736
13	13	จินดา	มข.	1810	30924	15214	47949
14	14	จินดา	มข.	770	10998	6647	18415
15	15	จินดา	มข.	2938	32706	19568	55212
16	16	จินดา	มข.	2054	30874	16460	49388
17	17	จินดา	มข.	1739	24192	13989	39920
18	18	จินดา	มข.	1189	12686	8283	22158
19	19	ปากปวน	มข.	3700	66158	35155	105014
20	20	ปากปวน	มข.	3581	65689	34587	103857
21	21	ปากปวน	มข.	1804	36835	19963	58602
22	22	ปากปวน	มข.	2802	57659	31880	92341
23	23	ปากปวน	มข.	1706	38413	23163	63282
24	24	แอฟริกาใต้	มข.	1338	45320	19420	66078

ตารางที่ 6. ผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย SHU จากการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่างๆ (ต่อ)

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	ค่าความเผ็ด (SHU)			
				N	C	D	รวม
25	25	ดอยเต๋ดก้าน	มข.	1710	55746	18590	76045
26	26	ดอยมีก้าน	มข.	1831	52802	19184	73817
27	27	พริกอุ้มผาง	มข.	1747	45133	12983	59864
28	28	จินดา	มข.	2782	31304	15751	49837
29	29	ยอดสน	มข.	1415	21674	12062	35151
30	30	ชายแดนไทยพม่า	มข.	3495	72896	24376	100766
31	31	พริกพม่าก้านยาว	มข.	2947	17940	14653	35540
32	32	พริกมันพม่า	มข.	1775	13920	10291	25985
33	33	พริกอินเดียเล็ก	มข.	1651	13949	15419	31020
34	34	พริกอินเดียใหญ่	มข.	167	4609	1950	6727
35	35	พริกจีนเอี้ยะโต	มข.	193	3942	1906	6041
36	36	พริกจีนอุ้นน้ำ	มข.	189	4301	2197	6688
37	mju 1	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ	763	10490	5893	17146
38	mju 2	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ	915	9970	6932	17816
39	mju 3	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	702	14578	5724	21004
40	mju 4	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	157	3256	1269	4683
41	mju 5	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	251	7940	2978	11169
42	mju 6	พริกขี้หนู	ม.แม่ใจ	4066	85866	28280	118212
43	other 7	BONUS	ม.แม่ใจ	2544	45667	23764	71975
44	other 8	MINIHOT	ม.แม่ใจ	2586	44219	29334	76139
45	01	พริกแฉว	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2074	36944	16851	55869
46	02	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2354	22938	14092	39384
47	03	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	3506	65876	21621	91003
48	04	พริกขี้หนูต้น	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2356	60241	16588	79185

ตารางที่ 6. ผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย SHU จากการวิเคราะห์หาปริมาณเฉลี่ย (n=2) ของ nordihydrocapsaicin (N), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (D) ในตัวอย่างพริกชนิดและแหล่งต่างๆ (ต่อ)

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	ค่าความเผ็ด (SHU)			
				N	C	D	รวม
49	05	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2672	65101	19748	87521
50	06	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2532	61582	19260	83374
51	07	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	1838	46626	13792	62256
52	08	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	1983	45672	18518	66173
53	09	พริกชี้หนูใหญ่	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	665	6452	4660	11777
54	10	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	3002	26083	23479	52564
55	11	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	1515	27160	13018	41694
56	12	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	1923	18693	13027	33643
57	13	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2205	22817	14836	39858
58	14	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	2025	47855	13804	63684
59	15	ห้วยสีทน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	1025	9426	8060	18511
60	lot 001	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	3277	47346	26441	77064
61	lot 002	จินดา	ม.อุบลราชธานี	2381	29670	18738	50789
62	lot 003	คำอินโด	ม.อุบลราชธานี	4866	35486	23467	63819
63	lot 004	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	5298	44012	26179	75489
64	lot 005	ยอดสน	ม.อุบลราชธานี	2153	39571	14844	56567
65	lot 006	ซูปเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี	2146	34507	20819	57471
66	lot 007	เขียวชะทาย	ม.อุบลราชธานี	3915	50258	27837	82010
67	lot 008	ทองคำ	ม.อุบลราชธานี	3726	45207	24644	73578
68	lot 009	ช่อระย้า	ม.อุบลราชธานี	3281	34194	19389	56863
69	lot 010	จินดา	ม.อุบลราชธานี	2459	32605	14679	49743
70	lot 011	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	3385	51083	31579	86047
71	lot 012	ซูปเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี	2517	36772	21543	60832
72	lot 013	ซูปเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี	2125	37282	19794	59201

ตารางที่ 7. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Capsaicinoids รวม และค่าความเผ็ดเฉลี่ยในพริกพันธุ์ต่างๆ จำแนกตามสายพันธุ์

ชื่อพันธุ์	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณ capsaicinoids (capsaicinoids content), %w/w		ค่าความเผ็ด (SHU)
		ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
BONUS	1	-	0.4586	71975
MINIHOT	1	-	0.4847	76139
เขียวชะทาย	1	-	0.5272	82010
ช่อระย้า	1	-	0.3681	56863
ชายแดนไทยพม่า	1	-	0.6417	100766
คอยเค็ดก้าน	1	-	0.4801	76045
คอยมีก้าน	1	-	0.4668	73817
คำอินโด	1	-	0.4185	63819
ทองคำ	1	-	0.4739	73578
พริกแก้ว	1	-	0.3564	55869
พริกขี้หนูต้น	1	-	0.5025	79185
พริกขี้หนูใหญ่	1	-	0.0762	11777
พริกจินอุ้นน้ำ	1	-	0.0424	6688
พริกจินเอี้ยะโต	1	-	0.0384	6041
พริกพม่าก้านยาว	1	-	0.2341	35540
พริกมันพม่า	1	-	0.1695	25985
พริกห้วยสีทน	1	-	0.1196	18511
พริกอินเดียเล็ก	1	-	0.2002	31020
พริกอินเดียใหญ่	1	-	0.0425	6727
พริกอุ้มผาง	1	-	0.3798	59864
แอฟริกาใต้	1	-	0.4165	66078
จินดายอดสน	2	0.1519 - 0.2901	0.2210 ± 0.0977	34262
พริกมัน	2	0.2177 - 0.3950	0.3064 ± 0.1254	47950
พริกหนุ่มขาว	2	0.1100 - 0.1148	0.1124 ± 0.0034	17481
ซูเปอร์ฮอท	3	0.3667 - 0.3893	0.3778 ± 0.0113	59168
พริกหนุ่ม	3	0.0298 - 0.1336	0.0780 ± 0.0523	12285
หัวเรือ	3	0.4929 - 0.5498	0.5121 ± 0.0327	79533
ปากปวน	5	0.3722 - 0.6691	0.5379 ± 0.1423	84619
พริกขี้หนู	7	0.2553 - 0.7527	0.4196 ± 0.1861	73393
ยอดสน	9	0.0904 - 0.4407	0.2882 ± 0.1018	44965
จินดา	15	0.0236 - 0.4200	0.2694 ± 0.1126	42051
	72			

ตารางที่ 8. อัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละ nordihydrocapsaicin (N): capsaicin (C): dihydrocapsaicin (D)
ในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	อัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละของ capsainoids หลัก		
				N	C	D
1	01	จินดา ยอดสน	มข.	8.82	54.97	36.27
2	02	จินดา ยอดสน	มข.	8.79	59.77	31.44
3	03	ยอดสน	มข.	7.65	64.88	27.47
4	04	ยอดสน	มข.	6.82	61.16	32.02
5	05	ยอดสน	มข.	9.83	53.81	36.38
6	06	ยอดสน	มข.	7.03	64.01	28.95
7	07	ยอดสน	มข.	6.42	57.96	35.62
8	08	ยอดสน	มข.	7.67	59.59	32.74
9	09	ยอดสน	มข.	6.05	58.04	35.95
10	10	จินดา	มข.	6.02	65.54	28.47
11	11	จินดา	มข.	7.29	57.02	35.76
12	12	จินดา	มข.	4.24	50.85	44.92
13	13	จินดา	มข.	6.37	62.78	30.88
14	14	จินดา	มข.	7.04	57.93	35.03
15	15	จินดา	มข.	8.87	57.00	34.10
16	16	จินดา	มข.	6.99	60.68	32.33
17	17	จินดา	มข.	7.31	58.76	33.97
18	18	จินดา	มข.	8.95	55.10	35.94
19	19	ปากปวน	มข.	5.95	61.41	32.64
20	20	ปากปวน	มข.	5.82	61.70	32.48
21	21	ปากปวน	มข.	5.21	61.47	33.32
22	22	ปากปวน	มข.	5.13	61.08	33.77
23	23	ปากปวน	มข.	4.57	59.53	35.90
24	24	แอฟริกาใต้	มข.	3.46	67.59	28.96

ตารางที่ 8. อัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละ nordihydrocapsaicin (N): capsaicin (C): dihydrocapsaicin (D) ในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	อัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละของ capsainoids หลัก		
				N	C	D
25	25	ดอยเต๋ก้าน	มข.	3.83	72.11	24.06
26	26	ดอยมีก้าน	มข.	4.22	70.27	25.54
27	27	พริกอุ้มผาง	มข.	4.95	73.80	21.22
28	28	จินดา	มข.	9.28	60.34	30.35
29	29	ยอดสน	มข.	6.76	59.88	33.32
30	30	ชายแดนไทยพม่า	มข.	5.86	70.56	23.59
31	31	พริกพม่าก้านยาว	มข.	13.54	47.59	38.87
32	32	พริกมันพม่า	มข.	11.27	51.03	37.70
33	33	พริกอินเดียเล็ก	มข.	8.89	43.26	47.85
34	34	พริกอินเดียใหญ่	มข.	4.24	67.29	28.47
35	35	พริกจีนเอี้ยะโต	มข.	5.47	63.80	30.73
36	36	พริกจีนอุ้นน้ำ	มข.	4.72	62.97	32.08
37	mju 1	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ	7.45	59.27	33.27
38	mju 2	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ	8.54	53.92	37.54
39	mju 3	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	5.69	67.74	26.65
40	mju 4	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	5.70	67.79	26.51
41	mju 5	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ	3.83	69.93	26.24
42	mju 6	พริกขี้หนู	ม.แม่ใจ	5.81	70.85	23.34
43	other 7	BONUS	ม.แม่ใจ	5.97	61.84	32.18
44	other 8	MINIHOT	ม.แม่ใจ	5.74	56.67	37.59
45	01	พริกแกว	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	6.26	64.39	29.38
46	02	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	9.91	55.82	34.27
47	03	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	6.49	70.41	23.11
48	04	พริกขี้หนูต้น	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	5.03	74.47	20.50

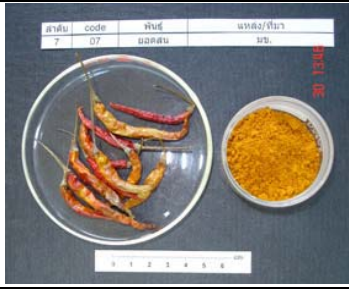
ตารางที่ 8. อัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละ nordihydrocapsaicin (N): capsaicin (C): dihydrocapsaicin (D)
ในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	code	พันธุ์	แหล่ง/ที่มา	อัตราส่วนโดยปริมาณเป็นร้อยละของ capsainoids หลัก		
				N	C	D
49	05	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	5.16	72.77	22.08
50	06	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	5.14	72.25	22.59
51	07	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	5.01	73.32	21.70
52	08	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	5.07	67.55	27.38
53	09	พริกชี้หนูใหญ่	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	9.45	52.62	37.93
54	10	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	9.50	47.63	42.87
55	11	พริกชี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	6.13	63.44	30.42
56	12	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	9.51	53.33	37.16
57	13	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	9.20	55.01	35.75
58	14	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	5.39	73.44	21.18
59	15	ห้วยสีทน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง	9.20	48.91	41.89
60	lot 001	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	7.13	59.59	33.27
61	lot 002	จินดา	ม.อุบลราชธานี	7.85	56.48	35.67
62	lot 003	คำอินโด	ม.อุบลราชธานี	12.50	52.66	34.84
63	lot 004	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	11.56	55.47	32.99
64	lot 005	ยอดสน	ม.อุบลราชธานี	6.40	68.07	25.53
65	lot 006	ซูปเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี	6.30	58.44	35.26
66	lot 007	เขียวชะทาย	ม.อุบลราชธานี	7.99	59.22	32.80
67	lot 008	ทองคำ	ม.อุบลราชธานี	8.46	59.25	32.31
68	lot 009	ช่อระย้า	ม.อุบลราชธานี	9.59	57.70	32.71
69	lot 010	จินดา	ม.อุบลราชธานี	8.25	63.26	28.49
70	lot 011	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี	6.62	57.71	35.67
71	lot 012	ซูปเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี	6.96	58.67	34.37
72	lot 013	ซูปเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี	6.04	61.37	32.56

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
1	01	จินดา ยอดสน	มข		0.1519	23500
2	02	จินดา ยอดสน	มข		0.2901	45000
3	03	ยอดสน	มข		0.2876	44800
4	04	ยอดสน	มข		0.3095	48400
5	05	ยอดสน	มข		0.3620	55900

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
6	06	ยอดดสน	มช.		0.4407	68800
7	07	ยอดดสน	มช.		0.0904	14200
8	08	ยอดดสน	มช.		0.3012	46900
9	09	ยอดดสน	มช.		0.2164	34000
10	10	จินดา	มช.		0.3221	50600

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
11	11	จินดา	มข.		0.1496	23300
12	12	จินดา	มข.		0.0236	3700
13	13	จินดา	มข.		0.3060	47900
14	14	จินดา	มข.		0.1179	18400
15	15	จินดา	มข.		0.3563	55200

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
16	16	จินดา	มข.		0.3161	49400
17	17	จินดา	มข.		0.2558	39900
18	18	จินดา	มข.		0.1430	22200
19	19	ปากปวน	มข.		0.6691	105000
20	20	ปากปวน	มข.		0.6613	103900

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
21	21	ปากปวน	มข.		0.3722	58600
22	22	ปากปวน	มข.		0.5863	92300
23	23	ปากปวน	มข.		0.4008	63300
24	24	แอฟริกาใต้	มข.		0.4165	66100
25	25	ดอยเต๋ก้าน	มข.		0.4801	76000

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
26	26	ดอยมีก้าน	มข.		0.4668	73800
27	27	พริกอุ้มผาง	มข.		0.3798	59900
28	28	จินดา	มข.		0.3222	49800
29	29	ยอดดสน	มข.		0.2248	35200
30	30	ชายแดนไทยพม่า	มข.		0.6417	100800

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
31	31	พริกพม่าก้านยาว	มข.		0.2341	35500
32	32	พริกมันพม่า	มข.		0.1695	26000
33	33	พริกอินเดียเล็ก	มข.		0.2002	31000
34	34	พริกอินเดียใหญ่	มข.		0.0425	6700
35	35	พริกจีนเยียวโต	มข.		0.0384	6000

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
36	36	พริกจินอุ้นน้ำ	มข.		0.0424	6700
37	mju 1	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ		0.1100	17100
38	mju 2	พริกหนุ่มขาว	ม.แม่ใจ		0.1148	17800
39	mju 3	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ		0.1336	21000
40	mju 4	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ		0.0298	4700

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
41	mju 5	พริกหนุ่ม	ม.แม่ใจ		0.0705	11200
42	mju 6	พริกขี้หนู	ม.แม่ใจ		0.7527	118200
43	other 7	BONUS	ม.แม่ใจ		0.4586	72000
44	other 8	MINIHOT	ม.แม่ใจ		0.4847	76100
45	01	พริกแกว	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.3564	55900

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
46	02	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.2553	39400
47	03	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.5812	91000
48	04	พริกขี้หนูต้น	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.5025	79200
49	05	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.5557	87500
50	06	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.5294	83400

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
51	07	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.3950	62300
52	08	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.4200	66200
53	09	พริกขี้หนูใหญ่	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.0762	11800
54	10	พริกขี้หนู	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.3401	52600
55	11	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.2659	41700

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
56	12	พริกมัน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.2177	33600
57	13	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.2576	39900
58	14	จินดา	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.4047	63700
59	15	หัวสีแทน	สถาบันวิจัยฯ ลำปาง		0.1196	18500
60	lot 001	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี		0.4935	77100

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
61	lot 002	จินดา	ม.อุบลราชธานี		0.3263	50800
62	lot 003	คำอินโด	ม.อุบลราชธานี		0.4185	63800
63	lot 004	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี		0.4929	75500
64	lot 005	ยอดสน	ม.อุบลราชธานี		0.3611	56600
65	lot 006	ซูเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี		0.3667	57500

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
66	lot 007	เขียวละทาย	ม.อุบลราชธานี		0.5272	82000
67	lot 008	ทองคำ	ม.อุบลราชธานี		0.4739	73600
68	lot 009	ช่อระย้า	ม.อุบลราชธานี		0.3681	56900
69	lot 010	จินดา	ม.อุบลราชธานี		0.3201	49700
70	lot 011	หัวเรือ	ม.อุบลราชธานี		0.5498	86000

ตารางที่ 9. สรุปผลการวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids รวมในพริกชนิดและแหล่งต่าง ๆ พร้อมทั้งผลการคำนวณค่าความเผ็ดในหน่วย Scoville Heat Unit (ต่อ)

ลำดับ	Code	พันธุ์	แหล่งที่มา	รูปถ่าย	Capsaicinoids content (%w/w)	SHU
71	lot 012	ซูเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี		0.3893	60800
72	lot 013	ซูเปอร์ฮอท	ม.อุบลราชธานี		0.3774	59200

6. เอกสารอ้างอิง

Balbaa, S. I., Karawya, M. S., & Girgis, A. N. The capsaicin content of Capsicum fruits at different stages of maturity. *Lloydia* 31[3], 272-274. 1968.

Betts, T. A. Pungency quantitation of hot pepper sauces using HPLC. *Journal of Chemical Education* 76[2], 240-244. 1999.

Hoffman, P. G., Lego, M. C., & Galetto, W. G. Separation and quantitation of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31[6], 1326-1330. 1983.

Kaale, E., Schepdael, A. V., Roets, E., & Hoogmartens, J. Determination of capsaicinoids in topical cream by liquid-liquid chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 30, 1331-1337. 2002.

Kurian, A. L. & Starks, A. N. HPLC analysis of capsaicinoids extracted from whole orange Habanero chili peppers. *Journal of Food Science* 67[3], 956-962. 2002.

Law, M. W. High pressure liquid chromatographic determination of capsaicin in oleoresin and personal protection aerosols. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 66[5],

Naosaran, K. & Nutakul, W. Constituents of pungent principles from Capsicum. *Bulletin of Department of Medical Sciences*. 34[3], 133-140. 1992.

Perucka, I. & Oleszek, W. Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annuum* L. by spectrophotometry and high-performance liquid Chromatography. *Food Chemistry* 71, 287-291. 2000.

Salzer, U. J., Haarmann, G., & Reimer, G. Analytical evaluation of seasoning extracts (oleoresin) and essential oils from seasonings. Part 2. *Flavours* 6[4], 206-210. 1975.

Todd, P. H., Bensinger, M. G., & Biftu, T. Determination of pungency due to capsicum by gas-liquid chromatography. *Journal of Food Science* 42, 660-665. 1977.

7. ภาคผนวก

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับ

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	ผลที่ได้รับ
1) เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่างพริกที่เหมาะสม โดย HPLC และถ่ายทอดวิธีที่ได้ให้แก่ นักวิจัย ภายใต้ โครงการวิจัยและพัฒนาผักที่มี ศักยภาพสูงเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม:การพัฒนาพริกเพื่ออุตสาหกรรมมูลค่าสูง	1.1 พัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ 1.2 จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ วิธีวิเคราะห์ให้แก่ นักวิจัย ๑ ณ. สถาบันวิจัย องค์การ เกษตรกรรม	1.1 ได้วิธีวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในพริกที่เหมาะสม 1.2 มีนักวิจัยเข้ารับการฝึกอบรม และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณ capsaicinoids ในพริกจำนวน 2 คน
2 เพื่อให้ได้ข้อมูล content of capsaicinoids ในตัวอย่างพริกจาก พันธุ์และแหล่งต่าง ๆ	2 วิเคราะห์หา content of capsaicinoids ในตัวอย่างพริกจากพันธุ์และแหล่งต่าง ๆ	2.1 ได้ข้อมูลผลการวิเคราะห์หา ปริมาณ capsaicinoids ในตัวอย่าง พริกจำนวน 72 ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์และแหล่งปลูกพริกที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูงต่อไป