



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิง

สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ ความหนืด (kinematic viscosity) ความหนาแน่น (density) จุดขุ่นตัว (cloud point) จุดไหลเท (pour point) จุดวาบไฟ (flash point) และค่าความร้อน (heating value) แสดงผล โดยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิง และวิธีการตรวจสอบ

สมบัติทางกายภาพ และเคมี	น้ำมันเชื้อเพลิง			วิธีทดสอบ
	CB100	B3	B0	
ความหนืด (cSt)	4.672 ± 0.003	3.103 ± 0.002	3.102 ± 0.002	ASTM D 445
ความหนาแน่น (kg/m <sup>3</sup> )	880.0 ± 0.0	840.0 ± 0.0	827.0 ± 0.0	ASTM D 1298
จุดขุ่นตัว (°C)	17.0 ± 1.15	6.0 ± 1.15	7.0 ± 1.15	ASTM D 2500
จุดไหลเท (°C)	7.0 ± 1.15	-6.0 ± 1.15	-8.0 ± 1.15	ASTM D 5950
จุดวาบไฟ (°C)	150.0 ± 6.66	57.0 ± 3.79	56.0 ± 4.58	ASTM D 93
ค่าความร้อน (MJ/kg)	46.38 ± 3.84	49.76 ± 1.02	49.08 ± 2.93	ASTM D 240

ความหนืด (Kinematic viscosity) ณ อุณหภูมิ 40°C ความหนืดเกี่ยวข้องกับการไหล การฉีด - เป็นฝอยของหัวฉีดในห้องเผาไหม้ การฉีดเป็นฝอยขนาดเล็กจะทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ความหนืดของน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าน้ำมัน B3 และ B0 โดยน้ำมัน CB100 มีความหนืดเฉลี่ยเท่ากับ 4.672 เซนติสโตกส์ (cSt) ส่วนน้ำมัน B3 และ B0 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 3.103 และ 3.102 cSt ตามลำดับ

ความหนาแน่น (Density) สมบัติข้อนี้ของน้ำมันถือว่าสำคัญมาก โดยเฉพาะในด้านการซื้อขาย เพราะส่วนใหญ่จะทำการซื้อขายกันตามปริมาตรที่อุณหภูมิที่วัดได้เป็นปริมาตรที่อุณหภูมิ

มาตรฐาน หรือที่เรียกว่า Volume Correction Factor ความหนาแน่นของน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าน้ำมัน B3 และ B0 โดยน้ำมัน CB100 มีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 880 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ ) ส่วนน้ำมัน B3 และ B0 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 840 และ  $827 \text{ kg/m}^3$  ตามลำดับ

**จุดขุ่นตัว (Cloud point)** คือ จุดที่น้ำมันเป็นฝ้าขุ่น อุณหภูมิที่ไขเริ่มตกผลึกเห็นเป็นฝ้า จุดน้ำมันเป็นฝ้าขุ่นจะสูงกว่าจุดไหลเทเล็กน้อย หรือเท่ากันเลยก็ได้ จุดนี้มีความสำคัญเป็นพิเศษ เพราะการที่ไขเริ่มตกผลึกออกมานั้น อาจทำให้หม้อกรองตันได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สูบลดน้ำมันไม่ได้ แม้ว่าตัวน้ำมันเองยังจะไหลได้ดีก็ตาม จุดขุ่นตัวของน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าน้ำมัน B3 และ B0 โดยน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยของจุดขุ่นตัวอยู่ที่  $17^\circ\text{C}$  ส่วนน้ำมัน B3 และ B0 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง  $6-7^\circ\text{C}$

**จุดไหลเท (Pour point)** คืออุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้ จุดไหลเทที่วัดได้บอกให้ทราบว่าใช้น้ำมันในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำขนาดนั้นไม่ได้ เพราะน้ำมันจะไม่ไหล ไขที่มีอยู่ในน้ำมันจะแยกตัวออกมาอุดตันทางเดินและหม้อกรอง ทำให้อุปกรณ์ทำงานไม่ได้ จุดไหลเทจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณลักษณะของไขที่มีอยู่ในน้ำมัน น้ำมันที่มีปริมาณไขสูงจะมีจุดไหลเทสูง จากตาราง 3.1 จุดไหลเทของน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าน้ำมัน B3 และ B0 โดยน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยของจุดไหลเทอยู่ที่  $7^\circ\text{C}$  ส่วนน้ำมัน B3 และ B0 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง  $-6$  ถึง  $-8^\circ\text{C}$

**จุดวาบไฟ (Flash point)** คือ อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันที่ทำให้เกิดไอน้ำมันเป็นปริมาณมากพอ และเมื่อสัมผัสเปลวไฟก็จะทำให้ลุกไหม้ทันที ซึ่งจุดวาบไฟจะไม่มีผลต่อคุณภาพหรือการใช้งานโดยตรง แต่เป็นข้อกำหนดทางกฎหมายเพื่อความปลอดภัยจากการเกิดอัคคีภัยในการเก็บรักษาและการขนถ่าย เพราะถ้าเกินอุณหภูมิจุดนี้ไปแล้วจะเป็นจุดติดไฟ (จุดติดไฟ คือ จุดที่อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันที่จะเกิดไอน้ำมันขึ้น และทำให้มีเปลวไฟลุกขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 5 วินาที) จากตาราง 4.1 จุดวาบไฟของน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าน้ำมัน B3 และ B0 โดยน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยของจุดวาบไฟที่  $150^\circ\text{C}$  ส่วนน้ำมัน B3 และ B0 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ  $57$  และ  $56^\circ\text{C}$

**ค่าความร้อน (Heating value)** เป็นปริมาณพลังงานความร้อนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเชื้อเพลิงต่อหนึ่งหน่วยมวลในระหว่างกระบวนการเผาไหม้ ค่าความร้อนของน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำมัน B3 และ B0 โดยน้ำมัน CB100 มีค่าเฉลี่ยของค่าความร้อนอยู่ที่  $46.38$  เมกะจูลต่อกิโลกรัม ( $\text{MJ/kg}$ ) ส่วนน้ำมัน B3 และ B0 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ  $49.76$  และ  $49.08 \text{ MJ/kg}$  ตามลำดับ

#### 4.2 ผลการทดสอบปริมาณอนุภาคไอเสียจากการเผาไหม้กับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ

จากการทดสอบปริมาณอนุภาคไอเสียด้วยการเดินเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรโดยใช้น้ำมัน CB100, B3 และ B0 และทำการเก็บอนุภาคไอเสียทั้ง  $PM_{10}$  และ  $PM_{2.5}$  ด้วยเครื่องเก็บอากาศ MiniVol ผลการทดสอบแสดงด้วยค่าเฉลี่ยปริมาณอนุภาคไอเสีย ( $mg/m^3$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ดังตาราง 4.2 จะเห็นได้ว่า CB100-DEPM<sub>10, 2.5</sub> และ B3-DEPM<sub>10, 2.5</sub> มีปริมาณอนุภาคไอเสียเฉลี่ยน้อยกว่า B0-DEPM<sub>10, 2.5</sub> โดย CB100-DEPM<sub>10</sub> และ B3-DEPM<sub>10</sub> มีปริมาณอนุภาคไอเสียเฉลี่ยน้อยกว่า B0-DEPM<sub>10</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วน CB100-DEPM<sub>2.5</sub> ก็มีปริมาณอนุภาคไอเสียเฉลี่ยน้อยกว่า B0-DEPM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน ในขณะที่ B3-DEPM<sub>2.5</sub> นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคไอเสียของน้ำมัน CB100 และ B3 กับน้ำมัน B0 พบว่าการเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมัน CB100 สามารถลดปริมาณอนุภาคไอเสียขนาด  $PM_{10}$  และ  $PM_{2.5}$  ได้ร้อยละ 60 และ 49 ตามลำดับ ส่วนน้ำมัน B3 สามารถลดปริมาณอนุภาคไอเสียขนาด  $PM_{10}$  และ  $PM_{2.5}$  ได้ร้อยละ 25 และ 10 ตามลำดับ

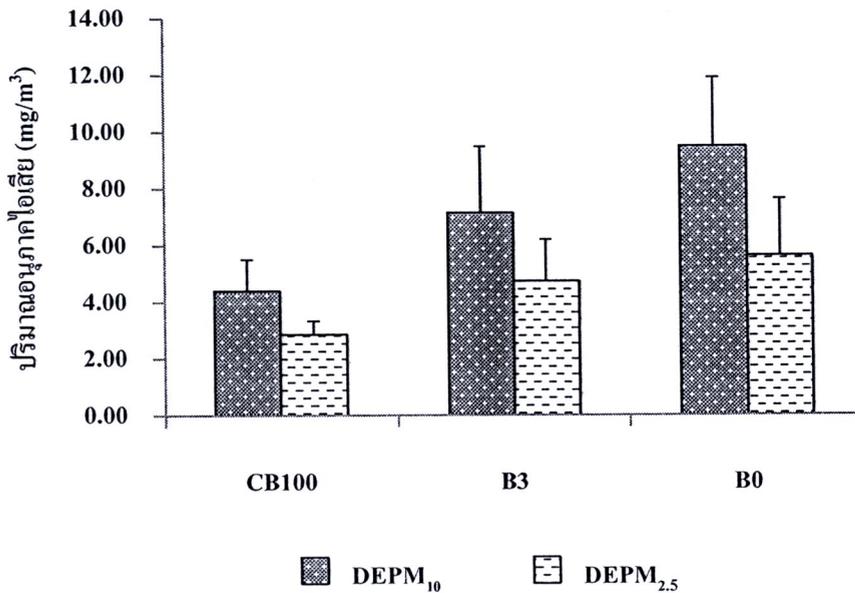
นอกจากนี้ได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณอนุภาคไอเสียระหว่าง  $PM_{10}$  และ  $PM_{2.5}$  ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนดังภาพ 4.1 พบว่า น้ำมันทุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบมีปริมาณอนุภาคไอเสียขนาด  $PM_{10}$  มากกว่า  $PM_{2.5}$

ตาราง 4.2 ปริมาณเฉลี่ยและช่วงของอนุภาคไอเสียจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ และร้อยละการลดลงของผลต่างเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไอเสียของ B0

น้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณอนุภาคไอเสีย ( $mg/m^3$ )		ร้อยละของผลต่าง
	ค่าเฉลี่ย±SD	ช่วง	
CB100-DEPM <sub>10</sub>	3.84 ± 0.53 <sup>a</sup>	3.12-4.79	-60
B3- DEPM <sub>10</sub>	7.15 ± 2.33 <sup>a</sup>	4.92-11.96	-25
B0-DEPM <sub>10</sub>	9.49 ± 2.42	6.35-14.36	
CB100- DEPM <sub>2.5</sub>	2.87 ± 0.47 <sup>a</sup>	2.61-3.84	-49
B3-DEPM <sub>2.5</sub>	5.09 ± 0.76	4.22-5.97	-10
B0-DEPM <sub>2.5</sub>	5.64 ± 1.99	2.12-8.75	

<sup>a</sup> แตกต่างจาก B0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

– แสดงการลดลง, + แสดงการเพิ่มขึ้น



ภาพ 4.1 ปริมาณเฉลี่ยของ DEP<sub>M10</sub> และ DEP<sub>M2.5</sub> จากการเผาไหม้ของน้ำมันที่ใช้ทดสอบ

#### 4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดอนุภาคไอเสีย

หลังจากทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดอนุภาคไอเสียด้วยวิธีเอ็มเอส ซึ่งใช้แบคทีเรีย *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA100 ผลการทดสอบแสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อจานเลี้ยงเชื้อ (Mutant colonies/plate) ของแบคทีเรียที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 50, 75 และ 100  $\mu\text{l/plate}$  ในสภาวะที่มีเอนไซม์ (+S9) และไม่มีเอนไซม์ (-S9) กระตุ้น แสดงผลดังตาราง 4.3 ส่วนค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ (Mutant colonies/m<sup>3</sup>) แสดงผลดังตาราง 4.4

ผลการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดอนุภาคไอเสียจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด พบว่า สารสกัดทุกชนิดที่ทดสอบด้วยสภาวะ -S9 จะมีค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์สูงกว่าสารสกัดที่ทดสอบด้วยสภาวะ +S9 แสดงว่าสารสกัดที่ทดสอบมีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์แบบไม่ต้องการเอนไซม์มากกระตุ้น เรียกว่า direct-acting mutagenicity โดยสารสกัด DEP<sub>M10</sub> จะมีฤทธิ์เหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้มากกว่าสารสกัดจาก DEP<sub>M2.5</sub> โดยเฉพาะสารสกัด B0-DEP<sub>M10</sub> จะเห็นได้ว่ามีฤทธิ์ทำให้แบคทีเรียกลายพันธุ์จำนวนมากที่สุด เท่ากับ 145 โคโลนีต่อจานเลี้ยงเชื้อ แต่ไม่พบว่ามีสารสกัดใดที่สามารถทำให้จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อจานเลี้ยงเชื้อสูงเกิน 2 เท่าของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ที่เกิดตามธรรมชาติ (background) แสดงว่าสารสกัดจากอนุภาคไอเสียจากการเผาไหม้กับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ต่างก็ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์

เมื่อนำจำนวน โคลิฟอร์มกลายพันธุ์กับปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดที่ทดสอบไปแสดงความสัมพันธ์โดยกราฟ พบว่าจำนวนโคลิฟอร์มกลายพันธุ์แปรผันตามระดับความเข้มข้นของปริมาณสารสกัดที่เพิ่มขึ้น จะเห็น ได้ชัดเจนดังภาพ 4.2

ตาราง 4.3 จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อจานเลี้ยงเชื้อของ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA100 ที่ได้จากการทดสอบสารสกัดอนุภาคไอเสียจากการเผาไหม้กับน้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ในสภาวะที่มีเอนไซม์ (+S9) และไม่มีเอนไซม์ (-S9) กระตุ้น

น้ำมันเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น ( $\mu\text{l}/\text{plate}$ )	จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อจานเลี้ยงเชื้อ <sup>1</sup>	
		(+S9)	(-S9)
CB100-DEPM <sub>10</sub>	50	10 $\pm$ 8.29	26 $\pm$ 5.74
	75	23 $\pm$ 5.47	49 $\pm$ 6.29
	100	37 $\pm$ 15.24	61 $\pm$ 14.24
B3-DEPM <sub>10</sub>	50	23 $\pm$ 13.69	66 $\pm$ 9.15
	75	38 $\pm$ 14.81	87 $\pm$ 10.73
	100	73 $\pm$ 11.13	134 $\pm$ 8.16
B0-DEPM <sub>10</sub>	50	48 $\pm$ 8.42	99 $\pm$ 12.89
	75	59 $\pm$ 10.98	128 $\pm$ 14.04
	100	76 $\pm$ 13.69	145 $\pm$ 30.55
CB100-DEPM <sub>2.5</sub>	50	6 $\pm$ 2.99	12 $\pm$ 8.90
	75	15 $\pm$ 8.17	24 $\pm$ 10.69
	100	22 $\pm$ 4.50	32 $\pm$ 9.44
B3-DEPM <sub>2.5</sub>	50	10 $\pm$ 4.79	23 $\pm$ 10.42
	75	23 $\pm$ 9.61	40 $\pm$ 12.02
	100	30 $\pm$ 8.12	58 $\pm$ 10.40
B0-DEPM <sub>2.5</sub>	50	28 $\pm$ 15.33	34 $\pm$ 8.71
	75	46 $\pm$ 11.70	50 $\pm$ 18.82
	100	59 $\pm$ 11.34	66 $\pm$ 12.49

จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ที่เกิดตามธรรมชาติ (Background) : +S9 = 116  $\pm$  20  
: -S9 = 105  $\pm$  13

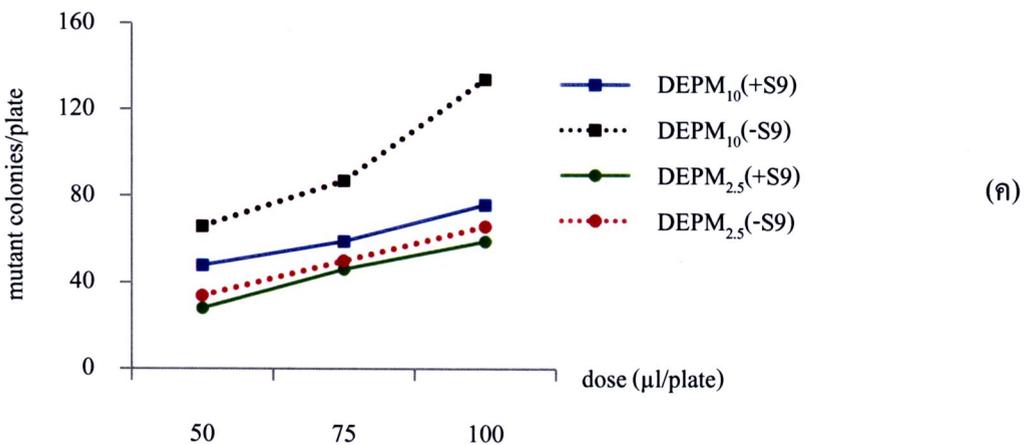
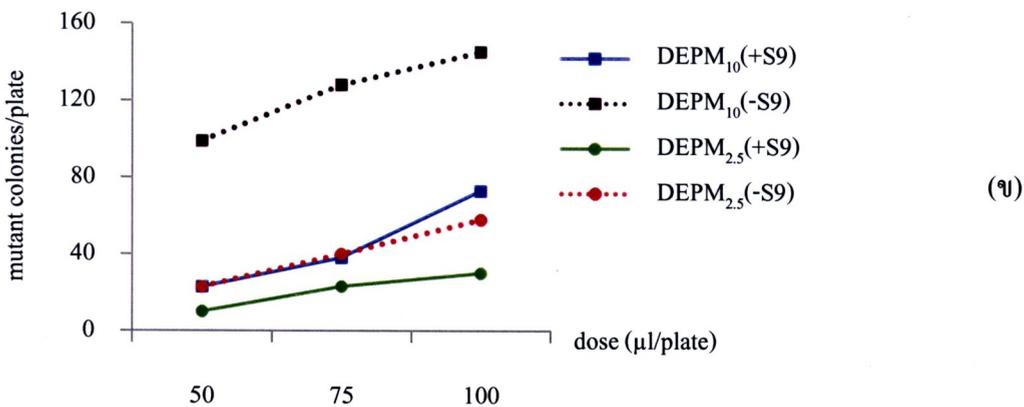
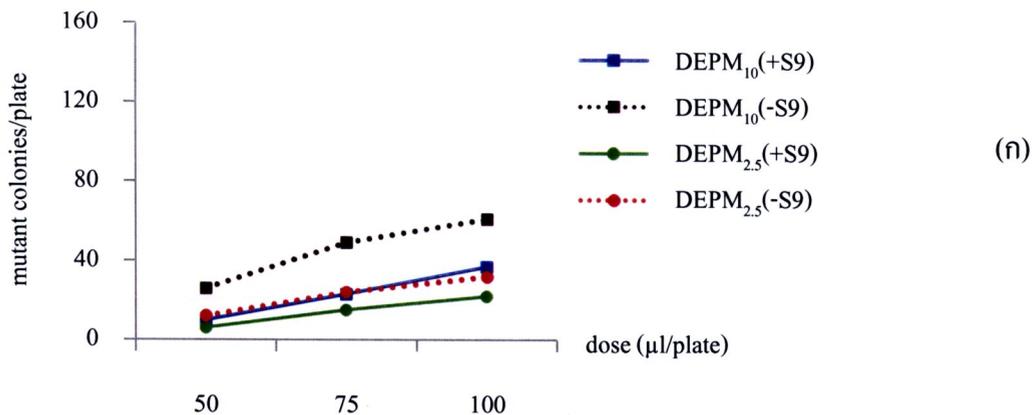
จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของกลุ่มควบคุมทางบวก (2-AA: 0.5  $\mu\text{g}/\text{plate}$ ) : +S9 = 673  $\pm$  52  
(AF-2: 0.01  $\mu\text{g}/\text{plate}$ ) : -S9 = 529  $\pm$  85

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของแบคทีเรียต่อจานเลี้ยงเชื้อ จากการทดลอง 2 ครั้งๆ ละ 3 จาน

ตารางที่ 4.4 จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ ของ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA100 ที่ได้จากการทดสอบสารสกัดอนุภาคไอเสียจากการเผาไหม้กับน้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ในสถานะที่มีเอนไซม์ (+S9) และไม่มีเอนไซม์ (-S9) กระตุ้น

น้ำมันเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น ( $\mu\text{l}/\text{plate}$ )	จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ <sup>1</sup>	
		(+S9)	(-S9)
CB100-DEPM <sub>10</sub>	50	0.28	0.72
	75	0.43	0.91
	100	0.51	0.85
B3-DEPM <sub>10</sub>	50	0.67	1.91
	75	0.73	1.68
	100	1.06	1.94
B0-DEPM <sub>10</sub>	50	1.58	3.27
	75	1.30	2.82
	100	1.25	2.39
CB100-DEPM <sub>2.5</sub>	50	0.14	0.29
	75	0.24	0.38
	100	0.26	0.38
B3-DEPM <sub>2.5</sub>	50	0.38	0.88
	75	0.59	1.02
	100	0.57	1.11
B0-DEPM <sub>2.5</sub>	50	0.91	1.10
	75	0.99	1.08
	100	0.96	1.07

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของแบคทีเรียต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ จากการทดลอง 2 ครั้งๆ ละ 3 จาน



ภาพ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปริมาณสารสกัดอนุภาคไอเสีย กับจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์(ก) CB100, (ข) B3, (ค) B0

นอกจากนี้ ได้ทำการแสดงผลการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดอนุภาคไอเสียด้วยค่าดัชนีการกลายพันธุ์ (Mutagenicity Index หรือ MI) ดังตาราง 4.5

จากตาราง 4.5 แสดงให้เห็นว่า มีเพียงสารสกัด 2 ชนิดเท่านั้น คือ B3-DEPM<sub>10</sub> และ B0-DEPM<sub>10</sub> ในสภาวะ -S9 ที่เริ่มมีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ หรือมีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์แบบอ่อนๆ (weak mutagenic activity) อย่างไรก็ตามไม่พบว่าสารสกัดชนิดใดมีค่า MI  $\geq 2.0$  แสดงว่า สารสกัดทุกชนิดดังกล่าวไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ในระดับรุนแรง

ตารางที่ 4.5 ค่าดัชนีการกลายพันธุ์ (MI) ของเชื้อ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA100 ที่ได้จากการทดสอบสารสกัดอนุภาคไอเสียจากการเผาไหม้กับน้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ในสภาวะที่มีเอนไซม์ (+S9) และไม่มีเอนไซม์ (-S9) กระตุ้น

น้ำมันเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น ( $\mu\text{l}/\text{plate}$ )	จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ ต่อจานเลี้ยงเชื้อ <sup>1</sup>		ค่าดัชนีการกลายพันธุ์ (MI)	
		(+S9)	(-S9)	(+S9)	(-S9)
CB100-DEPM <sub>10</sub>	0 <sup>2</sup>	118	105	1.00	1.00
	50	10	26	0.08	0.25
	75	23	49	0.19	0.47
	100	37	61	0.31	0.58
B3-DEPM <sub>10</sub>	0	118	105	1.00	1.00
	50	23	66	0.19	0.63
	75	38	87	0.32	0.83
	100	73	134	0.62	*1.28
B0-DEPM <sub>10</sub>	0	111	102	1.00	1.00
	50	48	99	0.43	0.97
	75	59	128	0.53	*1.25
	100	76	145	0.68	*1.42
CB100-DEPM <sub>2.5</sub>	0	112	106	1.00	1.00
	50	6	12	0.05	0.12
	75	15	24	0.13	0.23
	100	22	32	0.20	0.30

น้ำมันเชื้อเพลิง	ความเข้มข้น ( $\mu\text{l}/\text{plate}$ )	จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ ต่อจานเลี้ยงเชื้อ <sup>1</sup>		ค่าดัชนีการกลายพันธุ์ (MI)	
		(+S9)	(-S9)	(+S9)	(-S9)
B3-DEPM <sub>2.5</sub>	0	112	106	1.00	1.00
	50	10	23	0.09	0.22
	75	23	40	0.21	0.38
	100	30	58	0.27	0.55
B0-DEPM <sub>2.5</sub>	0	111	102	1.00	1.00
	50	28	34	0.25	0.33
	75	46	50	0.41	0.49
	100	59	66	0.53	0.65

\*  $1.0 < \text{MI} < 2.0$  แสดงว่า มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์แบบอ่อนๆ (weak mutagenic activity)

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของแบคทีเรียต่อจานเลี้ยงเชื้อ จากการทดลอง 2 ครั้งๆ ละ 3 จาน

<sup>2</sup> จำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของแบคทีเรียต่อจานเลี้ยงเชื้อที่เกิดตามธรรมชาติ

#### 4.4 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรขนาดเล็ก

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลการเกษตร Yanmar TF-75 LM กำเนิดไฟฟ้าแบบฉีดเชื้อเพลิงโดยตรง รายละเอียดของเครื่องยนต์ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 ตาราง 3.2 มีการควบคุมเครื่องยนต์ให้คงที่ตลอดการทดสอบ โดยกำหนดความเร็วรอบที่ 1,800 รอบต่อนาที เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ คือ CB100, B3 และ B0 ซึ่งได้ทำการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่อกำลังเบรก และประสิทธิภาพเชิงความร้อน

##### 4.4.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่อกำลังเบรก (Brake specific fuel consumption; BSFC) คือ ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อกำลังของเครื่องยนต์ที่ผลิตได้ [35]

$$BSFC = \frac{mf}{BP}$$

โดย BSFC = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/kW-hr)  
mf = อัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ได้จากการวัดที่เครื่องยนต์ (kg/h)  
BP = กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (kW)

จากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของน้ำมัน CB100, B3 และ B0 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำมันของ CB100 และ B3 กับการใช้น้ำมันของ B0 ผลการทดสอบแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก ดังตาราง 4.6 พบว่า การเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมัน CB100 มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.73 ในขณะที่การเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมัน B3 จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 0.33 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมัน B0 เป็นเชื้อเพลิง

ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ยอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก และร้อยละการเพิ่มขึ้นของผลต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมัน B0

น้ำมันเชื้อเพลิง	อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/(kW h))	ร้อยละของผลต่าง
CB100	0.352 ± 0.005	+17.73
B3	0.300 ± 0.002	+0.33
B0	0.299 ± 0.005	

- แสดงการลดลง, + แสดงการเพิ่มขึ้น

#### 4.4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal Efficiency; TE) คือ ค่าที่บอกถึงประสิทธิภาพของน้ำมันในการให้พลังงานความร้อนเข้าไปต่อพลังงานกลที่ได้ออกมา [36]

$$TE = \frac{3,600}{BSFC \times HHV} \times 100$$

โดย HHV = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (High heating value, kJ/kg)

BSFC = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (kg/kW-hr)

จากตาราง 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ได้จากการทดสอบน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ และร้อยละของผลต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมัน B0 พบว่าน้ำมัน CB100 และ B3 มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำกว่าน้ำมัน B0 ร้อยละ 9.81 และ 1.06 ตามลำดับ

ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงความร้อน และร้อยละการลดลงของผลต่างเมื่อเปรียบเทียบกับ  
การใช้น้ำมัน B0

น้ำมันเชื้อเพลิง	ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (%)	ร้อยละของผลต่าง
CB100	22.06 ± 0.28	-9.81
B3	24.20 ± 0.37	-1.06
B0	24.46 ± 0.13	

- แสดงการลดลง, + แสดงการเพิ่มขึ้น