



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำ ด้วยการสกัดคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤต
ยิ่งยวด

Study on Extraction Process of Black Pepper Seeds
by Supercritical Carbon Dioxide Extraction

โดย

นางสาวนฤดา รักมิตร รหัสนักศึกษา 6140201106

นางสาวมุกดา อิงสันเทียะ รหัสนักศึกษา 6140201113

โปรแกรมวิชาเคมี

การศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำ ด้วยการสกัดคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

Study on Extraction Process of Black Pepper Seeds
by Supercritical Carbon Dioxide Extraction

นางสาวนฤตา รักมิตร
นางสาวมุกดา อิงสันเทียะ

ที่ปรึกษาและอาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา ได้พิจารณารายงานการวิจัยฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
เคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

(นางสาวนฤตา นันทิยะกุล)
ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วยวิจัยและพัฒนา
พนักงานที่ปรึกษาวิจัย

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ ณะมูล)
อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

ชื่องานวิจัย	ศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)
ผู้วิจัย	นางสาวนฤตา รักมิตร นางสาวมุกดา อิงสันเทียะ
ที่ปรึกษาวิจัย	นางสาวญาดา นันทิยะกุล
อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา	นายวรารุช ณะมูล
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด โดยทำการสกัดด้วยเครื่องสกัดของไหลยิ่งยวด ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลาย ซึ่งทำการศึกษาทั้งหมด 2 สภาวะระบบ ได้แก่ 20 MPa 40 องศาเซลเซียส และ 25 MPa 40 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าปริมาณสารสกัดที่ได้จากสภาวะระบบที่ 25 MPa มากกว่าสภาวะระบบที่ 20 MPa และศึกษาปริมาณ ไฟเบอร์รินจากสารสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่า สภาวะที่ 20 และ 25 MPa มีปริมาณไฟเบอร์รินคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเท่ากับ 8.42 และ 16.97 ตามลำดับ และปริมาณไฟเบอร์รินจากผงพริกไทยดำบดหยาบคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเท่ากับ 3.89 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดสามารถให้ปริมาณไฟเบอร์รินมากกว่าผงพริกไทยดำทั่วไป และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านอุตสาหกรรมอาหารและยาต่อไปได้

SENIOR PROJECT TITLE	Study on Extraction Process of Black Pepper Seeds by Supercritical Carbon Dioxide Extraction
DEGREE	BACHELOR OF SCIENCE
BY	MISS NARIEDA RAKMIT MISS MUKDA AINGSANTHIA
ADVISOR	MISS YADA NANTIYAKUL
TEACHER SUPERVISION	ASST. PROF. DR. VARAVUT TANAMOOOL
INSTITUTION	NAKHON RACHASIMA RAJABHAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR	2021

ABSTRACT

The objective of this research was to study the supercritical carbon dioxide extraction process of black pepper seeds. The extraction was done with a superfluid extractor. using carbon dioxide as a solvent A total of 2 system conditions were studied, namely 20 MPa 40 °C and 25 MPa 40 °C. The results showed that the extract content obtained from the system at 25 MPa was greater than that at 20 MPa. Piperin from black pepper seed extract by high performance liquid chromatography showed that at conditions 20 and 25 MPa, the percentage of piperin by weight was 8.42 and 16.97, respectively. and the percentage of piperin from coarsely ground black pepper powder was 3.89 by weight. The results showed that the supercritical CO₂ extraction yielded more piperin content than conventional black pepper powder. and can be applied in the food and pharmaceutical industries.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์ จาก นางสาวญาดา นันทิยะกุล ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วยงานวิจัยและพัฒนา พนักงานที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาในด้านความรู้ ปฏิบัติการ และตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนรายงานเป็นรูปเล่ม รวมทั้งพนักงานที่ปรึกษาในแผนกห้องปฏิบัติการ และแผนกสารสกัดทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และช่วยแนะนำในการใช้เครื่องมือตลอดระยะเวลาการทำงานโครงการสหกิจศึกษานี้

ทำยนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่สนับสนุนในด้านการเงิน และกำลังใจต่อผู้วิจัยเสมอมา คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้นเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ที่ช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

นฤดา รักมิตร

มุกดา อิงสันเทียะ

2564

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 สถานที่ทำการศึกษา	2
1.4.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	2
1.4.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ หรือการให้บริการหลักขององค์กร	2
1.4.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและบริหารองค์กร	3
1.4.4 ตำแหน่งและหน้าที่ที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	3
1.4.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	3
1.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	4

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 พริกไทยดำ	5
2.1.2 ไพเพอร์รีน	6
2.1.3 การสกัดด้วยเทคนิค Supercritical CO ₂ Extraction	7
2.1.4 โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)	8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	12
3.2 สารเคมี	13
3.3 วิธีการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 การวัดหาปริมาณความชื้นของเมล็ดพริกไทยดำ	16
4.2 การสกัดด้วยเครื่อง Supercritical CO ₂ Extraction	16
4.3 การตรวจวัดปริมาณไพเพอร์รีนด้วยโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)	17

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	23
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	23
5.3 ข้อเสนอแนะ	23
บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก ก	26
ภาคผนวก ข	27
ประวัติผู้วิจัย	31

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	11
3.2	13
4.1	14
4.2	14
4.3	15
4.4	16
4.5	16
4.6	17

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะเมล็ดพริกไทยดำ	4
2.2 โครงสร้างของไฟเพอร์รีน	5
2.3 เครื่องสกัดของไหลวิกฤติยิ่งยวด	6
2.4 การเปลี่ยนสถานะของสาร	7
2.5 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)	8
2.6 หลักการเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง	9
4.1 กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานไฟเพอร์รีน	15
4.2 โครมาโทแกรมจากผงพริกไทยดำบดหยาบ	16
4.3 โครมาโทแกรมจากการสกัดพริกไทยดำด้วยการแช่ตัวทำละลาย	17
4.4 โครมาโทแกรมจากสารสกัดด้วยสภาวะระบบที่ 1	18
4.5 โครมาโทแกรมจากสารสกัดด้วยสภาวะระบบที่ 2	18
4.6 โครมาโทแกรมจากกากของสภาวะระบบที่ 1	19
4.7 โครมาโทแกรมจากกากของสภาวะระบบที่ 2	19
รูปภาคผนวก ข ที่	
1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานไฟเพอร์รีน	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พริกไทย (Piper nigrum L.) เป็นพืชสมุนไพรอยู่ในวงศ์ Piperaceae พริกไทยแบ่งตามวิธีการเก็บและการเตรียมได้เป็น 2 ชนิด คือ พริกไทยดำ (Black Pepper) เตรียมได้จากการนำผลพริกไทยที่โตเต็มที่มาตากแห้ง และพริกไทยขาวหรือพริกไทยอ่อน (White Pepper) เป็นพริกไทยที่ได้จากการนำผลพริกไทยที่สุกเต็มที่แล้ว มาแช่ในน้ำเพื่อลอกเปลือกชั้นนอกออกไป จากนั้นนำไปตากแห้ง พริกไทยดำมีผลรูปกลม ผลแห้งผิวสีดำ ผิวหยาบ มีรอยย่น มีกลิ่นฉุน รสเผ็ดเล็กน้อย มีสรรพคุณใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ บำรุงธาตุ ขับเหงื่อ ขับเสมหะ ขับปัสสาวะ นิยมใช้เป็นยาสมุนไพรและเครื่องเทศในการประกอบอาหาร ซึ่งพริกไทยมีน้ำมันหอมระเหย (Essential Oil) ในปริมาณร้อยละ 2-4 องค์ประกอบหลักของน้ำมันพริกไทยจะเป็นสารประกอบจำพวกมอโนเทอร์ปีน (Monoterpenes) ร้อยละ 60-80 เซสควิเทอร์ปีน (Sesquiterpenes) ร้อยละ 20-40 โดยส่วนใหญ่จะนำพริกไทยมาสกัด (Extraction) ด้วยตัวทำละลายพบสารจำพวกแอลคาลอยด์ที่สำคัญคือ ไพเพอร์รีน (Piperine) ไพเพอร์ลิดีน (Piperidine) และไพเพอร์ราซีน (Piperanin) ซึ่งไพเพอร์รีน เป็นสารที่ทำให้มีกลิ่นฉุนและเผ็ดร้อน ช่วยลดไข้ อาการอักเสบ อาการเจ็บปวดและฆ่าแมลงได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับไพเพอร์รีนพบว่ามีคุณสมบัติในการลดความอ้วน ช่วยกำจัดไขมันส่วนเกิน และมีสารอาหารอื่น ๆ เช่น โปรตีน ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก ช่วยขับปัสสาวะ ล้างสารพิษในร่างกาย ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองอย่างเพียงพอ แก้อาการหลงลืมและโรคอัลไซเมอร์ได้ เป็นต้น ซึ่งนิยมใช้พริกไทยดำมากกว่าพริกไทยขาว โดยพริกไทยดำมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงกว่าและมีกลิ่นฉุนกว่าพริกไทยขาว (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2564)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำ ด้วยวิธีการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด และหาปริมาณสารไพเพอร์รีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาในกระบวนการสกัดพริกไทยดำเพื่อให้ได้สารไพเพอร์รีน

1.2 วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำ ด้วยวิธีการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

2.2 ศึกษาปริมาณไพเพอร์รีนในน้ำมันสกัดพริกไทยดำ ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

นำเมล็ดพริกไทยดำมาทำการบดหยาบ วัดความชื้น และนำเมล็ดพริกไทยที่บดหยาบแล้วมาสกัดโดยใช้เครื่องสกัดด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด จากนั้นนำมาทำการหาปริมาณสาระสำคัญโดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

1.4 สถานที่ทำการศึกษา

1.4.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท ปานะโอสธ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 168 หมู่ 1 ตำบลนาเร็ก อำเภอพนสนิมคม จังหวัดชลบุรี 20140

1.4.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ หรือการให้บริการหลักขององค์กร

1) เป็นผู้พัฒนาและผลิตยาสมุนไพร อาหารเสริม เครื่องดื่ม และสารสกัดด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยภายใต้แบรนด์ปานะโอสธและภายใต้แบรนด์อื่น ๆ ในรูปแบบผู้รับจ้างผลิตสินค้าให้กับบริษัทที่จะนำไปจำหน่ายในแบรนด์ของตัวเอง (Original Equipment Manufacturer, OEM)

2) มีการควบคุมคุณภาพการผลิตสินค้าและการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าและกระบวนการอย่างเข้มงวด ตั้งแต่วัตถุดิบจนถึงได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกสู่ตลาด ที่ได้รับรองมาตรฐานการผลิต ISO 9001:2015 มาตรฐานความสะอาดในการผลิตยาที่ดี (GMP Pic/s) มาตรฐานความปลอดภัยในการผลิตอาหาร (HACCP) และมาตรฐานตามหลักเกณฑ์ของบทบัญญัติของศาสนาอิสลามให้แก่ผู้บริโภคที่เป็นมุสลิม (HALAL) ภายใต้การรับรองของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) จากกระทรวงสาธารณสุข

3) มีห้องปฏิบัติการทดสอบวิเคราะห์ทางด้านเคมีและจุลชีววิทยา พร้อมด้วยจัดหาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง เทียบตรง เชื่อถือได้

4) มุ่งเน้นพัฒนาการค้นคว้า ทดสอบ วิจัย และพัฒนาโดยการร่วมมือกับนักวิจัยจากสถาบันอุดมศึกษาและองค์กรทางด้านวิจัย เพื่อให้ได้สารสกัดที่สารออกฤทธิ์ทางยาที่มีคุณภาพสูง

1.4.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารองค์กร

บริษัท ปานะโอสธ จำกัด มีการวางยุทธศาสตร์ขององค์กรให้ทันสมัยให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจและตลาดยุคใหม่ ด้วยมีการจัดระบบมาตรฐานการบริหารคุณภาพ ISO 9001:2015, GMP Pic/s, HALAL HACCP พร้อมกับการอบรมพัฒนาบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้า โดยมีนโยบายขององค์กรคือ สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ มั่นใจคุณภาพในการผลิต พัฒนาศักยภาพ ก้าวสู่องค์กรระดับสากล

1.4.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นางสาวนฤตา รักมิตร และนางสาวมุกดา อิงสันเทียะ นักศึกษาปฏิบัติสหกิจศึกษาฝ่ายวิจัยและพัฒนา

ลักษณะงาน : ช่วยงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- 1) เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของสมุนไพร
- 2) ทดสอบความชื้นของสมุนไพรและผลิตภัณฑ์
- 3) ใช้เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ต่าง ๆ
- 4) เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและทดสอบการแยกเชื้อตามคุณภาพของยาสมุนไพรและอาหารตามที่กฎหมายกำหนด
- 5) บันทึกผลการทดสอบ
- 6) จัดเก็บและเรียงเอกสารของฝ่ายวิจัยและพัฒนาและฝ่ายห้องปฏิบัติการ

1.4.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

- 1) คุณณัฐดา นันท์ทิยะกุล ตำแหน่ง ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วยงานวิจัยและพัฒนา

บริษัท ปานะโฮสธ จำกัด

2) คุณกุสุมา ปิ่นแก้ว ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

บริษัท ปานะโฮสธ จำกัด

3) คุณเพ็ญภา ผู้ทัด ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

บริษัท ปานะโฮสธ จำกัด

4) คุณชุติมา แซ่คู ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ธุรการฝ่ายวิจัยและพัฒนา

บริษัท ปานะโฮสธ จำกัด

5) คุณสุพัตรา วงศ์ตุ้ย ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล

บริษัท ปานะโฮสธ จำกัด

1.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

13 ธันวาคม 2564 ถึง 31 มีนาคม 2565

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 พริกไทยดำ

พริกไทยดำ (Black Piper) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Piper nigrum* L. เป็นพืชในวงศ์ Piperaceae พริกไทยดำมีแหล่งกำเนิดอยู่ในบริเวณเทือกเขาทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศอินเดีย ปัจจุบันเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศที่มีอากาศร้อน เช่น บราซิล อินเดีย มาเลเซีย ไทย และในประเทศไทยมีการปลูกเป็นจำนวนมากในจังหวัด จันทบุรี ระยองและตราดซึ่งมีการปลูกหลากหลายสายพันธุ์ องค์ประกอบทางเคมีของพริกไทยดำมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 2-4 และมีสารอัลคาลอยด์หลักคือ ไพเพอร์รีน



ภาพที่ 2.1 ลักษณะเมล็ดพริกไทยดำ

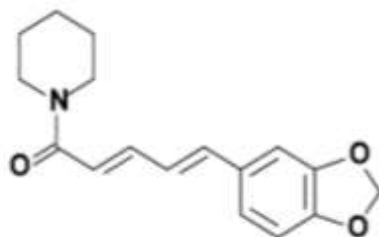
ที่มา : <https://www.cfspices.com/product/8854-7254>

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริกไทยดำ ลำต้นมีลักษณะเป็นไม้เถาเลื้อยยืนต้น มีรากเล็ก ๆ มีข้อๆแตกกิ่งก้าน ใบเรียวยาวทรงรี บริเวณโคนใบกว้างมน มีดอกย่อยเล็กๆ ผลเป็นช่อทรงกระบอก สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นเมล็ดมีลักษณะกลมและเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดขนาด 3-4 มิลลิเมตร ผลอ่อนจะมีสีเขียวเป็นพวง รูปร่างกลม ส่วนผลสุกแล้วจะมีเปลือกมีสีดำ ผิวมีรอยย่นขรุขระ (ภาพที่ 2.1) มีรสออกเผ็ดร้อน กลิ่นหอมฉุน และมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศอินเดีย

สรรพคุณของพริกไทยดำ นิยมนำผลหรือเมล็ดมาทำยา เนื่องจากมีรสเผ็ดร้อน นำมาขับลม แก้ท้องอืดเพื่อ บำรุงธาตุ ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ แก้เสมหะและกระตุ้นประสาท ชาวจีนใช้พริกไทยดำ ระวังอาการปวดท้อง แก้ไข้มาลาเลีย แก้ไอหิวตักโรค นอกจากการใช้ประโยชน์จากพริกไทยดำ หากใช้อย่างไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดโทษต่อร่างกายได้ เนื่องจากคุณสมบัติของพริกไทยดำ คือ มีฤทธิ์ร้อน รสเผ็ด การรับประทานพริกไทยดำมีข้อควรระวังสำหรับผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับระบบลำไส้ลดการระคายเคืองในระบบทางเดินอาหาร และไม่ควรรับประทานพริกไทยดำเกินวันละ 1.5 กรัม หรือรับประทานติดต่อกันนานเกิน 6 เดือน เพราะอาจเป็นพิษต่อร่างกายได้ทำให้เกิดอาการอักเสบได้ เช่น คออักเสบ เป็นแผลในปาก ผิวหนังเป็นฝีและอักเสบ คอบวมและถ้าหากร่างกายได้รับปริมาณมากเกินไปเป็นเวลานานอาจเสี่ยงเป็นมะเร็งได้ เป็นต้น

2.1.2 ไพเพอร์รีน

ไพเพอร์รีน (Piperine) เป็นสารสำคัญในพริกไทย จัดเป็นสารอัลคาลอยด์กลุ่มพิเพอริดีนที่มีกลิ่นฉุน มีมวลโมเลกุล 285.34 กรัมต่อโมล สูตรเคมี $C_{17}H_{19}NO_3$ จุดหลอมเหลว 130 องศาเซลเซียส สามารถพบได้ในพืชตระกูล Piperaceae เช่น พริกไทยดำ ชะพลูป่า สะค้าน เป็นต้น แต่จะพบได้มากในพริกไทยดำและพริกไทยขาวส่วนพืชชนิดอื่นในตระกูล Piperaceae พบได้เล็กน้อย ซึ่งปัจจุบันมีการสกัดไพเพอร์รีนในพริกไทยดำมากขึ้นและได้มีการศึกษาปริมาณการใช้สารสกัดไพเพอร์รีนในปริมาณ 300 มิลลิกรัมต่อวัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยเพื่อนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรค อาทิเช่น มีฤทธิ์ป้องกันการเกิดมะเร็งเนื่องจากสามารถลดโปรตีนที่จับกับคาร์โบไฮเดรตที่เหนียวทำให้เกิดมะเร็งได้ มีฤทธิ์ระงับอาการปวด และสารไพเพอร์รีนใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและผลิตภัณฑ์ลดความอ้วน ไพเพอร์รีนมีผลการศึกษาวิจัยหลายฉบับระบุถึงสรรพคุณต่าง ๆ ของไพเพอร์รีน ซึ่งสามารถช่วยกระตุ้นต่อมรับรสและทำให้กรดในกระเพาะถูกหลั่งช่วยขับปัสสาวะ ขับเหงื่อ ช่วยลดไขมันในเลือด ลดน้ำตาลในเลือด ช่วยเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

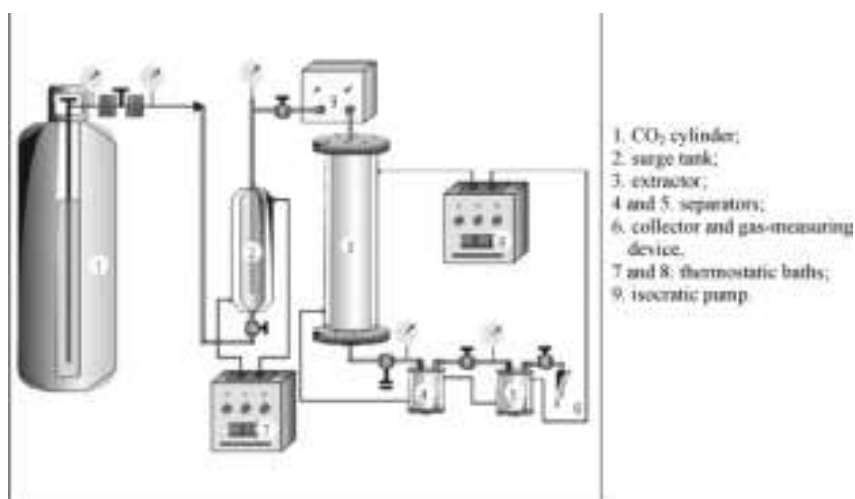


รูปที่ 2.2 โครงสร้างของไพเพอร์ริน

ที่มา : <https://www.disthai.com/17275746>

2.1.3 การสกัดด้วยเทคนิค Supercritical CO₂ Extraction

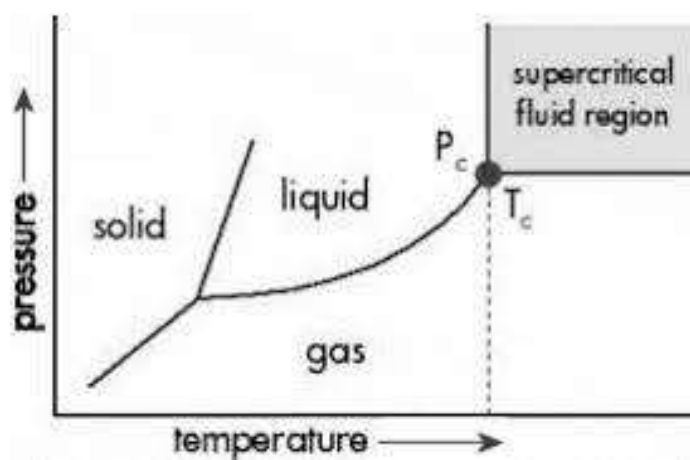
Supercritical Fluid Extraction (SFE) หรือ Supercritical CO₂ Extraction เครื่องสกัดแรงดันสูงเป็นการสกัดโดยอาศัยสภาวะที่อุณหภูมิและความดันสูงเหนือจุดวิกฤต ซึ่งจะมีคุณสมบัติสามารถซึมผ่านของแข็งได้เหมือนแก๊สแต่สามารถละลายได้เหมือนของเหลว เรียกว่าของไหลวิกฤตยิ่งยวด เป็นสภาวะที่ไม่สามารถแยกได้ว่าอยู่สถานะไหน เทคนิคการสกัดนี้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมมากมายอาทิเช่นอุตสาหกรรมอาหารและยา การผลิตสารสกัดจากสมุนไพรต่างๆ เป็นต้น



รูปที่ 2.3 เครื่องสกัดของไหลวิกฤตยิ่งยวด

ที่มา : <https://www.spscience.com/17196620/-supercritical-fluid-extraction-sfe>

หลักการทำงานของเครื่อง Supercritical Fluid Extraction (SFE) การปรับความดันและอุณหภูมิเหนือจุดวิกฤตมีผลต่อการสกัด โดยจะเริ่มจากการบรรจุวัตถุดิบลงถัง และปรับความดันและอุณหภูมิตามสภาวะที่กำหนดไว้และจะต้องปรับให้สูงกว่าจุดวิกฤตของตัวทำละลายหรือคาร์บอนไดออกไซด์ (เมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลายอย่างเดียว) เมื่อเริ่มทำการสกัดตัวทำละลายที่ใช้จะกลายเป็นของไหลยิ่งยวด จากนั้นจึงจะปล่อยสารสกัดออกมาตามเวลาที่กำหนด



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนสถานะของสาร

ที่มา : http://tesi.cab.unipd.it/45737/1/TESI_MIROFCI_SHEFQET.pdf

จากรูปที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดด้วยเทคนิค Supercritical CO₂ Extraction คือ ความดันและอุณหภูมิ ซึ่งทั้งสองปัจจัยนี้มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อความดันและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้สถานะของสารเปลี่ยนตามไปด้วย

2.1.4 โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

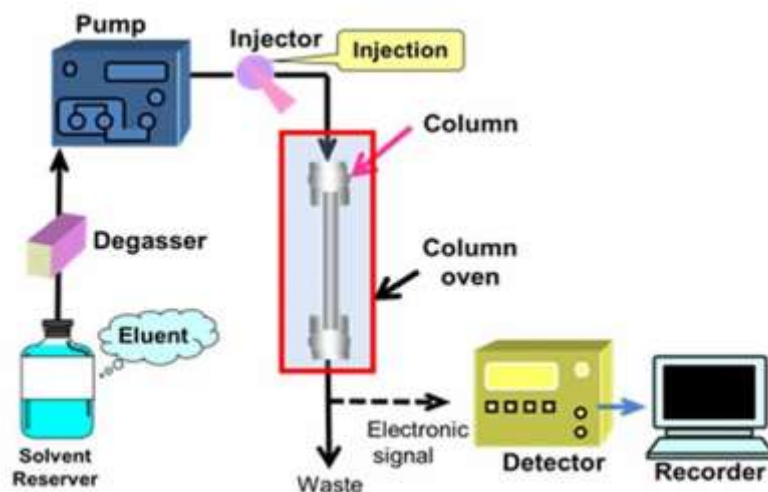
เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารออกจากกัน โดยอาศัยหลักการทางโครมาโทกราฟี (chromatography) ของสารที่ต้องการแยกและอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ (Stationary phase) กับเฟสคงที่ (Mobile phase) หรือคอลัมน์ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative) และปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative) ที่นิยมใช้มากวิธีหนึ่ง โดยสามารถใช้กับงานด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ในการวิเคราะห์ทางอาหาร ยา สมุนไพร เป็นต้น



รูปที่ : เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

ที่มา : <https://dt.mahidol.ac.th/th/high-performance-liquid-chromatograph-hplc/>

หลักการการทำงานของเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) เป็นเครื่องที่ใช้หลักการแยกสารผสมให้ได้สารที่ต้องการ โดยใช้เครื่องสูบล้างแรงดันสูง สูบของเหลวหรือตัวทำละลายซึ่งทำหน้าที่ mobile phase พาสารตัวอย่างที่ถูกฉีดเข้าทางช่องฉีดสาร (injector) เคลื่อนที่ผ่าน stationary phase ซึ่งบรรจุอยู่ในคอลัมน์ (column) สารผสมเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์แล้วจะถูกแยกออกมาในเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งสารผสมที่อยู่ในตัวอย่างสามารถถูกแยกออกจากกันได้นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้ากันได้ดีของสารนั้นกับ mobile phase หรือ stationary phase สารประกอบตัวไหนที่สามารถเข้ากันหรือละลายได้ดีกับ mobile phase สารนั้นก็就会被แยกออกมาก่อน ส่วนสารที่เข้ากันได้ไม่ดีกับ mobile phase จะถูกแยกออกมาทีหลัง และเข้าสู่เครื่องตรวจวัดสัญญาณ (detector) อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้าตามเวลาและปริมาณของสารแต่ละตัวที่ตรวจวัดได้ โดยสัญญาณจะถูกส่งไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณแสดงผลออก เป็น chromatogram ประกอบด้วย peaks ของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารผสม



รูปที่ : หลักการเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/Instrumentation-of-HPLC_fig2_351867679

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

C. Perakis et al. (2004) ศึกษาการสกัดน้ำมันพริกไทยดำด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดเป็นตัวทำละลาย และผลกระทบต่อกระบวนการสกัดได้แก่ ความดันที่ 90 100 และ 150 บาร์ ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของตัวทำละลาย 1.1 2 และ 3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า มีปริมาณไพเพอร์รีนร้อยละโดยน้ำหนักเท่ากับ 5.7 และมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยร้อยละน้ำหนักต่อปริมาณเท่ากับ 1.5 ซึ่งการสกัดทั้งสามผลกระทบดีแก่ ความดัน อุณหภูมิ และอัตราการไหลของตัวทำละลาย จะเห็นได้ว่าเมื่อความดันเพิ่มขึ้นหรืออุณหภูมิลดลงอัตราการสกัดจะเพิ่มขึ้น

Rajani et al. (2008) ศึกษาวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ได้มีการพัฒนาสำหรับการหาปริมาณไพเพอร์รีนในเมล็ดพริกไทยดำ โดยใช้วิธีการสกัดแบบ Soxhlet ซึ่งใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ในการสกัดผงพริกไทยดำ 500 กรัม และใช้เมทานอลในการสกัดผงพริกไทยดำ 100 กรัม เมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไพเพอร์รีนด้วยโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงโดยใช้เฟสเคลื่อนคือ อะซิโตนไตรล (0.5%) กรดอะซิติก และน้ำ ใช้คอลัมน์ Merk RP-18 Column (5 ไมครอน, 250×4.00 มิลลิเมตร) ตรวจวัดที่ค่าการดูดกลืนแสง 254 นาโนเมตร พบว่าจากการวิเคราะห์ปริมาณไพเพ

อร์รินการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์สามารถสกัดสารได้มากกว่าการสกัดด้วยเมทานอลได้เท่ากับ 34 และ 13.1 กรัม ตามลำดับ

Sandra et al. (1999) ศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดเป็นตัวทำละลาย สารสกัดที่ได้เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและความสามารถในการละลายโดยใช้วิธีไดนามิก ซึ่งกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส และความดันที่ใช้คือ 150 200 และ 300 บาร์ มีความสามารถในการละลายได้ตั้งแต่ 0.09 ถึง 0.15 พบว่าสารชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และความดันที่ 300 บาร์ มีค่าการไหลเท่ากับ 0.1401 g CO₂/min ใกล้เคียงกับอัตราการไหลที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการละลาย จากการศึกษาการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ

Vipul et al. (2013) ศึกษาการพัฒนาวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงแบบย้อนกลับที่ประหยัดเวลา แม่นยำ และได้ตรวจสอบความถูกต้องในการหาปริมาณไพเพอร์รินจากสารสกัดเมล็ดพริกไทยดำ เนื่องจากไพเพอร์รินเป็นสารอัลคาลอยด์ที่ช่วยลดการอักเสบ ขับลม และการไหลเวียนโลหิต โดยใช้คอลัมน์ C18 ที่มีเฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วยอะซิโตนไนโตรล์ น้ำ กรดอะซิติก (60:39.5:0.5) ด้วยตัวตรวจวัดรังสียูวีที่ 340 นาโนเมตร มี % RSD สำหรับความแม่นยำน้อยกว่า 2 % และมีร้อยละการกลับคืนของไพเพอร์รินเท่ากับ 95.61 ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่มีความแม่นยำ ทำซ้ำได้ มีเสถียรภาพ และสามารถนำไปใช้เพื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ของไพเพอร์รินได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องสกัดของไหลวิกฤตยิ่งยวด (Supercritical Fluid Extraction ; SFE) Conversant, China

3.1.2 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography) Shimadzu Corporation, Japan

3.1.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) Thermo Fisher, Megafuge 8R, Germany

3.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Analytical balance) ACZET INC, CY 224C, USA

3.1.5 เครื่องบดต่อเนื่อง AK-35

3.1.6 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer) ACZET INC, MB 54.USA

3.1.7 เครื่องให้ความร้อน (Hot plate) Thermo Scientific

3.1.8 เครื่องผสมสารละลาย (Vortex Mixer) Thermo Scientific, LP Vortex Mixer, Korea

3.1.9 เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์ (Luca Water Incorporated) LC-30L

3.1.10 คอมลัมน์ Shim-pack GIST 5 Micron (4.6 x 250mm), Japan

3.2 สารเคมี

- 3.2.1 เมทานอล (Methanol ; CH₃OH) HPLC Grade
- 3.2.2 ไอโซโพรพานอล (Isopropanol ; CH₃CH₂CH₂OH) HPLC Grade
- 3.2.3 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide ; CO₂)
- 3.2.4 สารมาตรฐานไพเพอรีน (Standard piperine) AR Grade, Sigma-Aldrich
- 3.2.5 น้ำบริสุทธิ์สูง (Ultrapure water)

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 เตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างพริกไทยดำ 10 กิโลกรัม เข้าเครื่องบดสมุนไพรให้ได้ขนาด 8 mesh จากนั้นแบ่งตัวอย่างวัดความชื้นประมาณ 20 กรัม และส่วนที่เหลือนำมาสกัดต่อไป

3.3.2 การวัดความชื้น

นำพริกไทยดำบดประมาณ 2 กรัม ใส่ถาดวัดความชื้นโดยกระจายให้ทั่วถาด จากนั้นปิดฝาพร้อมกดเริ่มทำงานเครื่อง ทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ และบันทึกผล

3.3.3 การสกัดด้วยเครื่องสกัดแรงดันสูง (Supercritical Fluid Extraction : SFE)

ชั่งตัวอย่างพริกไทยดำบดมา 4.85 กิโลกรัม ใส่ลงในถังจากนั้นนำเข้าเครื่องสกัด โดยจะตั้งอุณหภูมิและความดันที่ใช้ดังตารางที่ 1 เมื่อปรับระบบเรียบร้อยแล้วสามารถเริ่มการสกัดได้

ตารางที่ 3.1 สภาวะระบบที่ใช้ในการสกัดเมล็ดพริกไทยดำ

สภาวะระบบ	อุณหภูมิ (C)	ความดัน (MPa)	เวลา
1	40	20	90
2	40	25	90

3.3.4 การสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยการแช่ตัวทำละลาย

การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย ซึ่งผงพริกไทยดำ 5 กรัม เติมน้ำมันอลปริมาตร 20 มิลลิลิตรปิดด้วยฟอยล์ และพาราฟิน เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และชะด้วยเมทานอลอีกปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำมาระเหยตัวทำละลาย ด้วยวิธี boil double boil ซึ่งปริมาณสารที่ได้ เท่ากับ 0.411 กรัม จากนั้นเตรียมสารสกัดฉีดเข้าเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

3.3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณไพเพอร์รีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

3.3.5.1 เตรียมสารมาตรฐานไพเพอร์รีน

เตรียมสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีนความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร โดยปิเปตสารมาตรฐานไพเพอร์รีนที่ความเข้มข้น 412 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร ปริมาตร 2.43 ไมโครลิตร จากนั้นปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตรด้วยเมทานอล

เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 60 70 80 และ 90 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน

ไพเพอร์รีนความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร ปริมาตร 1.2 1.4 1.6 และ 1.8 ไมโครลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

1) สารมาตรฐานไพเพอร์รีน

ดูดสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 60, 70, 80, 90 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร มา 1 มิลลิลิตร กรองด้วย membrane filter ขนาด 0.45 ไมครอน ใส่ขวด vial เพื่อทำการสร้างกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณหาสมการเส้นตรง

2) สารสกัดน้ำมันพริกไทยดำ

ปิเปตน้ำมันพริกไทยดำปริมาตร 7.248 มิลลิกรัม ละลายด้วยไอโซโพรพานอลและเมทานอล อย่างละ 5 มิลลิลิตรในอัตราส่วน 1:1 โดยจะละลายน้ำมันด้วยไอโซโพรพานอลก่อนเติมเมทานอลและเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นดูดมา 1 มิลลิลิตรกรองด้วยเมมเบรนฟิลเตอร์ขนาด 0.45 ไมครอน ใส่ขวด vial เตรียมฉีดเข้าเครื่อง โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

3) ผงพริกไทยดำบดหยาบ

ซึ่งผงพริกไทยดำบดหยาบขนาด 8 mesh ประมาณ 20 มิลลิกรัม ละลายด้วยเมทานอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นกรองด้วยmembrane filterขนาด 0.45 ไมครอนใส่ขวด vial เตรียมฉีดเข้าเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

4) กากของสภาวะระบบที่สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

ซึ่งกากพริกไทยดำประมาณ 20 มิลลิกรัม ละลายด้วยเมทานอลปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นกรองด้วยmembrane filter ขนาด 0.45 ไมครอนใส่ขวด vial เตรียมฉีดเข้าเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

5) สารสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ซึ่งสารสกัดที่ได้จากการแช่ตัวทำละลายมา 20 มิลลิกรัม ละลายด้วยเมทานอลปริมาตร 10 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน ดูดสารละลายมา 1 มิลลิลิตรกรองด้วย membrane filter ขนาด 0.45 ไมครอนใส่ขวด vial เพื่อการฉีดเข้าเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ตารางที่ 3.2 สภาวะระบบที่ใช้กับเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง

สภาวะระบบ	
Column	RP-18 Column (250 × 4.6 มิลลิลิตร , 5 ไมครอน)
Mobile phase	Methanol : water (70:30)
Injection volume	20 ไมโครลิตร
Flow rate	1 มิลลิลิตรต่อนาที
Oven	40 องศาเซลเซียส
Stop time	25 นาที
Detector	346 นาโนเมตร

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด โดยการตรวจวัดหาปริมาณไพเพอร์รีนที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง และการตรวจวัดหาปริมาณความชื้นของเมล็ดพริกไทยดำ ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 การตรวจวัดหาปริมาณความชื้นของเมล็ดพริกไทยดำ

เมื่อนำผงเมล็ดพริกไทยดำบดหยาบตรวจวัดปริมาณความชื้นด้วยเครื่องตรวจวัดความชื้น ซึ่งใช้อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสในการวัด ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นของเมล็ดพริกไทยดำ

ครั้งที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%M)
1	2.0297	11.4253
2	2.0870	11.6832
3	2.1392	11.3729
เฉลี่ย		11.49

จากตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณความชื้นของเมล็ดพริกไทยดำที่ทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ พบว่ามีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 11.49 % M ซึ่งอยู่ในช่วงปริมาณความชื้นที่กำหนด 11-15 % M

4.2 การสกัดด้วยวิธี Supercritical CO₂ Extraction

การสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วย Supercritical CO₂ Extraction ได้ศึกษาทั้งหมด 2 สภาวะระบบ คือที่ความดัน 20 MPa ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และ 25 MPa ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลาทั้งหมด 90 นาที ได้ผลการสกัดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การสกัดด้วย Supercritical CO₂ Extraction

สภาวะระบบ	ปริมาณสารสกัดทั้งหมด(กรัม)	ปริมาณน้ำมัน (กรัม)	ร้อยละการได้กลับคืน (% yield)
1	115.09	27.73	0.57
2	278.43	33.41	0.69

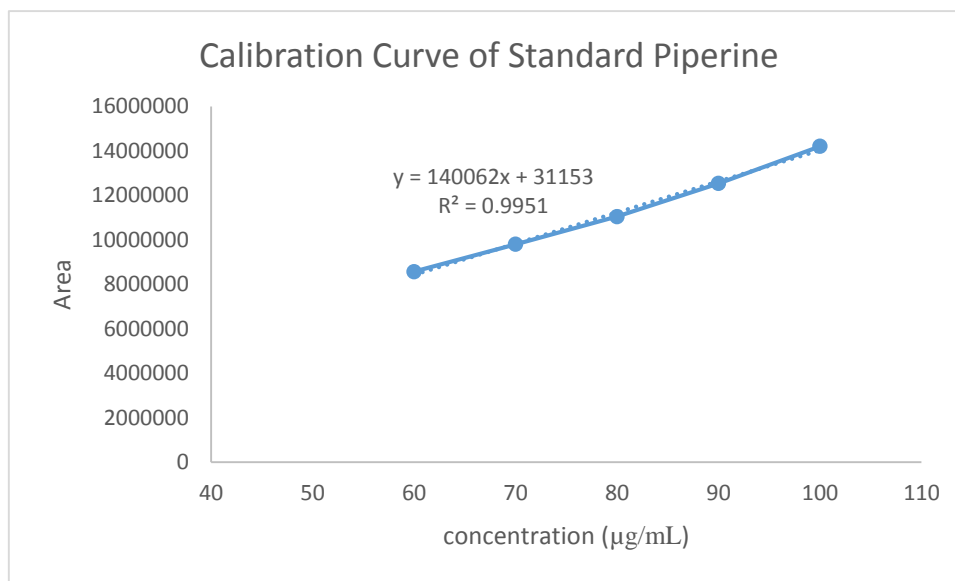
จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วย Supercritical CO₂ Extraction พบว่าสภาวะระบบที่ 20 และ 25 MPa มีปริมาณสารสกัดน้ำมันทั้งหมดเท่ากับ 27.73 และ 33.41 กรัม ตามลำดับ สามารถคิดเป็นร้อยละการได้กลับคืนเท่ากับ 0.57 และ 0.69 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสภาวะระบบที่ 25 MPaสามารถสกัดให้ปริมาณสารสกัดและปริมาณน้ำมันมากกว่าสภาวะระบบที่ 20 MPa

4.3 การตรวจวัดปริมาณไพเพอร์รีนด้วยโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

4.3.1 การสร้างกราฟมาตรฐานไพเพอร์รีน

ตารางที่ 4.3 พื้นที่ใต้กราฟของสารมาตรฐานไพเพอร์รีนที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิตร)	พื้นที่ใต้กราฟ (Area)	Retention time
60	8,577,209	12.000
70	9,802,397	11.984
80	11,050,052	11.990
90	12,538,568	11.998
100	14,212,207	12.002



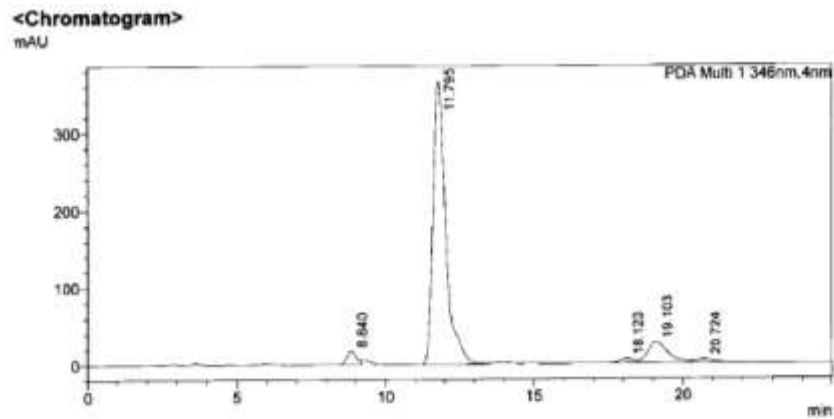
รูปที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานไพเพอร์รีน

4.3.2 ปริมาณไพเพอร์รีนจากผงพริกไทยดำบดหยาบ

ตารางที่ 4.4 ปริมาณไพเพอร์รีนจากผงพริกไทยดำ

ตัวอย่าง	Retention time	พื้นที่ใต้กราฟ (Area)	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิตร)	ร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w)
ผงพริกไทยดำ	11.795	10,927,616	77.797	3.89

จากตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณไพเพอร์รีนจากผงพริกไทยดำบดหยาบที่ Retention time เท่ากับ 11.795 มีความเข้มข้นเท่ากับ 77.797 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร และสามารถคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้เท่ากับ 3.89



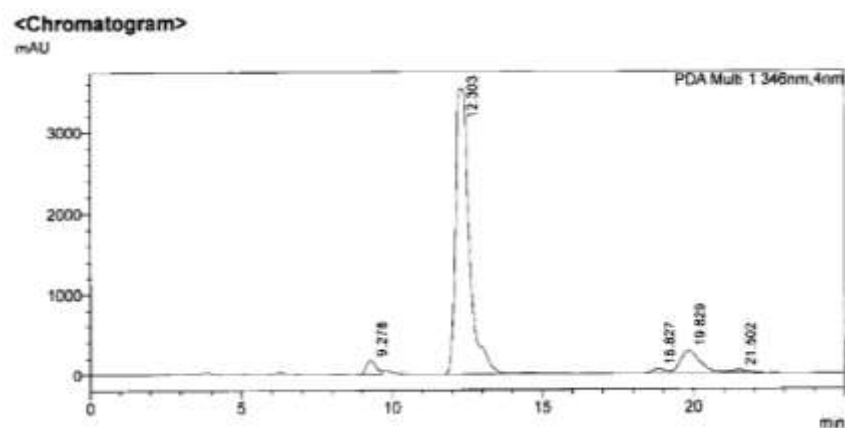
รูปที่ 4.2 โครมาโทแกรมจากผงพริกไทยดำบดหยาบ

4.3.3 ปริมาณไพเพอร์รีนจากการสกัดพริกไทยดำด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ตารางที่ 4.5 ปริมาณไพเพอร์รีนจากการสกัดพริกไทยดำด้วยการแช่ตัวทำละลาย

ตัวอย่าง	Retention time	พื้นที่ใต้กราฟ (Area)	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิตร)	ร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w)
ด้วยการแช่ตัวทำละลาย	12.303	113,889,493	812.91	40.65

จากตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณไพเพอร์รีนจากการสกัดพริกไทยดำด้วยการแช่ตัวทำละลาย ที่ Retention time เท่ากับ 12.303 มีความเข้มข้นเท่ากับ 812.91 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร และสามารถคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้เท่ากับ 40.65



รูปที่ 4.3 โครมาโทแกรมจากการสกัดพริกไทยดำด้วยการแช่ตัวทำละลาย

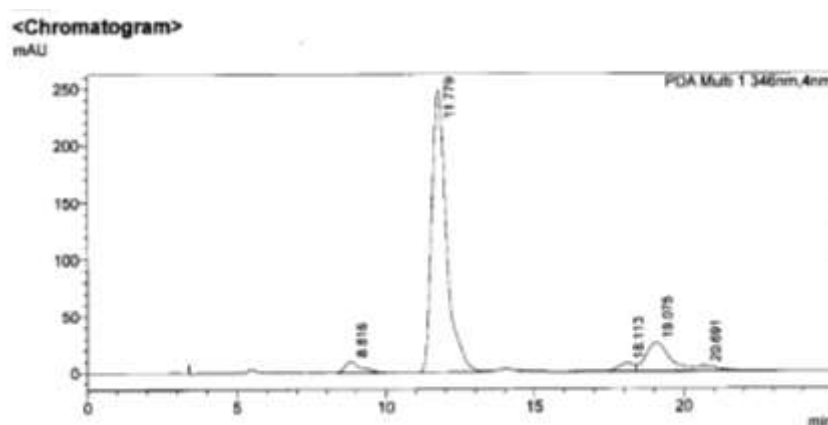
4.3.4 ปริมาณไฟเบอร์ลินจากการสกัดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

ปริมาณไฟเบอร์ลินจากการสกัดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดที่สภาวะระบบ 20 และ 25 MPa ได้ผลดังตารางที่ 4.6

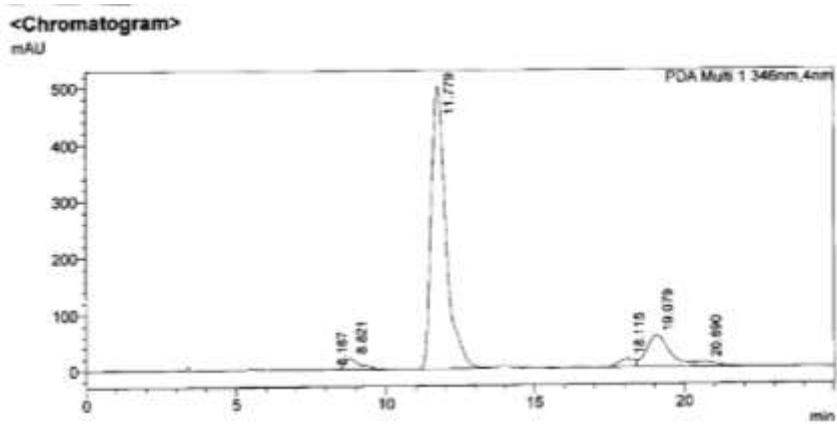
ตารางที่ 4.6 ปริมาณไฟเบอร์ลินจากการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

ตัวอย่าง	Retention time	พื้นที่ใต้กราฟ (Area)	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w)
ผงพริกไทยดำบดหยาบ	11.795	10,927,616	77.797	3.89
สภาวะระบบที่ 1	11.779	8,579,919	61.04	8.42
สภาวะระบบที่ 2	11.779	17,257,117	122.99	16.97
กากสภาวะระบบที่ 1	11.798	14,578,565	103.86	5.19
กากสภาวะระบบที่ 2	11.810	6,289,983	44.69	2.23

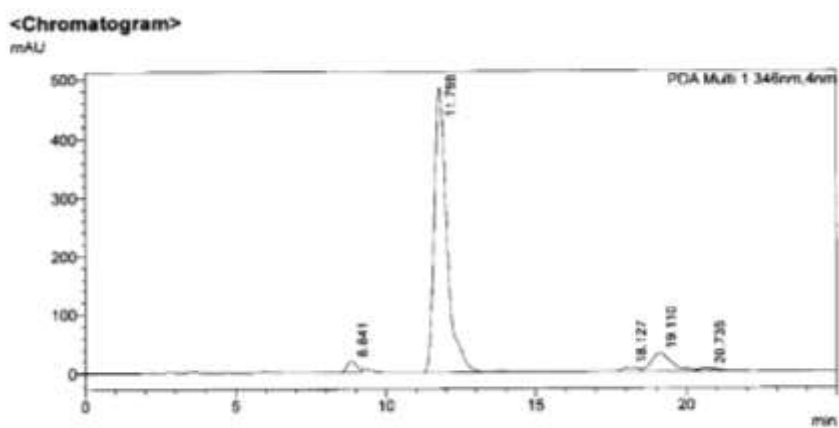
จากตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณไฟเบอร์ลินที่สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด พบว่า สภาวะระบบที่ 1 และ 2 มีปริมาณไฟเบอร์ลินคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้เท่ากับ 8.42 และ 16.97 ตามลำดับ ส่วนกากของสภาวะระบบที่ 1 และ 2 มีปริมาณไฟเบอร์ลินคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้เท่ากับ 5.19 และ 2.23 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสภาวะระบบที่ 2 สามารถสกัดสารที่มีปริมาณไฟเบอร์ลินได้มากกว่าสภาวะระบบที่ 1



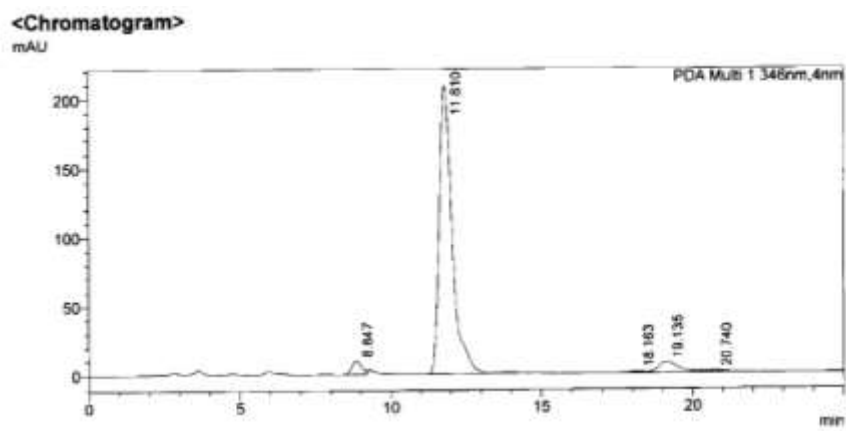
รูปที่ 4.4 โครมาโทแกรมจากการสกัดด้วยสภาวะระบบที่ 1



รูปที่ 4.5 โครมาโทแกรมจากการสกัดด้วยสภาวะระบบที่ 2



รูปที่ 4.6 โครมาโทแกรมจากกากของสภาวะระบบที่ 1



รูปที่ 4.7 โครมาโทแกรมจากกากของสภาวะระบบที่ 2

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด จากผลการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดที่สภาวะระบบ 20 และ 25 MPa อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาทีพบว่า ให้ปริมาณสารสกัดจากทั้งหมดเท่ากับ 115.09 และ 278.43 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไฟเบอร์รินด้วยวิธีโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูงสามารถคิดปริมาณไฟเบอร์รินร้อยละโดยน้ำหนักได้เท่ากับ 8.42 และ 16.97 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลายพบว่า ให้ปริมาณไฟเบอร์รินคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้เท่ากับ 40.65 ซึ่งการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวดสามารถให้สารสกัดที่มีความบริสุทธิ์สูง การสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลายแม้จะมีปริมาณไฟเบอร์รินแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบในปริมาณวัตถุดิบที่เท่ากัน

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.2.1 ได้ศึกษากระบวนการสกัดเมล็ดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

5.2.2 ได้ทราบปริมาณไฟเบอร์รินจากการสกัดเมล็ดพริกไทยดำทั้งสองวิธี ได้แก่ การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด และการสกัดด้วยการแช่ตัวทำละลาย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาสภาวะระบบอื่นๆ เช่น การปรับอุณหภูมิและความดันที่หลากหลายขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบการสกัดเมล็ดพริกไทยดำให้ได้สารสำคัญมากขึ้น

บรรณานุกรม

- เครื่องโครมาโทกราฟีชนิดของเหลวประสิทธิภาพสูง. วิทยาลัยเทคโนโลยีและนวัตกรรมวัสดุ.
<http://www.cmit.kmitl.ac.th/high-performance-liquid-chromatography>
- พริกไทยดำ. ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
<http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=90>
- ไพเพอร์รีน. Disthai แหล่งรวบรวมข้อมูลสมุนไพร. <https://www.disthai.com/17275746>
- โทษของพริกไทย. แหล่งความรู้สมุนไพร โรค แม่และเด็ก ความสวยความงาม อาหาร
สุขภาพ และ โหงวเฮ้ง. <https://fongza.com/tag>
- อรพิน เกิดชูชื่น ณิชฎฐา เลหากุลจิตต์ และ มณฑกาญจน์ ชนะภักย์. คุณลักษณะสารสกัดจาก
 พืชวงศ์ Apiaceae และ Piperaceae จำนวน 4 ชนิด. คณะทรัพยากรชีวภาพและ
 เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- C. Perakis., V. Louil. & K. Magoulas. (2005). Supercritical fluid extraction of black
 pepper oil. Journal of Food Engineering 71 (2005) 386–393
- Rajani C., Jaya D. & A.A. Siddiqui. (2008). Chemical Standardization and
 Quantification of Piperin from Methanolic extract of *Piper nigrum* by
 HPLC method on the Basis of Isolated Markers
 Supercritical CO₂ extraction. ศูนย์รวมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ SP.
<https://www.spscience.com/supercritical-fluid-extraction-sfe>
- Sandra R.S. F., Zivko N., L.K. Doraiswamy., M. Angela A. Meireles. & Ademir J.P.
 (1999). Supercritical fluid extraction of black pepper (*Piper nigrum* L.)
 essential oil. Journal of Supercritical Fluids 14 , 235–245.
- Vipul U., Neeru S., Himanshu M.J., Amreesh M., Manoj M., B.P Singh. & Sanjeev
 T. (2013). Development and Validation of Rapid RP-HPLC Method for
 Estimation of Piperine in *Piper nigrum* L. International Journal of Herbal
 Medicine. 1 (4):6-9.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลาย

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีนความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

1.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีนความเข้มข้น 412 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2,430 ไมโครลิตร

1.2 ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ได้ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 60, 70, 80 และ 90

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีนความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1.2 1.4 1.6 และ 1.8 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 2 มิลลิลิตร ด้วยสูตรการเจือจาง

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

โดย C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายไพเพอร์รีน ที่เตรียมไว้

V_1 = ปริมาตรสารละลายไพเพอร์รีน ที่ต้องปิเปต

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไพเพอร์รีน สุดท้ายที่ต้องการเจือจาง

V_2 = ปริมาตรของสารละลายไพเพอร์รีน ที่ต้องการเตรียม

ภาคผนวก ข

วิธีการคำนวณ

1. คำนวณร้อยละการคืนกลับ

$$\text{ร้อยละการคืนกลับ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณสารหลังการสกัด (กรัม)}}{\text{ปริมาณสารก่อนการสกัด (กรัม)}} \times 100$$

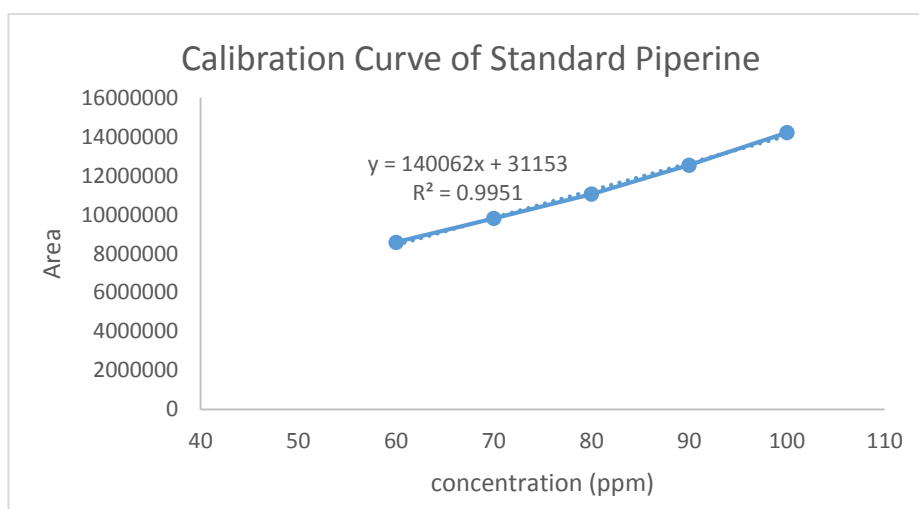
จากตารางที่ 4.2 ได้ปริมาณสารสกัดน้ำมันจากพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 33.41 กรัม

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละการคืนกลับ} &= \frac{33.41 \text{ กรัม}}{4,850 \text{ กรัม}} \times 100 \\ &= 0.69 \% \end{aligned}$$

ดังนั้น ร้อยละการคืนกลับของน้ำมันพริกไทยดำได้ร้อยละ 0.69

2. ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณไพเพอร์รีน

2.1 คำนวณความเข้มข้นของไพเพอร์รีนจากผงพริกไทยดำ ซึ่งมีค่าพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ 10,927,616



รูปภาคผนวก ข ที่ 1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีน

จากรูปภาคผนวก ข ที่ 1 ได้สมการเส้นตรง $y = 140062x + 31153$

ซึ่ง

$y =$ ค่าพื้นที่ใต้กราฟ

$x =$ ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

แทนค่า y ด้วยค่าพื้นที่ใต้กราฟของผงพริกไทยดำ คือ 10,927,616

$$10,927,616 = 140062x + 31153$$

$$x = \frac{10,927,616 - 31153}{140062}$$

$$x = 77.79 \text{ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร}$$

ดังนั้น ผงพริกไทยดำมีความเข้มข้นเท่ากับ 77.79 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เปลี่ยนหน่วย ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น มิลลิกรัมต่อกรัม

จะได้ $77.79 \div 1,000 = 0.0779$ มิลลิกรัมต่อกรัม

จากนั้น คำนวณปริมาณไพเพอร์รีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w) ดังนี้

จากสูตร

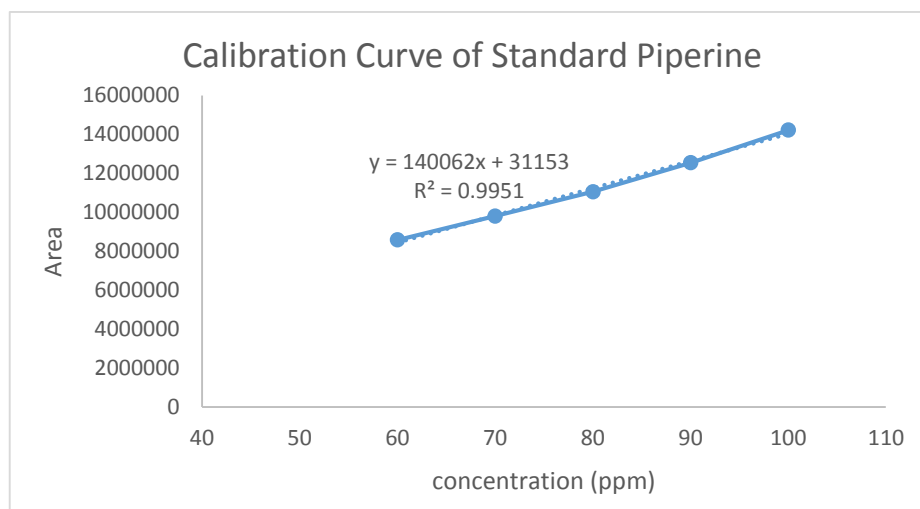
$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวละลาย}}{\text{น้ำหนักของสารละลาย}} \times 100$$

จะได้

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{0.0779 \text{ มิลลิกรัมต่อกรัม}}{2 \text{ มิลลิกรัมต่อกรัม}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = 3.89$$

2.2 คำนวณความเข้มข้นของไพเพอร์รีนจากสารสกัดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์
วิกฤตยิ่งยวด ซึ่งมีค่าพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ 8,579,919



รูปภาคผนวก ข ที่ 1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานไพเพอร์รีน

จากรูปภาคผนวก ข ที่ 1 ได้สมการเส้นตรง $y = 140062x + 31153$

ซึ่ง

$y =$ ค่าพื้นที่ใต้กราฟ

$x =$ ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

แทนค่า y ด้วยค่าพื้นที่ใต้กราฟของสารสกัดพริกไทยดำด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด
คือ 8,579,919

$$8,579,919 = 140062x + 31153$$

$$x = \frac{8,579,919 - 31153}{140062}$$

$$x = 61.04 \text{ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร}$$

ดังนั้น ผงพริกไทยดำมีปริมาณไพเพอร์รีน 61.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เปลี่ยนหน่วย ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น มิลลิกรัมต่อกรัม

จะได้ $61.04 \div 1,000 = 0.0610$ มิลลิกรัมต่อกรัม

จากนั้น คำนวณปริมาณไฟเพอร์รินคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w) ดังนี้

เมื่อน้ำมัน 1 มิลลิลิตร เท่ากับ 0.9060 กรัม

$$\text{จากสูตร} \quad \text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวละลาย}}{\text{น้ำหนักของสารละลาย}} \times 100$$

$$\text{จะได้} \quad \text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{0.0610 \text{ มิลลิกรัมต่อกรัม}}{0.7248 \text{ มิลลิกรัมต่อกรัม}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนัก} = 8.42$$

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาวนฤดา รักมิตร
วัน เดือน ปี	20 เมษายน 2543
ที่อยู่ปัจจุบัน	268 หมู่ 17 บ้านทุ่งเลนทอง ต.ในเมือง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา 30110
E – mail address	Naruedarak1234@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2554 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนอนุบาลสุริยาอุทัยพิมาย ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30110 ปี พ.ศ. 2557 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนพิมายวิทยา ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30110 ปี พ.ศ. 2560 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนพิมายวิทยา ตำบล ในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30110

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาวมุกดา อิงสันเทียะ
วัน เดือน ปี	13 มิถุนายน 2542
ที่อยู่ปัจจุบัน	56/2 หมู่ 7 บ้านหนองไช่น้ำ ต.ท่าโรง อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์
E – mail address	Mukda1306a@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2554 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนสัมพันธ์วิทยา ตำบลท่าโรง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ รหัสไปรษณีย์ 67130 ปี พ.ศ. 2557 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนนิคมศิลป์อนุสรณ์ ตำบลท่าโรง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ รหัสไปรษณีย์ 67130 ปี พ.ศ. 2560 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนิคมศิลป์อนุสรณ์ ตำบลท่าโรง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ รหัสไปรษณีย์ 67130