ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์แรงตึงผิวของน้ำมันพืชกับพารามิเตอร์อุณหพลศาสตร์
ชื่อผู้วิจัย ดร.สุริยา พันธ์โกศล
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

แรงตึงผิวเป็นสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของของเหลวโดยเป็นตัวกำหนดขนาดของละอองจากหัวฉีดและการเผาไหม้ในกระบอกสูบ งานวิจัยนี้สนใจการประมาณแรงตึงผิวของน้ำมันพืชจากกฎพลังงานควบรวมอิสระของมาร์ติน (Martin's rule of free energy additivity) ซึ่งคลอบคลุมถึงพลังงานอิสระของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผิว (Free energy of interfacial interaction) สมการที่นำเสนอสามารถประมาณแรงตึงผิวของน้ำมันพืชได้จาก 2 วิธี คือ 1) จำนวนอะตอมคาร์บอนเฉลี่ย (z_{ave}) จำนวนพันธะคู่เฉลี่ย ($n_{d(ave)}$) หรือ 2) ค่าสะปอนนิฟิเคชัน (SN) และค่าไอโอดีน (IV) ในการศึกษาใช้ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงมาใช้ในการศึกษาและสนับสนุนเพื่อยืนยันความถูกต้องแม่นยำของสมการที่จะนำไปใช้ สมการที่นำเสนอง่ายต่อการใช้งานและมีความถูกต้องแม่นยำในการประมาณแรงตึงผิวของน้ำมันพืชที่อุณหภูมิต่างๆ เทียบกับข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง โดยทั้ง 2 วิธีมีความแม่นยำเท่ากัน โดยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ช่วงอุณหภูมิ 10-140°C เท่ากับ 0.33% และ 0.120 ตามลำดับ (80 ข้อมูล) การใช้สมการทำนายแรงตึงผิวนอกช่วงอุณหภูมิที่นำเสนออาจทำให้ความแม่นยำต่ำลง

คำสำคัญ: กฎพลังงานควบรวมอิสระ, การประมาณ, น้ำมันพืช, พลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างผิว, แรงตึงผิว

Title Correlation of Surface Tension of Vegetable Oils to Its Thermodynamic Parameters

Researcher Dr. Suriya Phankosol

Program Industrial and Technology Management

Faculty Science and Technology

University Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Academic Year 2016

Abstract

Surface tension was an important physical property of liquid. It dictated atomization of the fuel injector and combustion in the combustion chamber. In this work, an empirical approach for estimation surface tension of vegetable oils from the Martin's rule of free energy additivity is extended to cover free energy of interfacial interaction. The proposed equations could estimate the surface tension of vegetable oils from either 1) its average carbon number of atoms (z_{ave}) and number of double bonds average ($n_{d(ave)}$) or 2) its saponification number (SN) and iodine value (IV). Data available in literatures are used to validate, and support the speculations derived from the proposed equation. The proposed equations were easy to use and the estimated surface tension values of vegetable oils at different temperatures agree well with the literature values by both equations. The average absolute deviation (AAD (%)) and standard error of estimated at 10-140°C were 0.33% and 0.120, respectively (80 data points). Using the propose equation beyond this presented temperature range may possibly make lower accuracy.

Keywords: Law of free energy additivity, Estimating, Vegetable oils, free energy of interfacial interaction, Surface tension

กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องด้วยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย โครงการนักวิจัยรุ่นใหม่ จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ คุณค่าและประโยชน์จากการค้นคว้าอันพึงมีของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบทดแทนบุญคุณต่อบุพการีและครูอาจารย์ที่ได้ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ดร.สุริยา พันธ์โกศล

16 มีนาคม 2559

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย		I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		II
กิติกรรมประกาศ		III
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		VII
บทที่ 1	บทนำ	1
1.1	ที่มาและความสำคัญ	1
1.2	วัตถุประสงค์	1
1.3	ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลิปิด	3
	2.1.1 การจำแนกลิปิด	3
	2.1.2 สารประกอบกลีเซอไรด์	5
	2.1.3 การแยกและการวิเคราะห์ลิปิดด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี	6
	2.1.4 หลักการทำงานของแก๊สโครมาโตกราฟี	6
2.2	ค่าสะปอนนิฟิเคชัน (Saponification Number; SN)	7
2.3	ค่าไอโอดีน (Iodine Value; IV)	8
2.4	แรงตึงผิว (Surface Tension)	8
2.5	ความสัมพันธ์แรงตึงผิวกับพลังงานอิสระของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผิว	12
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	15
3.1	ขั้นตอนการวิจัย	15

3.2 ข้อมูลการทดลอง 16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การหาค่าเฉลี่ยจำนวนอะตอมคาร์บอน(z_{ave}) และจำนวนพันธะคู่ ($n_{d(ave)}$) 16
3.4 การหาค่าคงที่ในสมการที่ (2.11) 16
3.5 การวิเคาระห์ทางสถิติ 16
3.5.1 ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (AAD (%)) 16
3.5.2 ค่าเอนเอียง (Bias (%)) 17
3.5.3 ค่าคลาดเคลื่อนมาตราฐาน (Standard Error) 17
3.6 การวิเคราะห์การถดถอยพหุ 17
บทที่ 4 ผลการศึกษา 19
4.1 ความสัมพันธ์ของขนาดโมเลกุลและระดับความไม่อิ่มตัวกับแรงตึงผิวของน้ำมันพืช 19
4.2 ความสัมพันธ์ค่าสะปอนนิฟิเคชันและค่าไอโอดีนกับแรงตึงผิวของน้ำมันพืช 26
4.3 ผลของค่า z_{ave} และ $n_{d(ave)}$ ต่อการเปลี่ยนแปลงแรงตึงผิว 32
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 33
5.1 สรุปผลการศึกษา 33
5.2 ข้อเสนอแนะ 33
เอกสารอ้างอิง 34
ภาคผนวก 37
ภาคผนวก ก 38
ภาคผนวก ข 40
ภาคผนวก ค 42
ภาคผนวก ง 44
ประวัติผู้วิจัย 46

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงตารางกรดไขมันที่พบได้ทั่วไปตามแหล่งสามัญต่างๆ	4
4.1	องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืช 6 ชนิด	19
4.2	ค่าแรงตึงผิวของน้ำมันพืช (mN m^{-1}) จากการประมาณด้วยสมการที่ (3.3)	20
4.3	ค่าคงที่ และ ของสมการที่ (2.4) ด้วยวิธีการของ Flingoh and Chong และจากสมการที่ (3.3) ของน้ำมันพืช 6 ชนิด	24
4.4	ค่าแรงตึงผิวของน้ำมันพืช (mN m^{-1}) จากการประมาณด้วยสมการที่ (4.6)	27
ก	องค์ประกอบของกรดไขมัน	39
ข	ผลการคำนวณค่าสะปอนนิฟิเคชัน	41
ค	ผลการคำนวณค่าไอโอดีน	43

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างโมกุลของกลีเซอไรด์ (ก) โมโนกลีเซอไรด์ (ข) ไดกลีเซอไรด์ และ (ค) ไตรกลีเซอไรด์	5
2.2	แผนภาพแสดงเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ	7
2.3	แรงตึงผิวของของเหลว	9
2.4	โครงสร้างโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์กับพลังงานควบรวมอิสระ	13
2.5	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	15
4.1	ร้อยละความคลาดเคลื่อน (D(%)) ของแรงตึงผิวจากการประมาณด้วยสมการที่ (3.3) เทียบกับกับผลการทดลองของ Flingoh and Chong ที่อุณหภูมิต่างๆ	23
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตึงผิวจากการประมาณด้วยสมการที่ (3.3) กับผลการทดลองของ Flingoh and Chong) ที่ช่วงอุณหภูมิ 10-140°C	24
4.3	ความสัมพันธ์ของ z_{ave} และ $n_{d(ave)}$ กับ ΔH_{TG} (dH) และ ΔS_{TG} (dS)	25
4.4	ร้อยละความคลาดเคลื่อน (D(%)) ของแรงตึงผิวจากการประมาณด้วยสมการที่ (4.6) เทียบกับกับผลการทดลองของ Flingoh and Chong ที่อุณหภูมิต่างๆ	31
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตึงผิวจากการประมาณด้วยสมการที่ (4.6) กับผลการทดลองของ Flingoh and Chong ที่ช่วงอุณหภูมิ 10-140°C	31