

โอกาสและปัญหาจากการใช้น้ำมันพืชแทนน้ำมันดีเซลในประเทศไทย

Opportunity and Problem in Using Vegetable Oil as Diesel Fuel Substitute in Thailand

ทวิช จิตรสมบูรณ์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทร: (044) 224224, โทรสาร: (044)224220, Email: tabon@ccs.sut.ac.th

Tawit Chitsomboon

Dept. of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,

Nakhonratchasima 30000, Thailand, Tel. (044) 224224, Fax. (044) 224220

บทคัดย่อ

บทความนำเสนอข้อมูลการวิจัยในอดีตของนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการใช้น้ำมันพืชในเครื่องยนต์ดีเซลรวมทั้งให้ทรรศนะต่อข้อมูลเหล่านั้นตามสมควรในกรณีที่ผู้วิจัยไม่ได้แสดงทรรศนะไว้หรือในกรณีที่ผลการวิจัยขัดแย้งกัน ประเด็นหลักที่นำเสนอคือ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันพืชในการเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล, สมรรถนะเครื่องยนต์, ผลกระทบต่อความคงทนของเครื่องยนต์, องค์ประกอบของไอเสีย และปัญหาอื่นๆ โดยจะพยายามเน้นที่น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว ซึ่งเป็นน้ำมันสองชนิดที่ประเทศไทยมีผลิดผลมาก จากนั้นจะแสดงทรรศนะทั้งในเชิงวิชาการและในเชิงนโยบายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของประเทศไทย รวมทั้งจะได้เสนอหัวข้อการวิจัยเชิงวิศวกรรมศาสตร์ที่วิศวกรวิจัยไทยควรทำเพื่อพัฒนาน้ำมันพืชให้เป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนสำหรับประเทศไทยต่อไป

Abstract

Selected past research work in Thailand and abroad about the use of vegetable oil as diesel fuel substitute are presented. Opinions are given whenever called for and in the cases of contradicting results. Topics discussed are: fuel characteristics, impacts on performances and endurance of engines, emission and others. Emphasis is made on palm and coconut oils which are the two main products of Thailand. Opinions on engineering issues as well as national policy are finally presented, together with research opportunities for Thai research engineers.

1. บทนำ

ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมานี้มีเอกชน และ หน่วยงานของรัฐ รวมทั้งสถาบันการศึกษาเป็นจำนวนมากสนใจ และหรือทำงานวิจัย เพื่อเอาน้ำมันพืชไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล ทั้งนี้เป็นปฏิริยาสนองตอบต่อราคาน้ำมันดีเซลที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (จากลิตรละประมาณ 8 บาทเป็น 14 บาท ภายในเวลาประมาณ 1 ปี) ในทางหนึ่งนับว่าเป็นนิมิตหมายอันดีที่ประเทศชาติจะได้มีแหล่งพลังงานทดแทนอีกรูปแบบ

หนึ่ง แต่ในอีกทางหนึ่งก็เป็นที่น่าวิตกว่า การนำน้ำมันพืชไปใช้อย่างกว้างขวางโดยไม่มีข้อมูลประกอบอย่างเพียงพออาจทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี เพราะหากเครื่องยนต์เกิดการเสียหาย ชาวก็จะกระจายออกไปในวงกว้างอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ศักยภาพที่แท้จริงของน้ำมันพืชได้รับการบิดเบือนอย่างไม่ยุติธรรม และอาจเลวร้ายจนไม่สามารถนำกลับมาสู่ภาวะปกติได้(ดังเช่นกรณีของไม้อยูคาลิปตัส) จึงนับเป็นกรณีเร่งด่วนที่รัฐบาลควรมีนโยบายที่แน่ชัดและรวดเร็ว และนักวิจัยควรร่วมมือกันเพื่อเร่งทำงานให้ได้ผลโดยเร็ว

สำหรับการวิจัยในการนำเอาน้ำมันพืชมาใช้แทนน้ำมันดีเซลนั้นได้มีการทำงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับเรื่องนี้มาเป็นเวลานานกว่า 30 ปีแล้ว ทำให้มีข้อมูลมากพอที่นักวิจัยไทยน่าจะใช้เป็นพื้นฐานที่ดีได้ในการทำงานวิจัยเพิ่มเติมในแนวทางที่ถูกต้องและประหยัดต่อไป

2. ผลงานวิจัยในอดีต

2.1 คุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงดีเซลของน้ำมันพืช

มีการยืนยันว่า เครื่องยนต์ดีเซลเครื่องแรกของโลก (ที่คิดค้นและสร้างโดยนาย รูดอล์ฟ ดีเซล วิศวกรชาวเยอรมัน เมื่อราวปีคศ. 1900) ใช้น้ำมันถั่วเป็นเชื้อเพลิงในการสาธิตการเดินเครื่องครั้งแรก หากพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันพืชจะเห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้วมีน้ำหนักโมเลกุลพอกับน้ำมันดีเซล กล่าวคือ มีปริมาณคาร์บอนในโมเลกุลเฉลี่ยที่ 14-18 ตัว คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันพืชชนิดต่างๆมีปรากฏอยู่มากมายในเอกสารของนักวิจัยทั้งไทยและต่างชาติ [1,2,3,4] ซึ่งบ่งบอกว่า น้ำมันพืชส่วนใหญ่มีค่าความร้อนเผาไหม้ (heating value) ต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย (10-15%) ทั้งนี้เป็นเพราะมีการเกาะตัวของออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุลน้ำมันพืชด้วย แต่ในต่างประเทศนั้นจะทำการวิจัยเฉพาะน้ำมันที่มีอยู่มากในประเทศของตน เช่น rapeseed oil, cotton seed, soybean, sunflower เป็นต้น สำหรับประเทศมาเลเซีย ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับน้ำมันปาล์มมานานกว่า 20 ปี ส่วนประเทศไทยมีน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวมากกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น แต่ข้อมูลการวิจัยของน้ำมันชนิดอื่นๆที่กระทำในต่างประเทศนั้นในส่วนหนึ่งก็สามารถใช้ร่วมกันได้ เราจึงควรได้ศึกษาผลการวิจัยน้ำมันพืชทุกชนิดประกอบด้วยตามสมควร

ค่าเลขซีเทน(Cetane no.)นับว่าเป็นคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะสามารถเริ่มต้นการเผาไหม้ด้วยตัวเอง(spontaneous combustion) ได้รวดเร็วเพียงใด องค์การ American Society for Testing Material (ASTM) ได้กำหนดให้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว(DF2)มีค่าเลขซีเทนอยู่ในช่วง 40-60 เอกสารวิจัยทั้งหลายระบุว่าน้ำมันพืชส่วนใหญ่(รวมทั้งปาล์มและมะพร้าว)มีค่าเลขซีเทนอยู่ในช่วงนี้ด้วยกันทั้งนั้น จึงนับว่ามีศักยภาพในการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล

ค่าเลขซีเทนเป็นเพียงตัวชี้วัดที่สำคัญตัวหนึ่งเท่านั้น ค่าความหนืดก็เป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากตัวหนึ่ง จากเอกสารวิจัย[1-4] พบว่าน้ำมันพืชดิบโดยทั่วไปมีค่าความหนืดสูงกว่าดีเซลประมาณ 10-20 เท่า นักวิจัยส่วนใหญ่เชื่อกันว่าความหนืดที่สูงมากนี้เป็นตัวการสำคัญในการสร้างปัญหาต่างๆให้กับเครื่องยนต์ โดยเชื่อกันว่า ความหนืดที่สูงมากทำให้การฉีดน้ำมันจากหัวฉีดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ไม่เป็นฝอยละอองดีพอ เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล ผนวกกับการระเหยตัวได้ช้าของน้ำมันพืช ทำให้การเผาไหม้ไม่หมดจดสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่สัมผัสอยู่กับโลหะ(เช่น ผิวลูกสูบ ฝาสูบ ปลายหัวฉีด)ซึ่งจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณใจกลางห้องเผาไหม้ การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์นำไปสู่การปนเปื้อนน้ำมันเครื่อง และการเกิดการสะสมของสารประกอบคาร์บอนต่างๆในห้องเผาไหม้ ซึ่งในกรณีที่ร้ายแรงที่สุดจะทำให้เกิดการติดตัวของลูกสูบ และ ของลิ้นอากาศ [2,5] นอกจากความหนืดสูงแล้วน้ำมันพืชยังมีอุณหภูมิเป็นหมอก(cloud point)สูงอีกด้วย (การเป็นหมอกคือการที่โมเลกุลจับตัวกันเป็นผลึก ทำให้ข้นและไหลเหวี่ยงยาก) ซึ่งทำให้ไม่เหมาะสมต่อการใช้ในฤดูหนาวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเขตหนาว

ด้วยเหตุของการทำให้เครื่องยนต์ชำรุดเพราะความหนืดสูงและการเป็นหมอก นักวิจัยในประเทศทางตะวันตก รวมทั้งประเทศมาเลเซีย ปัจจุบันนี้ได้เล็งการใช้น้ำมันพืชดิบในเครื่องยนต์ดีเซลเกือบสิ้นเชิง และหันมาใช้ไขมันในสังเคราะห์ขึ้นมาจากน้ำมันดิบโดยกรรมวิธีทางเคมี ทั้งนี้เพราะมีความหนืดน้อยกว่าน้ำมันดิบประมาณ 5-7 เท่า ไขมันในสังเคราะห์เรียกว่า เอสเตอร์(ester) การสังเคราะห์ไขมันในสังเคราะห์ได้โดยกระบวนการที่เรียกว่า transesterification ซึ่งเป็นการนำน้ำมันพืชดิบ(หรือน้ำมันพืชที่ทำการผลิต(refined oil)แล้วก็ตาม) มาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์(เมทานอล หรือ เอทานอลก็ได้) โดยใช้ด่าง (เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ขั้นตอนทางเคมีคือ การเปลี่ยน triglyceride ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันพืชให้เป็นโมโนเอสเตอร์(น้ำมันใน) กับ glycerol (ไข) หากใช้เมทานอลเป็นตัวทำปฏิกิริยาก็จะเรียกว่า methyl ester หากใช้เอทานอลก็เรียกว่า ethyl ester น้ำมันในที่ได้มีค่าความหนืดสูงกว่าดีเซลประมาณ 2-3 เท่า (ลดลงจากเดิม 5-7 เท่า) และมีค่าความร้อนประมาณเท่าเดิม แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับค่าจุดเป็นหมอกอยู่บ้าง กระบวนการทำเอสเตอร์มีปรากฏอยู่ทั่วไป เช่นใน [1,2,6,7] กระบวนการทำในนี้เป็นกระบวนการที่ค่อนข้างง่ายและทำกันมานานมากแล้ว แม้แต่ชาวบ้านในอดีตก็สามารถทำได้โดยการใช้ขี้ป้อนน้ำมันกวนกับขี้เถ้า (เช่นการทำสบู่ใช้เองจากน้ำมันมะพร้าวในสมัยสงครามโลก)

สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันพืชนั้นมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและความเป็นเชื้อเพลิงด้วย เพราะการมีปริมาณพันธะคู่(double bond)สูงจะทำให้มีค่าเลขซีเทนต่ำ(ซึ่งไม่ดี)และทำให้จุดเป็นหมอก (cloud point)ต่ำลงด้วย(ซึ่งดี) [2] ผลเป็นตรงกันข้ามสำหรับปริมาณพันธะเดี่ยว(single bond) แต่สำหรับในประเทศไทย ความหนาวในฤดูหนาวไม่รุนแรงเหมือนในประเทศตะวันตก จุดเป็นหมอกจึงไม่น่าจะเป็นตัวแปรที่สำคัญสำหรับประเทศไทยเท่าในประเทศเขตหนาว รายละเอียดโครงสร้างของน้ำมันพืชอาจหาได้จาก [2,6]

เอกสารวิจัยจำนวนมาก เช่น [1,2,3] และรายการเอกสารอ้างอิงในนั้น กล่าวว่าน้ำมันใน(ester)มีคุณสมบัติการเผาไหม้ที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก สารตกค้างต่างๆในห้องเผาไหม้ก็ลดลงมาก มลพิษจากควันเสียในภาพรวมก็มีน้อยกว่าหรือเท่ากับน้ำมันดีเซล แม้กระบวนการทำเอสเตอร์จะเป็นกระบวนการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ก็มีข้อเสียประการสำคัญคือทำให้ราคาแพงขึ้นด้วยสาเหตุ 3 ประการคือ 1. ขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น 2. สารเคมีที่ใช้ทำปฏิกิริยา และ 3. ปริมาณน้ำมันที่ได้ลดลง แต่ผู้ที่สนับสนุนการใช้น้ำมันในสักกล่าวว่า ของเหลือจากปฏิกิริยา (ไข, glycerol) สามารถขายได้ จึงควรต้องมีการศึกษาว่าขายได้ราคาเท่าใด และมีตลาดรองรับเพียงพอหากต้องผลิตเป็นปริมาณมาก

อนึ่ง คำว่า ไบโอดีเซล(biodiesel) นั้นในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่หมายถึงน้ำมันในเท่านั้น ส่วนน้ำมันพืชดิบนั้นนิยมเรียกกันว่า crude vegetable oil แต่ในประเทศไทยคำว่าไบโอดีเซลเป็นคำรวมที่ใช้เรียกน้ำมันที่ได้มาจากพืช ไม่ว่าจะเป็นผ่านกระบวนการอย่างไรก็ตาม

วิธีการให้น้ำมันในขึ้น(ความหนืดลดลง)โดยกระบวนการทางเคมีเป็นแนวทางหนึ่ง แต่ในอีกทางหนึ่งอาจแก้ปัญหาความหนืดของน้ำมันพืชได้โดยการใช้กระบวนการทางความร้อน [2,8,9] การทำให้น้ำมันพืชร้อนขึ้นถึงประมาณ 140C จะทำให้ความหนืดของน้ำมันพืชมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล [8-11] ใน [9] ได้ทดลองเดินเครื่องด้วยการอุ่นร้อนน้ำมันพืชหลายชนิดให้ได้อุณหภูมิ 140C พบว่า เครื่องยนต์แบบฉีดโดยอ้อม (Indirect Injection) ไม่มีปัญหาใดๆในการทดลองเดินเครื่องระยะยาว ส่วนเครื่องยนต์แบบฉีดตรง (Direct Injection) มีปัญหาเรื่องการสะสมของสารประกอบคาร์บอนพอสมควร แต่ก็ดีกว่าการใช้โดยไม่อุ่นร้อนเป็นอย่างมาก การไม่อุ่นร้อนในเครื่อง DI น้ำมันซึ่งการชำรุดภายในเวลาเพียง 10% ของอายุการใช้งานก่อนยกเครื่องตามคำแนะนำของผู้ผลิต แม้ผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วน 50/50 [5] (หากใช้น้ำมันดิบล้วนน่าจะเลวร้ายกว่านี้)

การวิจัยใน [9] ได้ผลที่ไม่คาดคิดและน่าสนใจว่า การอุ่นร้อนนั้นทำให้การฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้เกิดการทะลุของลำฝอยละอองน้ำมันสูงกว่าการไม่อุ่นร้อน รวมทั้งลำน้ำมันมีมุมกววย (cone angle) น้อยกว่าการไม่อุ่นร้อนด้วย ซึ่งเป็นผลที่ตรงกันข้ามกับความเชื่อของนักวิจัยส่วนใหญ่ซึ่งเชื่อกันว่าการอุ่นร้อน (ซึ่งทำให้ความหนืดลดลงเช่นเดียวกับการทำเป็นเอสเตอร์)จะช่วยให้เป็นฝอยละอองมากขึ้น (ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นจริงการทะลุควรจะน้อยลง)

อีกแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาความหนืดคือการผสมกับน้ำมันดีเซล โดยอาจใช้น้ำมันดิบหรือน้ำมันใน(เอสเตอร์)ก็ได้ สูตรการผสมน้ำมันในที่นิยมกันในประเทศตะวันตกคือ การใช้น้ำมันใน 10-20 ส่วน(โดยปริมาตร)ผสมกับน้ำมันดีเซล 90-80 ส่วน ซึ่งนิยมเรียกกันว่า

B20 (สำหรับการผสม 20/80) เอกสารวิจัยจำนวนมาก และ การให้ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต รายงานว่าไม่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์แต่ประการใด [12-17]

แนวทางการทำสีที่ไม่เป็นที่นิยมมากนักอีกสองแนวทางคือ การทำ emulsification และ การทำ pyrolysis นอกจากนี้ยังมีรายงานความพยายามที่จะทำสีโดยกระบวนการทางชีวภาพอีกด้วย [2]

จึงอาจเห็นได้ว่าอาจแบ่งแนวทางการแก้ปัญหาความหนืดที่เป็นที่นิยมมากออกเป็นสามประเภทด้วยกัน คือ 1) การปรับแต่งน้ำมัน โดยกรรมวิธีทางเคมี 2) การผสมกับน้ำมันดีเซล และ 3) การให้ความร้อน ซึ่งโดยกรรมวิธีหลังนี้ในทางปฏิบัติจะกลายเป็นการปรับแต่งเครื่องยนต์ โดยการใช้ความร้อนจากน้ำหล่อเย็นหรือความร้อนจากท่อไอเสียมาอุ่นน้ำมันให้ร้อนก่อนนำเข้าสู่หัวฉีด

2.2 สมรรถนะเครื่องยนต์

เอกสารวิจัยแทบทุกฉบับที่ได้อ้างถึงไปแล้วจะให้ข้อมูลสมรรถนะเครื่องยนต์เปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำมันพืช และหรือ น้ำมันผสมในสัดส่วนต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลล้วน โดยมักนิยมเปรียบเทียบ กำลัง แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ที่รอบเครื่องยนต์ต่างๆและหรือภาระงานต่างๆ ผลการวิจัยแบ่งออกได้เป็นสามประเภท คือ 1) ด้อยกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย 2) เสมอกับน้ำมันดีเซล 3) ดีกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรายงานอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ (specific fuel consumption, sfc) นั้นส่วนใหญ่แล้วจะได้ผลว่าน้ำมันพืชมี sfc สูงกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย [18] แต่บางก็ว่าสิ้นเปลืองประมาณเท่ากัน [19] โดยบางเอกสารระบุว่าดีกว่าเล็กน้อย [1,3,4] โดยเฉพาะที่รอบเครื่องสูง

ความแตกต่างของการวิจัยที่ขัดแย้งกันในประเด็นนี้มีคำอยู่ในช่วง $\pm 10\%$ ซึ่งนับว่าไม่มากนัก ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก 1) ความแตกต่างในคุณภาพของน้ำมันพืช (เนื่องจากไม่สามารถตรวจสอบและควบคุมคุณสมบัติของน้ำมันพืชที่ใช้ทดสอบได้อย่างแม่นยำในทุกคราวที่ทำการทดลอง เพราะแม้แต่การชื้อน้ำมันในฤดูฝนกับฤดูแล้งก็ทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนไปเล็กน้อยแล้ว) 2) ความแตกต่างของคุณลักษณะเครื่องยนต์ที่ทำการทดลอง (เช่น การหมุนตัวของอากาศ การมีหรือไม่มี prechamber เป็นต้น) 3) ค่าคลาดเคลื่อนในการทดลอง แต่ถึงแม้จะแตกต่างกันจริง(ทั้งในแง่มากขึ้นหรือน้อยลง) ก็ยังคงเป็นการแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้นการวิจัยและการวิจารณ์ผลจึงไม่ควรจะเน้นประเด็นนี้มากนัก

อนึ่ง ในตำราเครื่องยนต์ทั่วไปนั้นมักกำหนดหน่วย sfc เป็นมวลต่องานที่ทำเช่น gm/kw-hr ซึ่งเป็นหน่วยตามใจชอบ(arbitrary unit) แต่หากใช้อย่างคงเส้นคงวาสำหรับเครื่องยนต์แต่ละเครื่องหรือเครื่องเดียวกันแต่ในสภาพแตกต่างกันก็สามารถใช้เปรียบเทียบระหว่างระบบต่างๆ ได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซลนั้น ผู้แต่งเห็นว่าการใช้หน่วยเป็น ปริมาตรต่องาน เช่น cc/kw-hr ทั้งนี้เพราะความถ่วงจำเพาะของน้ำมันทั้งสองต่างกัน โดยความถ่วงจำเพาะของน้ำมันพืชจะอยู่ที่ประมาณ 0.912 ส่วนของน้ำมันดีเซลจะประมาณ 0.83 ซึ่งหมายความว่าน้ำมันพืชมีถ่วงสูงกว่าดีเซลประมาณ 10% ดังนั้นการกินน้ำมันพืชเมื่อคิดเป็นมวล(หรือน้ำหนัก)อาจมากกว่า

การกินน้ำมันดีเซลเล็กน้อย (5-6%) ในหน่วยมวล แต่ถ้าคิดเป็นปริมาตรจะกินน้ำมันน้อยกว่าดีเซล โดยที่ประชาชนทั่วไปซื้อขายน้ำมันกันเป็นปริมาตรมากกว่าเป็นน้ำหนัก ดังนั้นจึงควรขอเสนอให้ใช้หน่วยปริมาตรแทนหน่วยน้ำหนักในการนำเสนอข้อมูล เพราะแม้ปริมาณแตกต่างกันเล็กน้อยในเชิงวิศวกรรมศาสตร์ แต่อาจมีผลสูงในเชิงจิตวิทยาหาชน

2.3 ผลกระทบต่อความคงทนของเครื่องยนต์

ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อคุณสมบัติน้ำมันว่า นักวิจัยส่วนใหญ่ลงความเห็นว่าความหนืดที่สูงของน้ำมันพืชเป็นตัวการสำคัญในการสร้างปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่ทำให้เครื่องยนต์เกิดการเสียหายที่ไม่อาจปฏิบัติต่อไปได้ หรือ ปฏิบัติการต่อไปได้โดยมีประสิทธิภาพลดลงมาก อาจสรุปลำดับการของเกิดปัญหาเป็นดังนี้ [2,3,5,9]

ก)ความหนืดที่สูงของน้ำมันพืชทำให้หัวฉีดไม่สามารถทำน้ำมันให้เป็นฝอยละอองได้ดีเท่าที่น้ำมันดีเซล

ข)ก้อนละออง(droplet)ที่มีขนาดใหญ่เกินไปมีผลเสียสองประการคือ หนึ่ง มีโมเมนต์มากทำให้ทะลุผ่านมานอกอากาศในกระบอกสูบได้ลึกมากกว่าน้ำมันดีเซล ส่วนหนึ่งจะพุ่งไปชนผนังกระบอกสูบ(ที่เย็น)ทำให้ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมดจด และสอง การระเหยให้หมดภายในเวลาเดินทาง(resident time)จากหัวฉีดไปยังผนัง ไม่อาจกระทำได้ เพราะก้อนมวลใหญ่เกินไป มีผลทำให้การผสมตัวและการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

ค)ก้อนละอองที่วิ่งชนผนังกระบอกสูบมีการเผาไหม้เพียงบางส่วน(ไม่สมบูรณ์)หรือไม่เผาไหม้เลย ซึ่งนำไปสู่การปนเปื้อนน้ำมันเครื่อง และหรือการสะสมตัวของสารประกอบคาร์บอนตามส่วนต่างๆที่แหวนสูบ ลูกสูบ ผนังกระบอกสูบ รวมทั้งที่ส่วนอื่นๆของเครื่องยนต์ เช่น หัวฉีด ลิ้นไอเสีย

กระบวนการทางเคมีของการเกิดสารสะสม (ที่เรียกรวมกันว่า coking หรือ carbon deposit) เป็นกระบวนการ polymerization ซึ่งเกิดขึ้นได้ง่ายหากมีส่วนประกอบที่เป็นสารพันธะคู่(double bond)สูง

ส่วนการปนเปื้อนน้ำมันเครื่องนั้นก็นับว่าเป็นประเด็นสำคัญ เพราะจะทำให้คุณสมบัติการหล่อลื่นเปลี่ยนไปได้ เช่น ไส้เกินไป หรือ ช้นเกินไป ในประเด็นนี้เอกสารวิจัยต่างๆมีความคลุมเครือ กล่าวคือ งานวิจัยบางชิ้นระบุว่าน้ำมันเครื่องไส้ช้น [2] แต่บางชิ้นบอกว่ามีมากขึ้น [5] ซึ่งพอจะคาดคะเนได้ว่าเป็นจริงในทั้งสองประเด็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าใช้น้ำมันประเภทใด หากเป็นน้ำมันที่มีพันธะเดี่ยวมากอาจทำให้ไส้ช้นเพราะการที่น้ำมันเกาะที่ผิวกระบอกสูบมาก (เนื่องจากเผาไหม้ไม่สมบูรณ์)จะถูกแก๊สความดันสูง (blow by) และหรือ แหวนสูบกวาดน้ำมันลงไปผสมกับน้ำมันเครื่องทำให้น้ำมันไส้ช้นได้ แต่หากน้ำมันพืชมีส่วนผสมพันธะคู่มากปฏิกิริยาที่ผนังกระบอกสูบอาจเปลี่ยนไป เช่น อาจเกิดpolymerization ทำให้มีความเหนียวมากก่อนถูกกวาดลงไปผสมน้ำมันเครื่อง ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้น้ำมันช้นมากขึ้น

การที่น้ำมันเครื่องไส้เกินไปจะทำให้การหล่อลื่นด้อยประสิทธิภาพทำให้เครื่องยนต์มีการสึกหรอมาก แต่การช้นเกินไปก็อาจทำให้มีการเสียดทานมากทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินไป พึงเข้าใจว่าแม้การใช้น้ำมันดีเซลก็ต้องมีการเจือจางน้ำมันเครื่องเป็นปกติอยู่แล้ว จากการศึกษาการสึกหรอในห้องทดลองของ [3] พบว่าในการปนเปื้อนในปริมาณเท่า

กัน น้ำมันพืชทำให้เกิดการสึกหรอน้อยกว่าน้ำมันดีเซล (ซึ่งก็ไม่น่าแปลกใจนักเพราะน้ำมันพืชมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล) ส่วนในการทดลองจริงนั้นน้ำมันพืช (ปาล์มเอสเตอร์) ให้การสึกหรอปกติ (โดยการตรวจสอบสารสะสมในน้ำมันเครื่อง) สำหรับเครื่องยนต์อู่ซูซึสลับ แต่สำหรับเครื่องยนต์สลับเดียวการสึกหรอน้อยกว่าน้ำมันดีเซลมาก ความแตกต่างกันมากในประเด็นนี้เป็นสิ่งที่น่าครุ่นคิดและอาจเป็นประเด็นในการวิจัยที่เข้มข้นต่อไปได้

นอกจาก coking (สารประกอบคาร์บอนแข็งตัว) ยังมีการเกิดเขม่า (soot) และยางเหนียว (gum) เกาะติดตามส่วนต่างๆ อีกด้วย ซึ่งเอกสารวิจัยมีการกล่าวถึงบ้างแต่ก็ไม่มีข้อมูลของกระบวนการเกิดขึ้นของสิ่งเหล่านี้ ผู้แต่งสังเกตเห็นว่าทั้งสามสิ่งอาจจัดแบ่งตามลักษณะทางกายภาพตามลำดับคือ coke เป็นของแข็ง soot เป็นของนุ่ม ส่วน gum เป็นของเหนียว อาจเป็นไปได้ว่าทั้งสามตัวเกิดจากกระบวนการ polymerization อันเดียวกันแต่ในระดับที่แตกต่างกัน หากขจัดอินไดอันหนึ่งได้ก็อาจขจัดตัวอื่นได้พร้อมกันไป ใน [5] มีรายงานว่าน้ำมันพืช (ผสม 50/50 กับดีเซล) ที่ลงไปเป็นเบื่อน้ำมันเครื่องนั้นเกิด polymerization เป็นยางเหนียวจนไม่สามารถเทน้ำมันออกได้ จึงต้องถอดอ่างน้ำมันออกมาเพื่อแกะเอาเจลสีของน้ำมันเครื่องออก น่าสังเกตว่าการทดลองนี้ใช้น้ำมันทานตะวันซึ่งมีส่วนผสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภท C18:2 มากถึง 70% [2,8] ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเกิด polymerization

การเกิดสารสะสมจะมีน้อยลงมากหากใช้น้ำมันเอสเตอร์แทนน้ำมันดิบ ซึ่งคงเป็นเพราะว่าเอสเตอร์มีความหนืดต่ำ (หนืดกว่าดีเซล 2-3 เท่าเท่านั้น) ซึ่งทำให้การฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้เกิดฝอยละอองดี แต่เอสเตอร์ก็ยังมีปริมาณพันธะคู่อยู่สุดแล้วแต่ประเภทน้ำมัน การเกิด polymerization ก็คงต้องมีบ้าง แต่หากใช้น้ำมันดิบหรือน้ำมันเอสเตอร์ผสมกับดีเซลที่สัดส่วนต่างๆ การเกิดสารสะสมก็ย่อมน้อยลงไปตามสัดส่วนด้วย [2,3,9]

นอกจากนี้ยังมีรายงานการติดตัวของปั้มน้ำมันซึ่งเกิดจากการใช้น้ำมันพืชใช้แล้ว [20] ปั้มน้ำมันแบบครีป (rotary vane pump) จากการวิเคราะห์ดูด้วยสายตาพบว่ามีการเกาะตัวของสารประกอบคาร์บอนแข็งตัวสีน้ำตาลแก่อุณหภูมิตามครีป ทำให้ครีปไม่สามารถสลัดตัวออกไปรีดน้ำมันได้ สันนิษฐานว่าเกิดจากการที่น้ำมันถูกตีในปั้มจนมีความร้อนสูง (เนื่องจากมีความหนืดสูง) ทำให้เกิดคราบคาร์บอนดังกล่าวในที่สุด

2.4 องค์ประกอบไอเสีย

มักได้ยินตำนานเรื่องความสะอาดของไอเสียน้ำมันพืชว่าสะอาดกว่าไอเสียของน้ำมันดีเซลมาก เช่น แม้แต่กลิ่นก็ยังหอมคล้ายข้าวดอกแก้ว เมื่อได้กลิ่นไอเสียแล้วทำให้ไม่อยากอาหาร เป็นต้น ยกเว้นแต่เรื่องของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) เสียแล้ว (เพราะน้ำมันพืชไม่มีกำมะถัน) ผลการวิจัยของนักวิจัยทั้งหลายไม่อาจกล่าวได้อย่างเต็มปากเลยว่าไอเสียของน้ำมันพืช (โดยรวม) สะอาดกว่า เช่น [18] ระบุว่า น้ำมันพืช (ปาล์มเอสเตอร์) มีควันพิษน้อยกว่าในทุกกรณี ใน [19] ปาล์มดิบผสมดีเซล ระบุว่า ค่า CO คงที่ในทุกส่วนผสม ส่วนใน [2] ระบุ (จากการสำรวจผลงานวิจัยของนักวิจัยตะวันตกจำนวนมาก) ว่าโดยทั่วไป

แล้วเอสเตอร์ของน้ำมันทั้งหลายให้สารพิษน้อยกว่าดีเซล ยกเว้น Aldehyde และ NO_x ที่มากกว่า [17] ก็ระบุว่า NO_x มากขึ้น เอกสาร [18] ระบุว่าควันดำ (ปาล์มดิบ และ กลิ่น ผสมกับดีเซล) น้อยกว่าในทุกกรณี ส่วนเอกสาร [21] (มะพร้าว (20) กัด (1)) ระบุว่ามีความหนาแน่นดำมากกว่าดีเซลเล็กน้อย

สาเหตุที่นักวิจัยต่างๆ ได้ข้อสรุปที่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะว่าค่าควันพิษนั้นปกติมีปริมาณน้อยอยู่แล้ว (ระดับ ppm) การเปลี่ยนแปลงแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจเป็นสัดส่วนที่มากได้ และในการทำการทดลองนั้นสภาพเครื่องยนต์ สภาพการทดลอง ความแตกต่างของลักษณะห้องเผาไหม้ ลักษณะหัวฉีด ย่อมมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ของเครื่องยนต์ของน้ำมันพืช และ น้ำมันดีเซล แตกต่างกัน แม้เพียงเล็กน้อยก็อาจส่งผลต่อปริมาณควันพิษได้มาก

2.5 ผลกระทบต่อเครื่องยนต์ในลักษณะอื่น ๆ

➤ การติดเครื่องยนต์ในขณะเย็น

ผลการวิจัยทั้งของไทยและต่างประเทศระบุว่า การใช้น้ำมันพืชดิบทำให้เครื่องยนต์ติดยากในขณะเย็น ทั้งนี้คงเนื่องจากความหนืดสูงผนวกกับการระเหยได้ยาก (เพราะมีจุดวาบไฟสูง) ดังนั้นในขณะเย็นจะทำให้มีการติดไฟน้อยและช้ากว่าปกติ แต่ในขณะเย็นกลับมีการสูญเสียความร้อนมากกว่าปกติที่ผนังกระบอกสูบ (flame quenching) เมื่ออัตราการสูญเสียความร้อนมากกว่าอัตราการสร้างความร้อนจากการเผาไหม้การเผาไหม้ก็ไม่อาจดำรงอยู่ได้ (flame extinction)

➤ การจุดดับในไส้กรอง

ในการใช้น้ำมันพืชดิบนั้นมักพบว่าต้องเปลี่ยนไส้กรองบ่อยมากขึ้น ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันดิบหรือน้ำมันผสมที่มีกระบวนการผลิตแบบชาวบ้านที่ยังไม่ได้ใช้เทคโนโลยีที่สูงพอ จึงมีกากชีวมวลแขวนลอยที่มีความหนืดเหนียวและเยิ้มของไส้กรองอยู่มาก แต่ในอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการเป็นไขของน้ำมันที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเป็นหมอก นอกจากนี้พบว่ากระบวนการเกิดไขยังถูกเสริมด้วยวัสดุที่ใช้ทำถังน้ำมันอีกด้วย (ประสบการณ์ของผู้แต่งเอง) เช่น การบรรจุในถังพลาสติกมักเกิดไขน้อย แต่ในถังเหล็กมีเกิดไขมาก ที่อุณหภูมิเดียวกัน

➤ การเสื่อมสภาพของท่อจ่าย

ใน [2,3] ระบุว่าท่อจ่ายมีการเสื่อมสภาพเช่น พองตัว แข็งตัว เร็วกว่าปกติ ในการใช้น้ำมันพืช จึงชวนให้คิดได้ต่อไปว่า ระบบน้ำมันนั้น (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปั้มหัวฉีดมีลูกยางเป็นซีลกันรั่วอยู่มากพอสมควร หากเสื่อมสภาพเร็วก็จะกระทบต่อความคงทนของเครื่องยนต์โดยปริยาย

3. น้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว

การวิจัยในประเทศตะวันตกนั้นมักเป็นน้ำมันเมล็ดเรพ (rapeseed) ถั่วเหลือง ทานตะวัน เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีส่วนคล้ายแต่ไม่เหมือนน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีมากในประเทศไทยนัก สำหรับน้ำมันปาล์มได้มีการทำวิจัยมากในประเทศมาเลเซีย โดยองค์กรการ PORIM (Palm Oil Research Institute of Malaysia) แต่ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ ester ล้วน และเอสเตอร์ผสมดีเซลมากกว่าน้ำมันดิบ [3] มีการทดสอบในสนามด้วยเครื่องยนต์ที่หลากหลาย เช่น รถลาก รถแทรกเตอร์ รถ

แท่งที่ปรากฏว่าได้ผลดีมาก เครื่องยนต์เดินเรียบ(ไม่มีการน็อค) กำลังดี ควันต่ำลดลง การกินน้ำมันเพิ่มประมาณ 5-25% แต่ในบางครั้งการกินน้ำมันลดลงหากวิ่งรถด้วยความเร็วเกิน 80 กม. ต่อ ชม. ผู้วิจัยไม่ได้ให้เหตุผลประกอบไว้ จึงขอคาดคะเนว่าอาจเป็นเพราะความปั่นป่วนของอากาศที่วิ่งเข้าสู่กระบอกสูบสูงขึ้น ซึ่งช่วยทำให้การผสมอากาศกับละอองน้ำมันดีขึ้น เป็นผลให้เกิดการเผาไหม้ที่รวดเร็วกำลังพอดี ในขณะที่การเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลในสภาพเดียวกันมีความเร็วสูงเกินไป สำหรับการใช้น้ำมันดิบนั้น [22] สรุปว่าสามารถใช้น้ำมันดิบ เดินเครื่องได้หากได้รับการอุ่นร้อนที่เหมาะสม ซึ่งได้รับการรับรองจากการทดสอบใน [23]

น้ำมันปาล์มนั้นมีค่าจุดเกิดหมอกสูงมาก (31°C) ซึ่งหมายความว่าแม้ที่อุณหภูมิห้องปกติและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืนจะเกิดไขจับตัวในน้ำมัน ดังนั้นจึงต้องทำการแยกไขออกด้วยกรรมวิธีต่างๆก่อนนำมาใช้ เช่น แยกด้วยการกรองธรรมดา หรือแยกด้วยการทำ winterization (การทำให้เย็นลงแล้วแยกไขออก) หรือ ด้วยการทำเป็นน้ำมันใส(ester)เลย เพราะการทำเป็นเอสเทอร์จะให้จุดเกิดหมอกที่ 8°C ส่วนค่าเลขซีเทนนั้น ปาล์มเอสเทอร์มีค่า 64 [3] ปาล์มดิบ 62-65 [1] และ 42 สำหรับปาล์มดิบ และ 56 สำหรับปาล์มเอสเทอร์ [2] ซึ่งจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันมากพอสมควรในเอกสารวิจัยต่างๆ

สำหรับน้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติที่น่าสนใจมากเพราะว่าโครงสร้างโมเลกุลเป็นพันธะเดี่ยวเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมากกว่าน้ำมันพืชชนิดใดๆในโลก (สังเกตจากตารางคุณสมบัติใน [2]) และ ความหนืดก็ค่อนข้างต่ำกว่าน้ำมันอื่น นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นว่าส่วนประกอบเป็น C12:0 และ C14:0 มากในขณะที่น้ำมันอื่นเป็น C16 – C18 เสียมาก เช่นน้ำมันปาล์มมี C16:0 และ C18:1 มากที่สุด [1,2] (ตัวเลข C:x:y นั้นค่า x คือจำนวนคาร์บอนในห่วงโซ่โมเลกุล ส่วนค่า y คือจำนวนแขนเกาะที่เป็นพันธะคู่ ซึ่งบ่งบอกถึงความเป็นไขมันไม่อิ่มตัว) จุดเกิดหมอกก็ต่ำกว่าน้ำมันปาล์ม คือเกิดที่ 26°C [6] ข้อเสียเชิงเศรษฐกิจคือผลผลิตต่อไร่ต่ำมากเมื่อเทียบกับน้ำมันปาล์ม กล่าวคือ ได้ 168 กก./ไร่ ในขณะที่ปาล์มได้ 720 กก./ไร่ [24] ดังนั้นศักยภาพในการเป็นน้ำมันทดแทนในวงกว้างของน้ำมันมะพร้าวคงเป็นไปได้ยากนอกจากจะมีการบำรุงพันธุ์ให้ดีขึ้นมาก บทบาทของน้ำมันมะพร้าวในขณะนี้จึงควรเป็นตัวเสริมอุปสงค์ในการพุงราคาเพื่อช่วยเกษตรกรเป็นครั้งคราวเท่านั้น

ในประเทศไทยมีสูตรการผสมน้ำมันพืชเข้ากับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆพอสมควร เช่น สำหรับน้ำมันมะพร้าว มีสูตรของวท. (ซึ่งพ้องกับสูตรที่บสภของศูนย์ยุทธชัย วิวิฎฐกุลธร) ใช้น้ำมันก๊าด 1 ส่วน ผสมน้ำมันมะพร้าว 20 ส่วน และ สูตรบางคนที่ (ของคุณศิริเจริญช่าง) เหมือนกับสูตรแรก แต่เพิ่ม ดีเซลอีก 4 ส่วน และ เบนซินอีก 1 กระติ่งแดง(ใช้ส่วนตามคำบอกเล่าของเจ้าของสูตร) สำหรับน้ำมันปาล์มก็มีหลายสูตรเช่น สูตรที่บสภ (ซึ่งก็เหมือนกับสูตรของวท.) 60:40:7 (ปาล์ม:ดีเซล:ก๊าด) และ สูตร จ.ชุมพร (คุณสามารถ-เรณู มีอินทร์) 40:30:10:10 (ปาล์ม:ดีเซล:ก๊าด:หล่อลื่น) โดย เจ้าของสูตรยืนยันว่าจะไม่มีการเกิดเป็นไขที่อุณหภูมิห้องปกติ ตารางคุณสมบัติของสูตรเหล่านี้ปรากฏใน [8] สูตรต่างๆเหล่านี้ได้มาจากการลองผิดลองถูก โดยมีหลักวิชาการเข้าช่วยบ้างแล้วแต่กรณี การศึกษาค้นหาสูตรที่

เหมาะสมเป็นงานที่ยากมาก และเป็นประเด็นที่อาจทำการวิจัยได้ต่อไปอีกมาก

4. ลักษณะพิเศษของเครื่องยนต์ที่ช่วยเสริมการเผาไหม้

4.1 ฉีดอ้อมเทียบกับฉีดตรง

เครื่องยนต์ที่มีลักษณะพิเศษอาจช่วยเสริมการเผาไหม้ของน้ำมันพืชให้ดีขึ้นได้ เช่น เครื่องฉีดโดยอ้อม (indirect injection engine, IDI) มีความเหมาะสมต่อการใช้น้ำมันพืชมากกว่าเครื่องแบบฉีดตรง(direct injection, DI) [5,9] เพราะในเครื่อง IDI นั้นมีการผสมน้ำมันกับอากาศเป็นอย่างดีใน prechamber ก่อนที่จะพ่นออกสู่ห้องเผาไหม้หลัก ส่วนเครื่องแบบ DI นั้นการผสมไม่ดีเท่าแบบ IDI จึงเกิดปัญหาจากการไม่เพียงพอของที่ติดพอ เท่าที่สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเครื่องยนต์ที่เกษตรกรรายย่อยในประเทศไทยใช้ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ IDI ซึ่งน่าจะทำให้เป็นเครื่องยนต์ที่เหมาะสมต่อการใช้น้ำมันพืชดิบ แต่การประหยัดเงินต่อหัวเกษตรกรรายย่อยต่อปีอาจน้อยมากเพราะในปั้มน้ำมันหนึ่งๆเกษตรกรรายย่อยใช้น้ำมันเป็นปริมาณที่ไม่มากนัก หากผนวกเครื่อง IDI เข้ากับการอุ่นร้อนน้ำมัน ก็ควรจะทำให้มีคุณสมบัติการเผาไหม้ดีมาก เครื่องยนต์ไม่น่าจะมีการเสียหายอันเป็นผลพวงจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เลย น่าสังเกตว่าเครื่องยนต์เรือประมงส่วนใหญ่เป็นเครื่องใหญ่ที่มีค่าใช้จ่ายน้ำมันสูง จึงควรศึกษาว่าเครื่องยนต์เหล่านี้มีลักษณะใดและการอุ่นร้อนน้ำมันปาล์มดิบจะเหมาะสมต่อการใช้งานในเรือประมงหรือไม่

4.2 การใช้เทอร์โบชาร์จ

เอกสารวิจัยระบุว่าเครื่องยนต์ที่มีการติดตั้งเทอร์โบชาร์จมี การเผาไหม้ของน้ำมันพืชดีขึ้น แต่ไม่ได้ให้เหตุผล จึงใคร่ขออนุมานไว้ ณ ที่นี้ว่าอาจเป็นเพราะความหนาแน่นของอากาศที่มากขึ้นทำให้การฉีดน้ำมันเป็นฝอยละอองได้ดีขึ้น (เนื่องจากค่าเลขเรโนลด์สูงขึ้น)

4.3 รอบต่ำเทียบกับรอบสูง

จากการพูดคุยกับนักวิจัยไทยบางท่าน และข้อมูลใน [3] ระบุว่า การที่เครื่องมีรอบต่ำจะเหมาะสมมากขึ้นสำหรับการใช้น้ำมันพืชดิบ ผู้แต่งได้สอบถามนักวิจัยบางท่านถึงเหตุผลแต่ก็ไม่กระจ่างเท่าใด แต่ใน [3] ได้ให้เหตุผลไว้อย่างน่าฟังว่า การที่เครื่องรอบต่ำทำให้ละอองน้ำมันมีเวลาในการเผาไหม้นานจึงสามารถเผาไหม้ได้หมดจดมากขึ้นกว่าเครื่องรอบสูง จึงขอเสริมว่านอกจากนี้ยังทำให้ละอองน้ำมันมีเวลาในการระเหยไปผสมกับอากาศมากขึ้นด้วย

ดังนั้น เนื่องจากเครื่องยนต์เกษตรขนาดเล็กส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องรอบต่ำ และยังเป็นเครื่องแบบ IDI อีกด้วย จึงน่าจะยิ่งช่วยการผสมและระเหยของน้ำมันเป็นอย่างดีถึงสองต่อ จึงควรศึกษาว่าเครื่องเรือประมงเป็นเครื่องรอบต่ำแบบ IDI ด้วยหรือไม่ ถ้าใช่ก็ต้องนับเป็นกลุ่มเป้าหมายที่สำคัญในการใช้น้ำมันพืชดิบเป็นอย่างยิ่ง อนึ่ง คุณ ยุทธชัย (เจ้าของสูตรที่บสภ) ให้การว่าเครื่องยนต์เล็กขนาด 10 แรงม้า ได้ถูกใช้สีขาวต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน (500 ชม) โดยไม่มีการเสียหายแต่อย่างใด (น้ำมันมะพร้าวผสมก๊าด 20:1)

แต่ก่อนที่จะด่วนสรุปว่าเครื่องรอบต่ำดี เอกสารวิจัย [5] กลับระบุเป็นตรงกันข้ามว่า เป็นที่ทราบกันดีมานานแล้วว่าเครื่องที่รอบต่ำทำให้เกิดการสะสมตัวของสารประกอบคาร์บอนมากแม้ในการใช้น้ำมันดีเซลธรรมดา แต่ไม่ได้ให้เหตุผลประกอบว่าเป็นเพราะเหตุใด อาจเป็นเพราะว่าอากาศมีระดับความดันป้อนต่ำที่รอบต่ำ ทำให้มีการผสมน้ำมันกับอากาศไม่ดีพอ

5. วรรณคดีเชิงวิชาการ

มีประเด็นหลายประเด็นที่ผลงานวิจัยของนักวิจัยทั้งหลายยังขัดแย้งกันเอง หรือ ขัดแย้งกับความรู้ที่ทักท้วงไป ในบางประเด็นเหล่านั้นผู้แต่งได้แสดงทรรศนะไว้แล้ว ส่วนประเด็นอื่นๆใครขอแสดงทรรศนะเพิ่มเติมไว้พอสังเขปดังนี้

5.1 การผันแปรของค่าเลขซีเทน

ลักษณะการเผาไหม้จริงของน้ำมันพืชอาจไม่สะท้อนค่าเลขซีเทน เพราะการหาค่าเลขซีเทน (CN) นั้นมาจากการทดลองเดินเครื่องยนต์มาตรฐานโดยกรรมวิธีมาตรฐานตามที่กำหนด แล้วทำการวัดหาค่าเวลาหน่วงการไหม้ (ignition delay time) โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งเครื่องยนต์และกรรมวิธีที่กำหนดนั้นเหมาะสมสำหรับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันอื่นๆที่ใกล้เคียง ค่าเลขที่วัดได้นั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับกลไกทางเคมี(การเผาไหม้)แล้ว ยังขึ้นอยู่กับกลไกทางกายภาพด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระเหยเป็นไอและการผสมกันของน้ำมันกับอากาศในสภาวะแวดล้อมของอากาศในกระบอกสูบ เนื่องจากสภาวะแวดล้อมของอากาศภายในกระบอกสูบระหว่างเครื่องยนต์มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ CN กับเครื่องยนต์ใช้งานจริงนั้นสภาพแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้มีวิวัฒนาการเกี่ยวกับการหมุนวนอากาศในกระบอกสูบเป็นไปอย่างรวดเร็ว และการสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเป็นเชิงเส้นในแต่ละเชื้อเพลิง (กล่าวคือระหว่างน้ำมันพืชและดีเซล) ดังนั้น จึงควรใช้ค่าเลขซีเทนเป็นเพียงแนวทางคร่าวๆเท่านั้น การเผาไหม้ในกระบอกสูบแต่ละชนิดที่มีปรัชญาในการออกแบบไม่เหมือนกันอาจได้คุณลักษณะการเผาไหม้ที่ไม่สอดคล้องกับค่าเลขซีเทนก็เป็นได้ (อาจดีกว่า หรือเลวกว่า ที่ค่าเลขบ่งบอก)

5.2 ค่าเลขซีเทนของน้ำมันปาล์ม

ข้อมูลการวิจัยจากตะวันตกระบุว่าน้ำมันพืชที่มีปริมาณพันธะคู่สูงจะมีค่าเลขซีเทนต่ำและมีจุดเกิดหมอกดำด้วย [2] แต่น้ำมันปาล์มกลับเป็นตรงกันข้ามในทั้งสองกรณีคือมี C18:1 มากถึงประมาณ 40% แต่กลับมี CN = 63 และมีจุดเกิดหมอกสูงถึง 31C ทั้งนี้อาจเป็นเพราะตำแหน่งของพันธะคู่ของน้ำมันปาล์มที่ไม่เหมือนกับน้ำมันพืชอื่นๆที่นักวิจัยทางตะวันตกใช้เป็นฐานในการตั้งข้อสังเกต

5.3 ผลกระทบจากความเร็วยรอบ

การที่นักวิจัยและผู้ใช้งานในท้องถิ่นไทยโดยทั่วไปสังเกตเห็นว่าเครื่องยนต์รอบต่ำสามารถใช้ น้ำมันพืชได้ดีนั้นอาจเป็นความบังเอิญที่ว่าเครื่องยนต์รอบต่ำ(ทางการเกษตร)เป็นเครื่อง IDI จึงทำให้มีการผสม

น้ำมันเป็นอย่างดีอยู่แล้วก็เป็นได้ จึงน่าจะได้มีการทดลองในเครื่องรอบต่ำที่เป็น DI ดูว่าจะดีเหมือนกันไหม

5.4 อุณหภูมิห้องเย็น

สิ่งหนึ่งที่เอกสารวิจัยทั้งหลายไม่ได้คำนึงถึงคืออัตราการส่งผ่านความร้อน ซึ่งหากไม่มีการควบคุมโดยอัตโนมัติจะส่งผลถึงระดับอุณหภูมิห้องเย็นด้วย จากการสังเกตของคุณ พิทยา ทิพย์รักษ์ เจ้าของอุทัยยานยนต์ อ. เมือง จ. นครราชสีมา [25] ในการทดลองเดินเครื่องด้วยน้ำมันปาล์มดิบ ปรากฏว่าอุณหภูมิของน้ำห้องเย็นเครื่องลดลงจากเดิมที่ได้จากน้ำมันดีเซลประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า เป็นเพราะอุณหภูมิในห้องเผาไหม้น้ำมันดีเซล (เพราะค่าความร้อนต่ำกว่า) ทำให้ปริมาณการส่งผ่านความร้อนไปยังน้ำห้องเย็นลดลง ซึ่งควรจะทำให้ปริมาณความร้อนสุทธิที่ได้จากการเผาไหม้เปลี่ยนไปเป็นพลังงานกลได้มากขึ้น (ซึ่งทำให้ค่าความร้อนที่น้อยกว่าน้ำมันดีเซลมีผลน้อยกว่าที่ตัวเลขบ่งบอก เนื่องจากประสิทธิภาพเชิงความร้อนควรจะต้องสูงขึ้น) อีกสิ่งหนึ่งที่ควรแก่การไตร่ตรองคือ ในเมื่ออุณหภูมิห้องเผาไหม้น้ำมันดีเซล(ที่ปริมาณการฉีดน้ำมันเท่ากัน) ความร้อนที่ผนึกกระบอกสูบก็จะต้องต่ำกว่าดีเซลด้วย ซึ่งอาจทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากปรากฏการณ์ควีนซิง(quenching) สูงขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้ปริมาณแก๊สพิษบางตัวในไอเสียสูงขึ้นด้วย เช่น HC CO และจะพลอยทำให้มีการปนเปื้อนน้ำมันเครื่องจากไอน้ำมันที่ไม่ได้รับการเผาไหม้สูงขึ้นด้วย ดังนั้นจึงควรแก้ด้วยการลดอัตราการไหลของน้ำห้องเย็นลง หรือควบคุมโดยการใช้เทอร์โมสตัท จะทำให้ได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น ลดปริมาณการปนเปื้อนน้ำมันเครื่องและลดมลพิษลงพร้อมๆกันไป

5.5 การทะลวงของฝอยน้ำมัน

จากผลการทดลองใน [9] ซึ่งระบุว่าการอุ่นร้อนทำให้การทะลวง(เข้าสู่ห้องเผาไหม้)ของฝอยน้ำมันสูงขึ้นนั้น และการอุ่นร้อนทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์มากขึ้น ข้อมูลทั้งสองนี้ขัดแย้งกันเอง และข้อมูลแรกขัดแย้งกับความเห็นของนักวิจัยทั่วไป เพราะนักวิจัยทั่วไปเห็นว่าการทำให้น้ำมันใสขึ้นน่าจะมีการทะลวงน้อยลง ทั้งนี้เพราะการฉีดจะเป็นฝอยละอองดีขึ้น และหากทะลวงมากขึ้นก็น่าจะกระทบกับผนังกระบอกสูบมากขึ้นซึ่งน่าจะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์น้อยลง(เพราะผนังจะดูดความร้อนออกไปจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ (quenching)) เพื่อให้ผลการวิจัยไม่ขัดแย้งกันจึงขอคาดคะเนว่า การอุ่นร้อนนั้นทำให้การเป็นฝอยละอองน้อยลง (คือเม็ดละอองใหญ่ขึ้น) ดังนั้นตามหลักกลศาสตร์หากมีความเร็วเท่ากันจะต้องทะลวงมากขึ้น (แม้คิดแรงดูดทั้งแรงเสียดทาน(friction drag)และแรงดันแตกต่างด้านหน้าด้านหลัง(form drag)ซึ่งมีมากเพิ่มขึ้นแล้วก็ตาม) เพราะการที่ใสขึ้น(มีความหนืดน้อย)ลงไม่ได้หมายความว่าต้องเป็นฝอยละเอียดมากขึ้นเสมอไป เพราะแม้ค่าเลขเรย์โนลด์จะมากขึ้น แต่ค่าเลขเรย์โนลด์ต่อค่าเลขเวเบอร์ (γ/μ) ซึ่งเป็นอีกปัจจัยสำคัญหนึ่งในการกำหนดความเป็นฝอยละออง [26] ก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อ γ, μ คือค่าความตึงผิว, ความหนืด และ ความเร็วตามลำดับ และจาก [27] ในการทำให้ร้อนขึ้นนั้นค่าความตึงผิวลดลงเป็นปริมาณที่น้อยกว่าค่าความหนืด ดังนั้นค่าเลขนี้จึงสูงขึ้น ซึ่งหมายความว่า

ว่าการเป็นฟอยล่องจะน้อยลง การทะลวงที่มากขึ้นย่อมแสดงว่าค่าเลขนี้มีผลต่อขนาดล่องมากกว่าค่าเลขเรโนลด์ แต่เนื่องจากการหักล้างกันดังนั้นจึงอาจอนุมานได้ว่าขนาดล่องจะไม่ใหญ่ขึ้นมากนัก

สิ่งที่มาพร้อมกับการอุ่นร้อนคืออัตราการระเหยของน้ำมัน เพราะโมเลกุลมีพลังงานมากขึ้น แม้เมื่อดล่องจะใหญ่ขึ้นเล็กน้อย แต่การระเหยดีขึ้นมากดังนั้นการเผาไหม้โดยรวมดีขึ้น ซึ่งทำให้การอุ่นร้อนเป็นสิ่งที่ควรกระทำ (หากไม่มีผลกระทบด้านอื่นตามมา)

5.6 การปนเปื้อนน้ำมันเครื่อง

ผลการวิจัยที่ขัดแย้งกันซึ่งบางรายงานระบุว่าน้ำมันเครื่องใสขึ้น แต่บางรายงานกลับระบุว่าขึ้นนั้น พอดีคาดคะเนได้ว่าเป็นจริงในทั้งสองประเด็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าใช้น้ำมันประเภทใดหากเป็นน้ำมันที่มีพันธะเดี่ยวมากอาจทำให้ใสขึ้นเพราะการที่น้ำมันเกาะที่ผิวกระบอกสูบมาก (เนื่องจากเผาไหม้ไม่สมบูรณ์) จะถูกแก๊สความดันสูง (blow-by) และ/หรือ แหวนสูบกวาดน้ำมันลงไปผสมกับน้ำมันเครื่องทำให้น้ำมันใสขึ้นได้ แต่หากน้ำมันพืชมีส่วนผสมพันธะคู่มากปฏิกิริยาที่ผนังกระบอกสูบอาจเปลี่ยนไป เช่น อาจเกิด polymerization ทำให้มีความเหนียวมากก่อนถูกกวาดลงไปผสมน้ำมันเครื่อง ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้น้ำมันข้นมากขึ้น

6. ทรรศนะเชิงนโยบาย

ราคาน้ำมันพืชมีการขึ้นลงตามสภาวะตลาด ในบางช่วงราคาจะต่ำกว่าน้ำมันดีเซล (ในขณะที่เขียนบทความนี้ น้ำมันปาล์มดิบราคาดุลละประมาณ 10 บาท ในขณะที่น้ำมันดีเซลราคาประมาณ 13.50 บาท) ตามหลักการของอุปสงค์อุปทาน หากมีการนำน้ำมันพืชมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลมากเท่าใด ราคาของน้ำมันพืชก็จะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดก็จะสูงเท่าน้ำมันดีเซล การใช้น้ำมันพืชมากจึงเป็นการช่วยเกษตรกรให้ได้ราคาผลผลิตดีขึ้น และยังมีผลพลอยได้คือ ทำให้ประหยัดเงินตราที่ต้องนำไปซื้อน้ำมันจากต่างประเทศด้วย ทำให้เงินตราหมุนเวียนเพื่อสร้างผลคูณทางเศรษฐกิจอยู่ในระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่ก็มีผลกระทบเชิงลบตามมาโดยทันทีเพราะว่าปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวที่ผลิตได้ในประเทศไทยขณะนี้ปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ผลผลิตน้ำมันปาล์มบวคมะพร้าวทั้งหมดหากไม่ใช้บริโภคเลยจะทดแทนน้ำมันดีเซลได้ประมาณ 6% เท่านั้น) ดังนั้นหากประชาชนและหรือ อุตสาหกรรมหันมาใช้ น้ำมันพืชแม้เพียงจำนวนเล็กน้อยก็จะทำให้น้ำมันขาดตลาดและมีราคาแพงขึ้นมาทันที รวมทั้งอาหารที่ต้องผลิตจากน้ำมันด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อคนทั้งประเทศ การช่วยเกษตรกรจึงเท่ากับเป็นการทำความเดือดร้อนให้กับคนทั้งประเทศ(ซึ่งรวมทั้งเกษตรกรด้วย)โดยปริยาย ทางออกในประเด็นนี้ขอเสนอว่าควรให้หน่วยงานพลังงานในวิสาหกิจของรัฐบาลผสมน้ำมันพืชเข้ากับน้ำมันดีเซลเพื่อจำหน่ายในสัดส่วนผสม 0-5% เท่านั้น ปริมาณที่จะผสมควรขึ้นลงโดยอิงอยู่กับปริมาณเหลือใช้ของน้ำมันพืชในประเทศ กล่าวคือ หากเหลือมากก็ผสมมาก หากเหลือน้อยก็ผสมน้อย ซึ่งจะทำให้รัฐบาลสามารถซื้อและหรือประกันราคาแก่เกษตรกรได้และยังได้กำไรจากการนี้อีกด้วย โดยนำผลผลิตมาใช้ผสมดีเซลขายโดยทันที ไม่ต้องนำเก็บเข้ายุ้งฉางเหมือนเช่นที่เคยทำมา

นอกจากนี้ก็ยังช่วยชาติประหยัดเงินตราต่างประเทศได้ทันที แต่ไม่ควรผสมเกิน 5% ทั้งนี้เพื่อเป็นกุศโลบายในการค่อยๆสร้างความมั่นใจในการใช้น้ำมันพืชแก่สาธารณชน เชื่อว่าการใช้ ผสมไม่เกิน 5% (แม้ผสมในรูปน้ำมันดิบ) จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ชำรุดอย่างแน่นอน แต่หากผสมมากกว่านี้ก็อาจเกิดการชำรุดหรือสมรรถนะตกต่ำได้ ควรจะใช้นโยบายผสมน้ำมันเช่นนี้สัก 5-10 ปี และในระหว่างนี้ก็ให้เร่งทำการวิจัยในประเทศอย่างจริงจังเพื่อหาหนทางผสมให้มากขึ้นโดยไม่ทำให้เครื่องชำรุด ในช่วงที่สองอาจผสมมากขึ้นเป็น 0-10% และก็เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนอาจใช้แบบ 100% ได้ในที่สุด

รัฐบาลไม่ควรอนุญาตให้เอกชนรายย่อยผลิตและจำหน่ายน้ำมันพืช(ผสมหรือไม่ก็ตาม)โดยอิสระ เพราะหากปล่อยให้ผู้ประกอบการรายย่อยจำหน่ายได้โดยพลการอาจจะนำไปสู่การไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งอาจทำให้เครื่องยนต์ของผู้ใช้เกิดการเสียหายและหากชาวกระบะขายออกไปในวงกว้าง จะทำให้สาธารณชนเสื่อมความศรัทธาในน้ำมันพืชได้อย่างถาวร (เหมือนดังเช่นกรณีไมยคาลิปดัส) ดังนั้นรัฐบาลจึงควรควบคุมการผลิตและจำหน่ายน้ำมันพืช โดยควรมีนโยบายให้ผสมน้ำมันพืชเข้ากับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนที่กำหนด และหากพิจารณาว่าน้ำมันพืชเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริม รัฐบาลก็ควรที่จะได้กำหนดแผนการปลูกพืชน้ำมันเพิ่มเติมในระยะยาวอย่างเป็นระบบ โดยในระหว่างนั้นก็ทำการสร้างความเชื่อมั่นให้กับประชาชนด้วยการผสมในสัดส่วน 0-5% และเร่งทำการวิจัยไปพร้อมกัน

สำหรับเรื่องมลพิษจากไอเสีย แม้ผลการวิจัยจะแตกต่างกันบ้างในหมู่นักวิจัย แต่ก็พอสรุปได้ว่าในภาพรวมแล้วปริมาณควันพิษไม่ได้มากกว่าน้ำมันดีเซล อนึ่ง สำหรับประเทศไทย ผู้แต่งมีความเห็นว่าไม่ควรที่จะเข้มงวดเรื่องควันพิษมากนัก เพราะ 1. ปริมาณการใช้น้ำมันน้อยมากในขณะนี้ควรเน้นการวิจัยเชิงวิศวกรรมศาสตร์เสียก่อน เมื่อมีการใช้มากขึ้นจึงค่อยพะวงเรื่องควันพิษ 2. ไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่มีการใช้พลังงานต่อหัวประชากรน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศพัฒนาแล้วจึงไม่ควรใช้มาตรฐานของประเทศพัฒนาแล้วมาเป็นข้อจำกัดการพัฒนาประเทศมากนัก 3. การใช้หมักเป็นในต่างจังหวัดที่ไม่มีประชากรและยานยนต์แออัดอยู่แล้ว

แท้จริงแล้วน้ำมันจากพืชน้ำมันจัดเป็นพลังงานจากชีวมวลชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพลังงานแสงแดดโดยอ้อม กล่าวคือพลังงานจากแสงแดดถูกดูดซับโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชซึ่งเปลี่ยนมาเป็นชีวมวลในรูปต่างๆ เช่น เป็นเนื้อไม้ และเป็นน้ำมันพืช เป็นต้น ผู้แต่งได้ประมาณการผลิตชีวมวลของพืชน้ำมันที่ดีที่สุด(ปาล์มน้ำมัน) เทียบกับการผลิตชีวมวลของไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส เห็นว่าไมยคาลิปให้ผลผลิตพลังงานต่อไร่ต่อปีสูงกว่าพืชน้ำมันหลายเท่า ดังนั้นหากประเทศไทยต้องการพลังงานจากชีวมวลในปริมาณมาก ก่อนอื่นต้องวิเคราะห์ว่าจะปลูกพืชอะไร หรือจะปลูกหลายตระกูล เช่น ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลสำหรับยานพาหนะ ส่วนการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยโรงงานไฟฟ้านั้น อาจผลิตด้วยกังหันไอน้ำจากการเผาไม้โตเร็วในลักษณะ fluidized bed หรือ pulverized chip ซึ่งนอกจากจะให้ผลผลิตพลังงานต่อไร่ดีกว่าแล้ว ยังให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าอีกด้วย

สำหรับนโยบายในการวิจัยนั้น ผู้แต่งเห็นเราไม่ควรตามตะวันตกและมาเลเซียในการที่เลิกการวิจัยการใช้น้ำมันดิบอย่างสิ้นเชิง

เพราะหากใช้น้ำมันดิบได้จะทำให้มีราคาถูกกว่ามาก และ จากการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นว่าน้ำมันดิบที่อุ่นร้อน (หรือแม้แต่ไม่อุ่นร้อน) มีศักยภาพสูงสำหรับเรือประมง ซึ่งมีอยู่มากในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุปกรณ์การอุ่นร้อนน้ำมันมีราคาน้อยมากเมื่อเทียบกับเงินที่จะประหยัดได้ในเครื่องยนต์เรือประมง อนึ่ง หน่วยงานวิจัยของรัฐควรประสานและร่วมมือกับรัฐบาลมาเลเซียในการทำงานวิจัยร่วมกัน เพราะมาเลเซียได้ทำมานานพอสมควร และสังเกตดูจากการตีพิมพ์ผลงานและการร่วมมือกับประเทศทางตะวันตกก็เห็นว่าทางมาเลเซียไม่ได้หวงแหนข้อมูลแต่ประการใด

เป็นที่ทราบกันดีว่าการวิจัยในประเทศไทยนั้นมีการขึ้นลงตามกระแสของปัญหาที่กำลังเผชิญ และไม่ได้มีการวางแผนการวิจัยในระยะยาวอย่างเป็นระบบ ผู้แต่งเห็นว่าการศึกษาวิจัยเรื่องพลังงานน้ำมันพืชนี้ควรจะได้บรรจุเป็นวาระการวิจัยที่ยั่งยืน แม้ปัญหาราคาน้ำมันแพงอาจจะหมดไปในอนาคตแล้วก็ตาม เรายังคงควรที่จะคิดไว้ล่วงหน้าว่าในสภาวะฉุกเฉิน เช่น สภาวะสงคราม ประเทศไทยจะใช้น้ำมันอะไร จากไหนในการวิ่งรถถังเพื่อไปตรงชายแดนเพื่อปกป้องสวัสดิภาพของชาวไทย จะใช้อะไรปั่นไฟฟ้า หรือ วิ่งรถไฟเพื่อส่งทหาร หรือขนส่งมวลชน เป็นต้น หากเราเตรียมความพร้อมด้านน้ำมันพืชด้วยการวิจัยอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบแล้ว เงินทุนที่ใช้ไปในการวิจัยสัก 20-30 ล้านบาทก็นับว่าเป็นเบียดเบียนกันอยู่ที่คุ้มค่านักแล้ว ทั้งนี้ยังไม่ต้อมนับถึงผลประโยชน์โดยตรงอันมหาศาลที่จะได้จากการวิจัยด้วย (หากนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยตรงและอย่างรวดเร็ว)

7. งานวิจัยที่มทส.

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มทส. (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) ได้เริ่มทำงานวิจัยด้านน้ำมันพืชทดแทนน้ำมันดีเซลอย่างไม่เป็นทางการตั้งแต่เดือนมกราคม ๒๕๔๓ โดยได้พยายามดัดแปลงเครื่องยนต์สี่สูบของรถปิกอัพให้มีการอุ่นร้อนน้ำมันก่อนเข้าเครื่อง ในเดือนพฤษภาคม ๒๕๔๔ ได้เข้าร่วมอยู่ในเครือข่ายของโครงการในพระราชดำริเพื่อทดสอบการใช้น้ำมันปาล์มในเครื่องยนต์เกษตรกรรมขนาดเล็ก โดยจะทำการทดสอบบนแท่นทดสอบ (dynamometer) ในเดือนมิถุนายน ๒๕๔๔ เริ่มต้นโครงการภายใต้การสนับสนุนของสกว. เพื่อทดสอบเครื่องยนต์รถปิกอัพที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบโดยจะทำการทดสอบทั้งเครื่อง DI และ IDI จุดประสงค์หลักคือต้องการวัดหาสารสะสมในห้องเผาไหม้ของทั้งสองระบบเพื่อเปรียบเทียบกัน ในขณะเดียวกันสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีก็จะทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบ และคุณสมบัติที่มีนัยสำคัญต่อการเป็นเชื้อเพลิง และหาวิธีการกรองที่เหมาะสม รวมทั้งหาแนวทางในการปรับคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงด้วยกรรมวิธีทางกายภาพและกรรมวิธีทางเคมี(รศ.ดร. ชัยยศ ตั้งสฤติกุลชัย โทร. (044) 224490) นอกจากนี้ อ. ดร.ธีระสุด สุขกำเนิด ((044) 224491) กำลังวิจัยเพื่อหาแนวทางในการผลิตเอสเตอร์โดยใช้กะตือลัดดีที่เป็นของแข็ง ซึ่งคาดหวังว่าจะทำให้กระบวนการมีราคาถูกลง สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์กำลังจะเริ่มโครงการวิจัยเพื่อวัดหาการเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์ในน้ำมันพืชพร้อมแสงสว่างตัวใหม่ที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น มทส. ยินดีที่จะร่วมมือกับหน่วยงานทุกหน่วยในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาชาติและสังคม

8. โอกาสในการทำงานวิจัย

ได้มีผู้เสนอแนวทางการทำวิจัยเรื่องน้ำมันพืชสำหรับนักวิจัยไทยไว้บ้างแล้ว [1,24,28] ผู้แต่งจึงจะขอเสริมหรือเน้นเฉพาะในประเด็นที่เห็นว่าสำคัญและเกี่ยวข้องกับวิศวกรรมศาสตร์เท่านั้น ดังนี้

8.1 การวิจัยระดับพื้นฐาน

(เรียงตามลำดับความสำคัญ)

- การวัดหาความคงทนของเครื่องยนต์ในระยะยาว จากการใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว ที่ส่วนผสมต่างๆ (ซึ่งเป็นการวิจัยที่ไม่ค่อยน่าสนใจนักแต่มีความสำคัญสูงสุด)
- การลดความหนืดโดยกระบวนการทางความร้อน และการประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์ IDI
- การหาผลกระทบจากชนิดของเครื่องเช่น DI/ IDI เทอร์โบ/ไม่เทอร์โบ รอบต่ำ/รอบสูง
- การสำรวจลักษณะเชิงวิศวกรรมของเครื่องยนต์เรือประมง และการเกษตร
- การวัดสมรรถนะเครื่องยนต์และปริมาณควันพิษ

8.2 การวิจัยระดับกลาง

(เรียงตามลำดับความสำคัญ)

- การค้นคว้าเอกสารวิจัยทั่วโลกอย่างกว้างขวาง จริงจัง รวมทั้งของมาเลเซียที่มีการทำงานวิจัยน้ำมันปาล์มมานาน จากนั้นแปล ย่อย สรุป เป็นภาษาไทยเพื่อให้คนไทยที่สนใจได้อ่านกันอย่างทั่วหน้า
- วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องชำรุดหรือด้อยประสิทธิภาพพร้อมหนทางแก้ไขอย่างง่าย วัดชนิดและปริมาณสารตกค้างในกระบอกสูบ และในน้ำมันเครื่อง พร้อมวิเคราะห์สาเหตุ
- วิเคราะห์หาส่วนประกอบและคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของน้ำมันปาล์ม
- การสร้างเสถียรภาพการเก็บรักษา ที่ส่วนผสมต่างๆ
- การกรองไข หรือ ขจัดไขออกจากน้ำมันปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพราคาถูก

8.3 งานวิจัยระดับสูง

(เรียงตามลำดับความสำคัญ)

- การลดค่าใช้จ่ายในการทำน้ำมันใส(ester)
- แสงหาสารตัวเติมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพน้ำมัน
- การวิเคราะห์กระบวนการเผาไหม้ และกระบวนการเกิด coke, soot, gum สะสม
- ความเข้ากันได้กับวัสดุโดยเฉพาะอย่างยิ่งพอลิเมอร์
- การเป็นฝอยละอองและการทะลุของลำน้ำมัน

9. สรุป

ผลการวิจัยของนักวิจัยไทยและทั่วโลกระบุในภาพรวมว่าการใช้น้ำมันพืชดิบแทนน้ำมันดีเซลโดยไม่มีการดัดแปลง จะทำให้ความชำรุดเสียหายต่อเครื่องยนต์ เพราะแหวนลูกสูบติดตัวด้วยสารประกอบคาร์บอน ต้นเหตุแห่งปัญหาเป็นเพราะน้ำมันพืชมีความหนืดสูงกว่าน้ำ

มันดีเซลประมาณ 15 เท่า แนวทางแก้ไขมีด้วยกัน 3 ประการหลักคือ

1. กรรมวิธีทางเคมี โดยการทำให้เป็นน้ำมันใส(เอสเตอร์)
2. การผสมเข้ากับน้ำมันดีเซล ในอัตราส่วนไม่เกิน 20% และ
3. การทำให้ร้อนขึ้น

นอกจากนี้พบว่า เครื่องยนต์แบบฉีดอ้อม(IDI) และหรือ มีการติดตั้งเทอร์โบชาร์จ จะเป็นผลดี ผลการวิจัยยังมีประเด็นที่คลุมเครืออยู่หลายประเด็น เช่น ความเร็วรอบสูงหรือต่ำดี น้ำมันเครื่องใสขึ้นหรือข้นขึ้น และอะไรคือตัวกำหนด คว้นพิษบางตัวเช่น NO_x เพิ่มขึ้นหรือลดลง โอกาสในการทำวิจัยของวิศวกรรมวิจัยไทยเพื่อหาความกระจ่างให้แก่ประเด็นเหล่านี้และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของประเทศไทยยังมีอีกมาก

10. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยบางส่วนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)

11. เอกสารอ้างอิง

- [1] พิศมัย เจนวนิชปัญกุล, "ไบโอดีเซล: พลังงานทางเลือก", เอกสารรวมเล่มบทความ, การประชุมระดมความคิดเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลไปสู่เชิงพาณิชย์, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 18 มิ.ย. 2544, หน้า E1-E11
- [2] Knothe, G.; Dunn, R. and Bagby, M., "The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels," Oil Chemical Research, National Center for Agricultural Utilization Research, Agriculture Research Service, U.S. Department of Agriculture, 1996
- [3] Sapuan, S.M., et al., "The Use of Palm Oil as Diesel Fuel Substitute," Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers, Vol. 210, pp. 47-53, 1996.
- [4] Ziejewski, et al., "Comparative Analysis of Plant Oil Based Fuels," Society of Automotive Engineering, SAE Paper 952061, 1995
- [5] Pestes, S.N. and Stanislaw, J., "Piston Ring Deposits When Using Vegetable Oil as a Fuel", *J. Testing and Evaluation*, Vol.12, No.2, 1984, pp. 61-68
- [6] กล้านรงค์ ศรีรอด, "ไบโอดีเซล: แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาสำหรับประเทศไทย", เอกสารรวมเล่มบทความ, การประชุมระดมความคิดเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลไปสู่เชิงพาณิชย์, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 18 มิ.ย. 2544
- [7] กัญญา บุญเกียรติ และ สุกัญญา มากมี, "ไบโอดีเซล: พลังงานทางเลือกใหม่สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล", วารสารวิทยาศาสตร์, ปีที่ 55, ฉบับที่ 3, 2544, หน้า 148-152.
- [8] Karaomanoglu, F., et al., "Direct Use of Sunflower Oil as a Compression-Ignition Engine Fuel", *Energy Sources*, Vol.22, , 2000, pp. 659-672.
- [9] Ryan III, T.W., et al., "The Effects of Vegetable Oil Properties on Injection and Combustion in Two Different Diesel Engines," *JAOCS*, Vol. 61, no. 10, Oct. 1984, pp. 1610-1619
- [10] Nouredдини, H., et al., "Viscosities of Vegetable Oils and Fatty Acids", *JAOCS*, Vol. 69, no.12, 1992, pp.1189-1191
- [11] ชัยยศ ตั้งสติกุลชัย, การสนทนาล้วนตัว, สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [12] Scholl, K.W. and Sorenson, S.C., "Combustion of Soybean Oil Methyl Ester in a Direct Injection Diesel Engine," Society of Automotive Engineer, SAE Paper
- [13] Schumacher, L.G., et al., "Fueling 5.9L and 7.3L Navistar Engines with Biodiesel-20", <http://web.missouri.edu/~pavt0689/BUSUM.htm>
- [14] Ozaktas, T., et. Al, "Alternative Diesel Fuel Study on Four Different Types of Vegetable Oils of Turkish Origin," *Energy Sources*, 19:173-181, 1997
- [15] Peterson, P.L., "On-Road Testing of Biodiesel – A Report of Past Research Activities", http://www.uidaho.edu/bae/biodiesel/research/past_research.html, 2001
- [16] Schumacher, L.G. and Van Gerpen, J., "Research Needs Resulting from Experiences of Fueling of Diesel Engines With Biodiesel", <http://www.missouri.edu/~pavt0689/ASAEJVG1.htm>
- [17] Serdari, A., et al, "Adding Biodiesel Corn Oil and Sunflower Oil to Diesel Fuel: The Impact on the Performance of Conventional Road Vehicles", *J. Inst. of Energy*, V.77, 1998, pp.126-136
- [18] สถาพร บุญสมบัติ และ คณะ, "โครงการวิจัยใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล", เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมเทคโนโลยีวิศวกรรมยานยนต์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544
- [19] สมชัย นรเศรษฐ์โสภณ และ ปิ่น ประมาพันธ์, "ผลกระทบจากการเปลี่ยนอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงดีเซลกับน้ำมันพืช", *Ladkrabang Engineering Journal*, Vol.17, No.3, Sept.2000
- [20] ภมร นวรัตน์กร, การสนทนาล้วนตัว, นักวิชาการอิสระ, อ.เมือง, จ.นครราชสีมา
- [21] โสภณ สกุลอำนาจพงศ์ และ สังวร สังกะ, "การศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าวเดินเครื่องยนต์ดีเซล", กองเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, 2526, ทะเบียนวิจัยเลขที่ 25 10 04 11 25 06 (ตามอ้างใน[1])
- [22] Elsbett, L., et al, "Alternative Fuel on a Small High Speed Turbocharged D.I. Diesel Engine", SAE Paper 830566, 1983 (อ้างถึงใน [3])

- [23] Henham, A.W.E. and Johns, R.A., "Experience with Alternative Fuels for Small Stationary Diesel Engines" Procs. of the ImechE Seminar on Fuels for Automotive and Industrial Diesel Engines, London, Nov. 1990, pp. 117-121
- [24] สุรภิตติ ศรีกุล และ คณะ, "การพัฒนาการผลิตและการปรับปรุงพืชน้ำมัน(ปาล์มน้ำมัน)", เอกสารรวมเล่มบทความ, การประชุมระดมความคิดเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลไปสู่เชิงพาณิชย์, สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 18 มิ.ย. 2544, หน้า B1-B18
- [25] พิทยา ทิพย์รักษ์, การสนทนาสวนตัว, อุทัยยานยนต์, อ.เมือง, จ. นครราชสีมา
- [26] Taylor, C.F., *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice*, The M.I.T. Press, Vol. 2, 1968]
- [27] Chumpitaz, L.D.A, et. al, "Surface Tension of Fatty Acids and Triglycerides", *JAACS*, Vol. 76, No. 3, 1999, pp. 379-382
- [28] ปรีดา วิบูลสวัสดิ์, "การใช้น้ำมันพืชในเครื่องยนต์ดีเซล", เอกสารรวมเล่มบทความ, การประชุมระดมความคิดเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลไปสู่เชิงพาณิชย์, สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 18 มิ.ย. 2544, หน้า A1-A6