

การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ A study of effect factors to distillation of lemongrass essential oils

อภิรักษ์ ขัดวิลาส¹ เจษฎา วิเศษมณี¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก

41 ถนนพหลโยธิน ตำบล ไม้งาม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดตาก 63000 โทรศัพท์: 0869269589

E-mail: k_apirak@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้ในการกลั่น ส่วนต่างๆของตะไคร้ (ใบ และ ต้น) และขนาดการสับของตะไคร้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำมันตะไคร้ที่ได้ โดยการทดลองได้แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาตัวแปรโดยกำหนดตัวแปรควบคุม 3 ตัว คือ 1) ใช้อุณหภูมิที่ 105 °C และ 110 °C 2) ส่วนต่างๆของตะไคร้ ใบ และ ต้น 3) ขนาดของตะไคร้ใช้วิธีการสับ โดยสับละเอียด 1-2 cm และ สับหยาบ 15-20 cm การออกแบบการทดลองใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k Factorial designs) การทดลองที่ 2 เป็นการนำตัวแปรควบคุมที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดลองที่ 1 มาทดสอบซ้ำอีก 3 ครั้ง เพื่อหาปริมาณของน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดลองที่ 1 พบว่าตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ซึ่งทำให้ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด คือ กำหนดอุณหภูมิที่ 110 °C โดยการใช้ส่วนของใบ และ ทำการสับแบบละเอียด ในส่วนการทดลองที่ 2 พบว่าเมื่อนำตัวแปรที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดลองที่ 1 มาทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่มีปริมาณใกล้เคียงกันมาก และเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 30.6 ml (CC)

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้ การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k การกลั่น

Abstract

The objective of this research was to investigate the factors consisted of a temperature, different parts of the lemongrass and a size of chopped lemongrass that affected to distillation of lemongrass essential oils. There are two experiments in this work. The first experiment investigated the factors by defining 1) temperature at 105 °C and 110 °C 2) different parts of the lemongrass (Leaves and trunk) and 3) sizes of chopped lemongrass at 1-2 cm and 15-20 cm, respectively. 2^k Factorial designs method was used for this experiment. In the second experiment, the appropriate parameters from experiment 1 were used for 3 replicates to find an average of lemongrass essential oils. The results of first experimental analysis showed that the appropriate parameters were temperature, parts of the lemongrass and sizes of chopped lemongrass at 110 °C, leaves and 1-2 cm, respectively. For the result of experiment 2, it was found that the average of lemongrass essential oils was 30.6 ml (CC).

Keywords: essential oils, lemongrass, 2^k Factorial designs, Distillation

1. บทนำ

ในปัจจุบันน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง โดยได้มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง [1] ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงหรือทางอ้อม อาทิเช่น ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดกลิ่นหอมช่วยให้รู้สึกสดชื่น รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ไล่แมลงรบกวน เป็นต้น จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ที่ผ่านมาพบว่า ส่วนประกอบต่างๆของตะไคร้ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของ ใบ ลำต้น รวมถึงรากของตะไคร้นั้นจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและหาตัวแปรต่างๆไม่ว่าจะเป็นในส่วนของอุณหภูมิ ขนาดในการสับเพื่อเตรียมตะไคร้ รวมทั้งส่วนประกอบต่างๆของตะไคร้ที่ส่งผลกระทบต่อ คุณภาพและปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ผลิตได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักอยู่สามข้อด้วยกันคือ

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้
- 2) เพื่อศึกษาตัวแปรควบคุมที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย
- 3) เพื่อหาปริมาณการกลั่นของน้ำมันหอมระเหย

3. ทฤษฎี

3.1 เสรียนไขการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

- 1) ออกแบบหม้อต้มบรรจุตะไคร้ได้ไม่เกิน 20 kg มีขนาดความสูง 0.9 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 m
- 2) ออกแบบถังคอนเดนเซอร์ ที่มีขนาดความสูง 0.9 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 m
- 3) ใช้ตะไคร้พันธุ์พื้นเมือง ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Cymbopogon citratus* เป็นวัตถุดิบในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย
- 4) อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำในหม้อต้มเท่ากับ 30 °C และอุณหภูมิสูงสุดในการกลั่นเท่ากับ 110 °C
- 5) อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเข้าถังคอนเดนเซอร์เท่ากับ 40 °C และออกจากถังคอนเดนเซอร์เท่ากับ 42 °C
- 6) ปริมาณน้ำในหม้อต้มเท่ากับ 30 liter

3.2 เสรียนไขการออกแบบการทดลอง

- 1) การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาตัวแปรควบคุมและการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ การทดลองที่ 2 ประกอบด้วยการศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยโดยนำตัวแปรควบคุมมาทดลองซ้ำ

- 2) การคำนวณหาขดลวดความร้อนความร้อน [3]

$$Q_s = m_{ij}^v C_n \Delta T \quad (2)$$

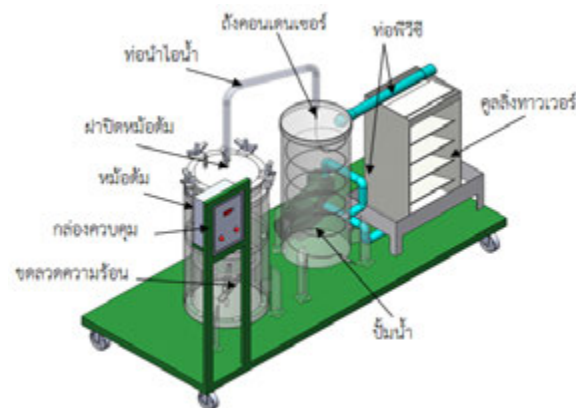
เมื่อ Q_s คือ ความร้อนสัมผัส kW

C_p คือ ความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ KJ/Kg K

$m_{\text{น้ำ}}$ คือ อัตราการไหลของน้ำ Kg/s

Δ_T คือ ผลต่างอุณหภูมิ K

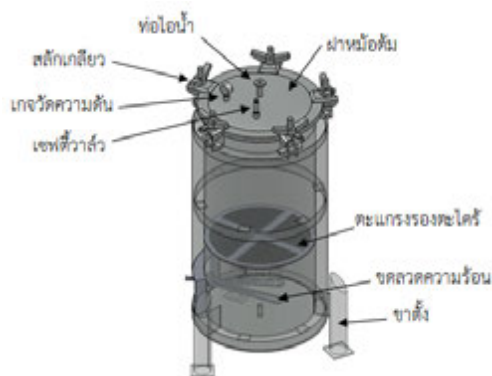
3.3 โครงสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย



รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

3.4 การคำนวณขึ้นส่วนที่สำคัญของขดกลั่นน้ำมันหอมระเหย

- 1) การออกแบบความหนาของถังต้ม



รูปที่ 3.2 โครงสร้างถังกลั่นน้ำมันหอมระเหย

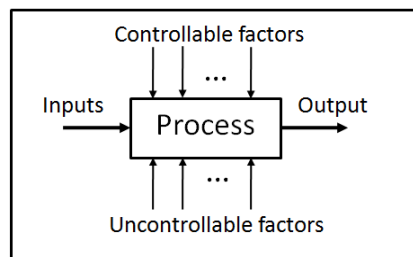
การคำนวณหาขนาดความหนาของถังกลั่นหาได้จากสมการ [2]

$$t = \frac{Pr}{2\eta\sigma_{ad}} \quad (1)$$

เมื่อ	t	คือ	ค่าความหนาของผนัง	m
	P	คือ	ความดันภายในถัง	N/m ²
	r	คือ	รัศมีของถัง	m
	σ_{cd}	คือ	ค่าความเค้นอัดใช้งาน	N/m ²
	η_r	คือ	ประสิทธิภาพของรอยต่อตะเข็บ	

3.5 การออกแบบการทดลอง [4]

การทดลอง (Experiment) เปรียบได้กับ การทดสอบ (Test) หรืออาจจะนิยามการทดลองได้ว่า เป็นการทดสอบ หรือชุดการทดสอบที่มีการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรขาเข้า (Input variable) ของกระบวนการหรือระบบ เพื่อการสังเกตหรือบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับผลคำตอบขาออก (Output response) ได้



รูปที่ 3.3 แบบโดยทั่วไปของกระบวนการหรือระบบ

เมื่อพิจารณาแบบจำลองในรูป 3.3 แล้ว จะพบว่า มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบอยู่สองแบบคือ ตัวแปรในประเภท $x_1, x_2, \dots, x_p$ ซึ่งเป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ และตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ $z_1, z_2, \dots, z_p$ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการทดลองก็อาจจะเกี่ยวข้องกับ

- 1) หาดัชนีแปรที่มีผลมากที่สุดต่อค่าเอาท์พุท y
- 2) หาวิธีการกำหนดค่าของตัวแปร x ที่จะส่งผลให้เอาท์พุท y ตามที่ต้องการ
- 3) หาวิธีการกำหนดค่าของตัวแปร x ที่จะส่งผลให้เอาท์พุท y

มีค่าดีที่สุด

4) ทาวิธีการกำหนดค่าของตัวแปร x ที่จะช่วยให้การทดลองนั้นได้รับผลกระทบจากค่าของตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ $z_1, z_2, \dots, z_p$ น้อยที่สุด ด้วยเหตุนี้เอง ในการวางแผนและดำเนินการทดลองใดๆ นั้น จำเป็นจะต้องมีการเลือกใช้ กลยุทธ์ของการทดลอง (Strategy of experimentation) ให้เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial design) ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากการทดลองที่กำลังศึกษาอยู่มีปัจจัย (Factor) ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไปแล้ว ในกรณีเช่นนี้จะพบว่า การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล จะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดซึ่งกลยุทธ์ของการทดลองนี้มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะกลยุทธ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เท่านั้นได้แก่

ก) การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial designs) ในทางปฏิบัติการทดลองส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการศึกษา

ถึงผลของปัจจัย (factor) ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป ซึ่งในกรณีเช่นนี้การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลจะเป็นวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล หมายถึง การทดลองที่พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการรวมกันของระดับ (Level) ของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการทดลองนั้น ตัวอย่างเช่น กรณีที่มี 2 ปัจจัย คือปัจจัย A และ B ถ้าปัจจัย A ประกอบด้วย a ระดับ และปัจจัย B ประกอบด้วย b ระดับ ดังนั้นในการทดลอง 1 เพลกิต (Replicate คือ การทำซ้ำ) จะประกอบด้วยผลการทดลองร่วมปัจจัยทั้งหมด ab การทดลอง และเมื่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบของการออกแบบเชิงแฟกทอเรียล จะกล่าวว่าปัจจัยเหล่านี้มีการไขว้ (Crossed) ซึ่งกันและกัน ในการทดลองจะมีผลกระทบของปัจจัย คือ ผลกระทบหลัก (Main effect) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลตอบสนองที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยนั้นๆ และในบางการทดลอง อาจพบว่าเกิดการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ต่อกันระหว่างปัจจัย หมายถึง ผลตอบสนองที่เกิดขึ้นในระดับต่างๆ ของปัจจัยหนึ่งจะมีค่าไม่เท่ากันที่ระดับอื่นๆ ทั้งหมดของปัจจัยอื่น หรืออีกนัยหนึ่งคือ ผลตอบสนองของปัจจัยหนึ่งจะขึ้นกับระดับของปัจจัยอื่นๆ นั้นเอง

ข) การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบสองระดับ (2^k factorial designs) การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k คือ การออกแบบในการที่มีปัจจัย k ปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ และใน 2 ระดับนี้จะแทนระดับ “สูง” หรือ “ต่ำ” ของปัจจัยหนึ่งๆ การทดลองใน 1 เพลกิตที่สมบูรณ์สำหรับการออกแบบเช่นนี้จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งสิ้น $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$ ข้อมูล การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อกรองปัจจัยที่มีอยู่จำนวนมากให้เหลือน้อยลง ซึ่งมีประโยชน์มากต่องานทดลองในช่วงเริ่มแรกเมื่อมีปัจจัยจำนวนมากที่ผู้วิจัยต้องการที่จะตรวจสอบซึ่งการออกแบบเช่นนี้จะทำให้เกิดการทดลองจำนวนน้อยที่สุดที่สามารถจะทำได้เพื่อศึกษาถึงผลของปัจจัยทั้ง k ชนิดได้อย่างบริบูรณ์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (The statistical analysis of the data)

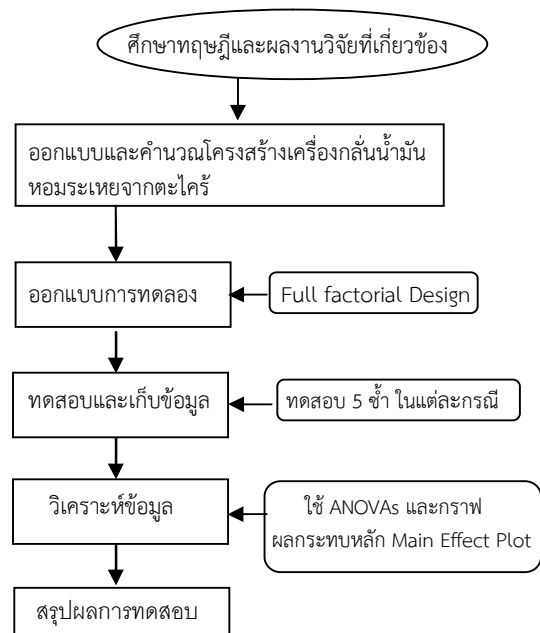
งานวิจัยเป็นงานที่ต้องค้นหาคำตอบโดยวิธีการที่น่าเชื่อถือ ดังนั้นสถิติที่นำมาวิเคราะห์เพื่อแปรผลนั้นจะต้องแม่นยำเชื่อถือด้วย เช่นเดียวกันจึงจะทำให้ผลของงานวิจัยน่าเชื่อถือ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้หลักการดังนี้ 1) การตรวจสอบสมมติฐาน คือ ขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าว่าจะตรงกับคำตอบที่ได้จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาหรือไม่ การสมมติฐานที่ใช้กันอยู่ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ก) สมมติฐานในการวิจัย (Research hypothesis) หรือสมมติฐานเชิงพรรณนา (Descriptive hypothesis) เป็นสมมติฐานที่ผู้วิจัยเขียนในเชิงพรรณนา หรือเขียนให้อยู่ในรูปของข้อความภาษาที่ใช้สื่อในการอธิบาย ข) สมมติฐานทางสถิติ (Statistical hypothesis) เป็นสมมติฐานที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ทางสถิติแทนคำอธิบายหรือคำพูดเพื่อให้สามารถทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติได้สมมติฐานทางสถิติ 2) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยทั่วไปจะใช้เพื่อวิเคราะห์ผลจากการทดลองเชิง แฟกทอเรียล ตัวอย่างเช่น การทดลองเชิงแฟกทอเรียลในกรณีที่มีปัจจัยที่จะทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ A และ B โดยปัจจัย A ประกอบด้วย a ระดับ และปัจจัย B ประกอบด้วย b ระดับ ซึ่งทั้งหมดนี้ถูกจัดให้อยู่ในรูปของการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลนั้นคือ ในแต่

ละเพลกิตของการ ทดลองจะประกอบด้วยผลการทดลองร่วมปัจจัยทั้งหมด ab การทดลอง โดยปกติจะมีเพลกิตทั้งหมด n ครั้ง รูปแบบทั่วไปของการออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัยและมีการทำซ้ำทั้งหมด n ครั้ง วิธีการทดสอบจะทำโดยอาศัยตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งโดยทั่วไปตาราง ANOVA จะประกอบด้วย แหล่งความแปรปรวน (Source of variation), ผลรวมกำลังสอง [Sum of square (SS)], องศาแห่งความอิสระ [Degrees of freedom (DF)], ค่าเฉลี่ยกำลังสอง [Mean squares (MS)] และ ค่า F (F value)

ตารางที่ 2.4 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	Sum of Square	DF	Mean Square	F
ปัจจัย A	$SS_A = \frac{1}{bn} \sum_{j=1}^b y_{.j}^2 - \frac{Y^2}{abn}$	a-1	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$	$\frac{MS_A}{MS_E}$
ปัจจัย B	$SS_B = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^a y_{.j}^2 - \frac{Y^2}{abn}$	b-1	$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$	$\frac{MS_B}{MS_E}$
AB	$SS_{AB} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b y_{jk}^2 - \frac{Y^2}{abn} - SS_A - SS_B$	(a-1)(b-1)	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{MS_{AB}}{MS_E}$
ความคลาดเคลื่อน	$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$	ab(n-1)	$MS_E = \frac{SS_E}{ab(n-1)}$	
รวม	$SS_T = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b \sum_{i=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{Y^2}{abn}$	abn-1		

4. วิธีดำเนินงาน



5. การทดลอง

การทดลองตัวแปรควบคุมมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยของตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อกลิ่นน้ำมันหอมระเหยร่วมกับโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งกำหนดตัวแปรควบคุมประกอบด้วย ส่วนที่ใช้ (+,-) การสับ (+,-) และอุณหภูมิ (+,-) การกำหนดตัวแปรควบคุมและการออกแบบได้แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตัวแปรและระดับในการทดลอง

ตัวแปร	ระดับ	ค่าของตัวแปร	
		(+)	(-)
ส่วนที่ใช้	2	ตัน	ใบ
การสับ	2	1-2 cm	15-20 cm
อุณหภูมิ	2	110 °C	105 °C

จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยในการทดลอง ที่ 2 ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดที่ 29.03 cc จากการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง รายละเอียดการทดลองแสดงในตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ผลการทดลอง

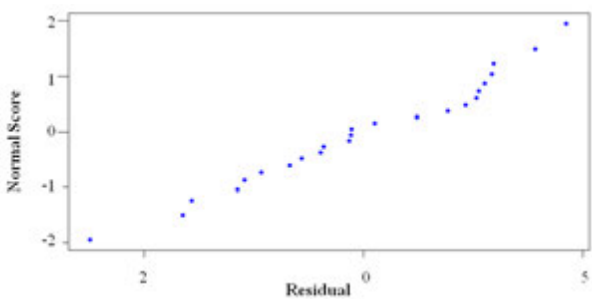
กรณี	ส่วนที่ใช้	การสับ	อุณหภูมิ	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย (cc)
1	+	+	+	25	17.4	19.7	20.70
2	-	+	+	27.7	31	28.4	29.03
3	-	-	+	22.5	30	29.3	27.27
4	-	-	-	20.5	27	24.1	23.87
5	+	+	-	24	23	23.7	23.57
6	+	-	-	19	16.1	17.5	17.53
7	-	+	-	25	26.3	26.8	26.03
8	+	-	+	19	12.5	21.5	17.67

เมื่อนำผลการทดลองทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยโปรแกรมทางสถิติพบว่า ค่าของส่วนของตัวแปรที่ใช้ มีค่า P-Value เท่ากับ 0.000 การสับมีค่า P-Value เท่ากับ 0.015 ซึ่งมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนอุณหภูมิมีค่า P-Value เท่ากับ 0.450 ซึ่งสูงกว่า 0.05 จึงกล่าวได้ว่าอุณหภูมิไม่มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังแสดงในตาราง 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการทดลองที่ 1

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Seq MS	F	P-Value
ส่วนที่ใช้	1	264.67	264.67	264.67	28.57	0.000
การสับ	1	65.01	65.01	65.01	7.02	0.015
อุณหภูมิ	1	5.51	5.51	5.51	0.59	0.450
ค่าความผิดพลาด	20	185.28	185.28	9.26		
รวม	23	520.47				

จากการวิเคราะห์กราฟส่วนตกค้างของปริมาณน้ำมันหอมระเหยในแต่ละการทดลองยังพบว่าจุดตกค้างมีการเกาะกลุ่มกันเป็นแนวเส้นตรง ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 5.1

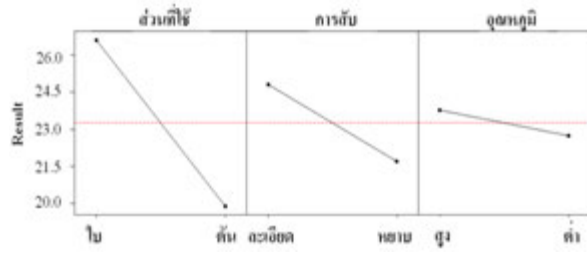


รูปที่ 5.1 กราฟวิเคราะห์ส่วนตกค้าง

6. การอภิปรายผล

6.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลกระทบต้อปัจจัยหลัก

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าตัวแปรควบคุมทั้ง 3 ตัว มีผลกระทบต้อปัจจัยหลักของการทดลอง จากจุดสูงสุดแสดงถึงปัจจัยหลักที่มีผลกระทบมาก และจุดต่ำสุดแสดงถึงปัจจัยหลักที่มีผลกระทบน้อยสุด ซึ่งตัวแปรที่มีผลกระทบจากปัจจัยมากที่สุดคือ การใช้ใบตะไคร้ โดยวิธีการสับละเอียด ส่วนอุณหภูมิมีผลน้อย ดังแสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ผลกระทบต้อปัจจัยหลักของการทดลอง

6.2 ศึกษาตัวแปรควบคุมที่ส่งผลต่อการกลั่นจากการทดลองที่ 1

จากการวิเคราะห์ผลกระทบต้อปัจจัยหลักของการทดลอง ผลปรากฏว่า ตัวแปรควบคุมมีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คือ การใช้ส่วนของใบของตะไคร้ โดยวิธีการสับละเอียด และใช้อุณหภูมิที่ 110 °C โดยสรุปดังแสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 สรุปผลการทดลองที่ 1

ส่วนที่ใช้	การสับ	อุณหภูมิ
ใบ	1-2 cm	110 °C

6.3 การทดลองที่ 2 ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

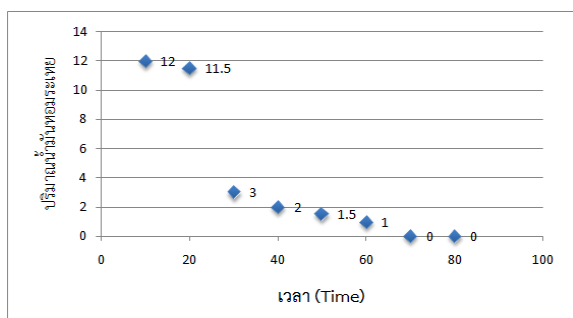
จากการทดลองที่ 1 ตัวแปรควบคุมที่ให้น้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคือ การใช้ส่วนของใบตะไคร้ โดยวิธีการสับละเอียด และใช้อุณหภูมิที่ 110 °C นำตัวแปรควบคุมทั้งหมด 3 ตัว มาทดสอบหาปริมาณน้ำมันหอมระเหยซ้ำอีก 3 ครั้ง ได้ปริมาณน้ำมันโดยเฉลี่ย 30.36 cc ดังแสดงในตาราง 6.2

ตารางที่ 6.2 ผลการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ครั้งที่	ส่วนที่ใช้	การสับ	อุณหภูมิ	ปริมาณน้ำมัน (cc)
1	ใบ	สับละเอียด	110 °C	29.3
2	ใบ	สับละเอียด	110 °C	31
3	ใบ	สับละเอียด	110 °C	30.8
เฉลี่ย				30.36

6.4 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกลั่น

ในส่วนของระยะเวลาที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย ได้แสดงไว้ในรูป 6.3 จากรูปแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการกลั่นควรอยู่ที่ไม่เกิน 60 นาที



รูปที่ 6.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่น

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองได้กำหนดตัวแปรควบคุมซึ่งประกอบด้วย การใช้ส่วนต้นและใบตะไคร้ โดยการสับละเอียด 1-2 cm และการสับหยาบ 15-20 cm ควบคุมอุณหภูมิในการกลั่นที่อุณหภูมิ 105 °C และอุณหภูมิ 110 °C จากรูปที่ 6.3 เวลาที่ใช้ในการกลั่นที่เหมาะสมที่สุดคือไม่เกิน 60 นาที และตัวแปรควบคุมที่ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคือ การใช้ส่วนใบตะไคร้ โดยสับละเอียด และใช้ อุณหภูมิที่ 110 °C จากการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้งได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยคือ 30.36 cc ต่อตะไคร้ 8 kg และจากผลการทดลองจะ เห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยที่จะเริ่มออกมาตั้งแต่อุณหภูมิที่ 102 °C ดังนั้นอุณหภูมิที่ใช้จึงไม่ส่งผลต่อการทดลองมากนัก

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ต้องขอขอบคุณ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก ที่ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการทดลอง

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรัตน์วุฒิ จิระจินดา, “เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก”, ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพง, 2546.
- [2] ชนะ กลีการ์, “ความแข็งแรงของวัสดุ”, โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ , 2536.
- [3] สมศรี จรุงเรือง, “ระเบียบวิธีวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน”, พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- [4] ยุทธ ไกยวรรณ, “สถิติเพื่อการวิจัย”, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ กรุงเทพฯ , 2546.