ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กม
อว 31

เอกสารผลงานเสนอประเมิน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8 ว.

เรื่องที่ 2

การศึกษาทดลองปรับปรุงคุณภาพทินเนอร์

และ

ศึกษาวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารพิษในทินเนอร์

โดย

นางสาวเกษร ตันนุกิจ

นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

กลุ่มงานอินทรีย์เคมีวิเคราะห์

กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ

2537

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานเสนอประเมิน

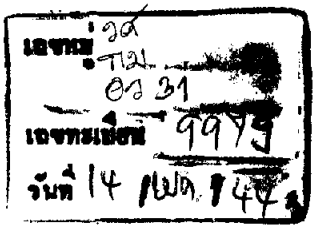
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8 ว.

เรื่องที่ 2

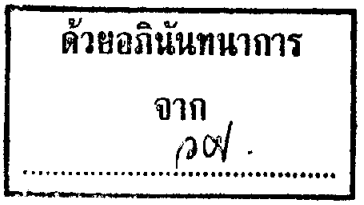
การศึกษาทดลองปรับปรุงคุณภาพทินเนอร์

และ

ศึกษาวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารพิษในทินเนอร์



โดย



นางสาวเกษร ตันนุกิจ

นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

กลุ่มงานอินทรีย์เคมีวิเคราะห์

กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ

2537

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณภาพทินเนอร์จากผลวิเคราะห์ตัวอย่างทินเนอร์ทั้งหมด 56 ตัวอย่าง เป็นทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสประเภทละ 28 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ใช้วิธีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 496 - 2526 และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสใช้วิธี มอก. 520 (1) - 2527 พบว่าทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ไม่ได้มาตรฐาน ร้อยละ 21.4 เนื่องจากคุณสมบัติการเจือจางแลกเกอร์ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด ได้ปรับปรุงคุณภาพโดยทดลองผสมสารหน่วงการระเหย 2-นอร์มัล-บิวทอกซี-1-เอทานอล ในปริมาณร้อยละ 5 ผลปรากฏว่ามีคุณภาพเทียบเท่าทินเนอร์มาตรฐาน ส่วนทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 10.7 เนื่องจากมีสารที่ไม่ระเหยลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อนในปริมาณที่มากกว่าร้อยละ 0.02 แต่ไม่มีผลต่อการเจือจางแลกเกอร์มาตรฐานแต่อย่างใด

การศึกษาวิธีวิเคราะห์สารพิษเมทานอล และเบนซีน ด้วยวิธีที่ระบุใน มอก. 520 (1) - 2527 โดยการทดสอบปฏิกิริยาเคมีตรวจไม่พบสารทั้งสองในทุกตัวอย่าง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วย Gas Chromatograph (GC) พบเมทานอล 44 ตัวอย่าง ในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.001 ถึง ร้อยละ 0.15 พบเบนซีน 52 ตัวอย่าง ปริมาณร้อยละ 0.0006 ถึง ร้อยละ 0.07 เมทานอลและเบนซีนที่ตรวจพบเป็นสารเจือปนของสารตั้งต้นที่นำมาผลิตทินเนอร์ จากการศึกษาทดลองวิธีปฏิกิริยาเคมีสามารถตรวจพบเมทานอลและเบนซีนได้ในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นระดับปริมาณสารเจือปนมากสุดที่ยอมให้มีได้ในตัวทำละลายชั้นคุณภาพการค้า ดังนั้นวิธีนี้ในปัจจุบันยังเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษในทินเนอร์ในระดับเกณฑ์กำหนดพบหรือไม่พบ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทที่ 1	
บทนำ	
-ความสำคัญและที่มาของการศึกษาทดลอง	1-3
-วัตถุประสงค์	3
-ขอบเขตของการศึกษาทดลอง	3
-ประโยชน์ที่ได้รับ	4
-ระยะเวลาดำเนินการ	4
บทที่ 2	
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	
-ตัวอย่าง	5
-รายการวิเคราะห์	5
-วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	5
-การวิเคราะห์สารพิษ เทานอล เบนซีน โดยปฏิกริยาเคมี	5
-การวิเคราะห์สารพิษ เมทานอลและเบนซีนโดย Gas Chromatograph (GC)	5-6
บทที่ 3	
-ผลการวิเคราะห์	7-9
-วิจารณ์ผล	14-15
บทที่ 4	
สรุปผล	16
คำขอบคุณ	17
เอกสารอ้างอิง	18
ภาคผนวก	19-26
รายละเอียดการทดสอบความเป็นพิษตาม มอก.520(1)-2527	25-26

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิว	2
ตารางที่ 2 ปริมาณสารไม่ระเหย ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ และค่าของกรดของทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์	7
ตารางที่ 3 ปริมาณสารไม่ระเหย ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ และค่าของกรดของทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส	7
ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ปริมาณเมทานอลและเบนซีน โดยวิธีปฏิกิริยาเคมีและวิธี Gas Chromatograph	8
ตารางที่ 5 แสดงค่า Retention times (RT) ของสารมาตรฐานเมทานอลและเบนซีน และตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ วิเคราะห์ด้วย Gas Chromatograph	8
ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์คุณภาพทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส	9
ตารางผนวกที่ 1 เกณฑ์กำหนดมาตรฐานทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ ตาม มอก.496-2526	19
ตารางผนวกที่ 2 เกณฑ์กำหนดมาตรฐานทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส ตาม มอก. 520 (1) -2527	20
ตารางผนวกที่ 3 ผลวิเคราะห์คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์	21-22
ตารางผนวกที่ 4 ผลวิเคราะห์คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีตัวอย่างทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส	23-24

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 Gas Chromatogram ของเมทานอลและเบนซีนมาตรฐาน วิเคราะห์โดยคอลัมน์ SPB-1 10

ภาพที่ 2 Gas Chromatogram ของเมทานอลและเบนซีนมาตรฐาน วิเคราะห์โดยคอลัมน์ Supelco wax-10 11

ภาพที่ 3 Gas Chromatogram ของตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ วิเคราะห์โดยคอลัมน์ SPB-1 12

ภาพที่ 4 Gas Chromatogram ของตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ วิเคราะห์โดยคอลัมน์ Supelco wax-10 13

บทที่1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของการศึกษาทดลอง

กลุ่มงานอินทรีย์เคมีวิเคราะห์ กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคมี ได้แก่ ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ ทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนำผลวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสเป็นมาตรฐานบังคับ ผลวิเคราะห์ต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดจึงจำหน่ายได้ ผลจากการวิเคราะห์ทดสอบทินเนอร์จากบางแหล่งที่ไม่ได้มาตรฐาน จึงได้ศึกษาทดลองปรับปรุงคุณภาพ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์หรือปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบ หรือผู้ผลิตรายใหม่ที่ต้องการประกอบธุรกิจผลิตทินเนอร์จำหน่าย และผู้บริโภคได้ใช้สินค้าที่มีคุณภาพ ราคาถูก และปลอดภัย สำหรับการตรวจสารพิษเมทานอล เบนซีน และคลอริเนตไฮโดรคาร์บอน มาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้กำหนดให้ทดสอบโดยวิธีปฏิกริยาเคมีหรือวิธี Gas Chromatograph ถ้ามีข้อโต้แย้งให้วิเคราะห์ด้วย Gas chromatograph จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ทั้งสองวิธีเพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการดำเนินการทดสอบสารพิษในทินเนอร์

ทินเนอร์ [1] เป็นสารผสมของตัวทำละลายประเภทสารอินทรีย์ (organic solvents) นำไปใช้เป็นส่วนผสมในสีทาหมึกพิมพ์ แลกเกอร์ วาร์นิช หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง ทินเนอร์เป็นคำภาษาอังกฤษแปลว่าทำให้บางหรือเจือจางลง ทำหน้าที่ช่วยลดความหนืด หรือช่วยควบคุมความข้นเหลวให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ทำให้ได้แผ่นฟิล์มของสีหรือแลกเกอร์หลังจากที่ทาแห้งแล้ว มีคุณภาพดีและหนาบางตามต้องการ

การผลิตทินเนอร์กระทำได้โดยการนำตัวทำละลายอินทรีย์ผสมกัน จะเป็นประเภทเดียวกันหรือต่างประเภทก็ได้ (ตารางที่ 1) สำหรับทินเนอร์ที่นำไปใช้ผสมผลิตภัณฑ์แลกเกอร์ที่มีไนโตรเซลลูโลสเป็นสารยึดเหนี่ยว (binder) ต้องประกอบด้วยตัวทำละลายที่สามารถละลายไนโตรเซลลูโลสได้ดี คือ เอสเตอร์และคีโตน ส่วนแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายร่วมเพื่อปรับความสามารถการละลายของเอสเตอร์ให้อยู่ในระดับสูงสุด และตัวเจือจางได้แก่ โทลูอีนหรือไซลีน เพื่อปรับการไหลของฟิล์มและช่วยลดต้นทุนการผลิต นอกจากสารดังกล่าวแล้ว ยังต้องเติมสารเพิ่มคุณสมบัติอื่น เช่น ไกลคอลอีเทอร์ เพื่อหน่วงการระเหยของทินเนอร์ทำให้ฟิล์มไม่เป็นฝ้า เป็นต้น

การผสมสูตรทินเนอร์ เช่น ผสมโทลูอีน บิวทิลอะซีเตด ไอโซบิวทานอล เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน บิวทิลเซลโลโซลท์ ไอโซโพรพานอล และเมทิลเอทิลคีโตน โดยปริมาตร ร้อยละ 70, 5, 5, 5, 5, 5 และ 5[2] ตามลำดับ ในสูตรส่วนผสมนี้จะมีกลุ่มสารที่มีจุดเดือดสูงกว่า 150 องศาเซลเซียสคือ บิวทิลเซลโลโซลท์ ร้อยละ 5 กลุ่มจุดเดือดระหว่าง 100 ถึง 145 องศาเซลเซียส คือ โทลูอีน เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน และบิวทิลอะซีเตต ร้อยละ 80 กลุ่มจุดเดือดต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส คือ ไอโซโพรพานอล เมทิลเอทิลคีโตน และไอโซบิวทานอล ร้อยละ 15 ตัวทำละลาย

อินทรีย์เหล่านี้มีหลายชั้นคุณภาพ ราคาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ผลิต กระบวนการผลิตทำให้ปริมาณสารเจือปนที่มีสูตรโครงสร้างของโมเลกุลใกล้เคียงกัน เช่น ไอโซโพรพานอลที่มีคุณภาพต่ำอาจมี เมทานอลเจือปน ในทำนองเดียวกันโทลูอีนที่ไม่บริสุทธิ์อาจมีสารพิษเบนซีนเจือปน หรือเกิดจากความตั้งใจของผู้ผลิต โดยการผสมตัวทำละลายที่มีคุณภาพต่ำซึ่งมีราคาถูกเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ตารางที่ 1 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิว

กลุ่ม ประเภท	แอลกอฮอล์	คีโตน	เอสเตอร์	ไกลคอลอีเทอร์ หรืออีเทอร์เอสเตอร์
1. จุดเดือดต่ำกว่า 100 ^{o}C	- เมทานอล - เอทานอล - ไอโซโพรพานอล	- อะซีโตน - เมทิลเอทิล-คีโตน	- เมทิลอะซีเตต - เอทิลอะซีเตต	
2. จุดเดือดระหว่าง 100-150 ^{o}C	- 2 - บิวทานอล - n - บิวทานอล - เมทิลไอโซบิวทิลคาร์บินอล	- เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน	- n-บิวทิลอะซีเตต - ไอโซบิวทิลอะซีเตต	* EGMEE
3. จุดเดือดสูงกว่า 150 ^{o}C	- ไดอะซีโตนแอลกอฮอล์	- ไดอะซีโตนแอลกอฮอล์ - เอทิลเอมิลคีโตน - ไอโซฟอร์โรน	- เอมิลอะซีเตต - เมทิลเอมิลอะซีเตต	** EGMBE *** EGMEEA

* = Ethylene glycol mono - ethyl ether

** = Ethylene glycol mono - butyl ether

*** = Ethylene glycol mono - ethyl ether acetate

ทินเนอร์เป็นสารที่ให้คุณประโยชน์แต่มีโทษมหันต์ เนื่องจากประกอบด้วยตัวทำละลายที่มีคุณสมบัติระเหยง่าย ไวไฟ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยทำลายเนื้อเยื่อ ระบบหายใจ ตับ ระบบประสาทและสมองอย่างถาวร เมทานอลทำลายประสาทตาอย่างรุนแรง เบนซีนและคลอริเนตไฮโดรคาร์บอนเป็นสารก่อมะเร็ง [5] คลอริเนตไฮโดรคาร์บอนเมื่อระเหยสู่บรรยายกาศจะทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์การใช้งานและควบคุมปริมาณสารพิษ โดยกำหนดคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส (ตารางผนวก 1 และ 2) ซึ่งเกณฑ์กำหนดใกล้เคียงกับมาตรฐานต่างประเทศ [6,7,8] ยกเว้นสารพิษเมทานอล เบนซีน และคลอริเนตไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมาตรฐานของญี่ปุ่นไม่ได้กล่าวถึง

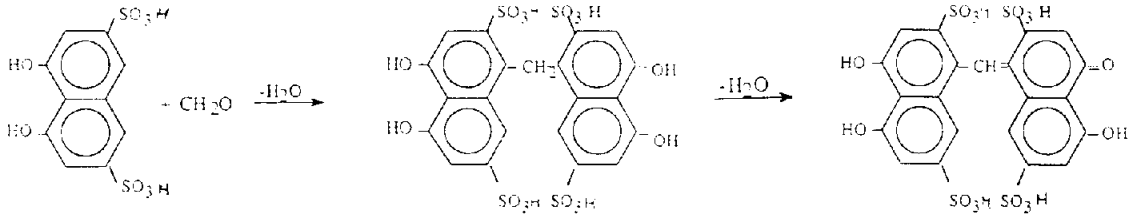
การตรวจสอบสารพิษเหล่านี้โดยปฏิกิริยาทางเคมี โดยเมทานอลทดสอบด้วย chromatropic acid [4] เกิดสาร p-quinonoid compound ซึ่งมีสีม่วง

$$5CH_3OH + 2MnO_4 + 6H^+ \longrightarrow 5CH_2O + 2Mn^{+6} + 8H_2O$$

$$3Mn^{+2} + 2MnO_4 + 2H_2O \longrightarrow 5MnO_2 + 4H^+$$

ทำลายตะกอนแมงกานีสไดออกไซด์โดยการเติม โซเดียมซัลไฟท์

$$MnO_2 + Na_2SO_3 + 2H^+ \longrightarrow MnSO_4 + 2Na^+ + H_2O$$



chromotropic acid

p- Quinonoid compound

ส่วนการตรวจเบนซีนโดยการทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกเข้มข้นเกิดสารประกอบไนโตรเบนซีนเป็นผลึกรูปเข็มสีเหลืองมีกลิ่นเฉพาะตัว

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{50-60^\circ C} C_6H_6 - NO_2 + H_2O$$

benzene — nitrobenzene

ผลึกสีเหลือง กลิ่นเฉพาะตัว

การตรวจวิเคราะห์สารพิษในเชิงคุณภาพทำได้หลายวิธี วิธีทางเคมีโดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีเกิดสารประกอบที่ให้สีเป็นวิธีที่ง่าย ประหยัดและสะดวก วิธีนี้มีข้อจำกัดปริมาณสารน้อยกว่า detection limit value ไม่สามารถตรวจวัดสีได้ หรือปริมาณสารน้อยจนไม่สามารถมองเห็นสีได้ด้วยตาเปล่าถึงแม้ปริมาณสารมากกว่าค่า detection limit value ก็ตาม ในกรณีนี้จำเป็นต้องใช้วิธีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เช่น Spectrophotometric method หรือ ใช้เทคนิค Gas Chromatography เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพทินเนอร์จากหลายแหล่งผลิต โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

2.2 ปรับปรุงคุณภาพทินเนอร์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

2.3 หาวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์สารพิษเมทานอล เบนซีน ของตัวอย่างทินเนอร์ในปัจจุบัน

3. ขอบเขตของการศึกษาทดลอง

3.1 ศึกษาคุณภาพทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสที่จำหน่ายในท้องตลาด จากผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี

3.2 ศึกษาปรับปรุงคุณภาพสำหรับตัวอย่างทินเนอร์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

3.3 ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารพิษ เมทานอล เบนซีน โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีมาตรฐานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส (มอก.520 (1)-2527)โดยวิธีปฏิกิริยาเคมี และ วิธี Gas Chromatograph

4. ประโยชน์ที่ได้รับ

4.1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนำผลวิเคราะห์ไปควบคุมคุณภาพทินเนอร์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

4.2 ผู้ผลิตที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ทินเนอร์ที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบ หรือผู้ผลิตรายใหม่ที่ต้องการประกอบธุรกิจผลิตทินเนอร์ที่มีคุณภาพจำหน่าย เป็นการช่วยสนับสนุนให้มีการแข่งขันกันในทางการค้า

4.3 ผู้บริโภคได้ใช้สินค้า ราคาถูก มีคุณภาพ และปลอดภัย

4.4 ห้องปฏิบัติการได้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม ประหยัดเวลาในการดำเนินการทดสอบสารพิษเมทานอล เบนซีน

4.5 เป็นแนวทางในการแก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้มีความเหมาะสมกับสถานะการณ์ปัจจุบัน

๗ ๘. ระยะเวลาดำเนินการ

มี.ค. 2535 - พ.ย. 2537

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. ตัวอย่าง ทางสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุ่มตัวอย่างทินเนอร์จากท้องตลาด

1.1 ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ จำนวน 28 ตัวอย่าง

1.2 ทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส จำนวน 28 ตัวอย่าง

2. รายการวิเคราะห์

2.1 ลักษณะทั่วไป

2.2 ความเป็นพิษ

2.3 คราบ

2.4 การเจือจาง

2.5 การละลายไนโตรเซลลูโลส

2.6 ปริมาณสารที่ไม่ระเหย

2.7 ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ ร้อยละโดยปริมาตร

2.8 ค่าของกรด

3. วิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3.1 มอก. 496 - 2526 : ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์

3.2 มอก. 520 (1) - 2527 : ทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส

4. การวิเคราะห์สารพิษเมทานอล เบนซีน โดยปฏิกิริยาทางเคมี

รายละเอียดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส มอก. 520 (1) - 2527 หน้า 6 ถึง 9 (ภาคผนวกหน้า 25-26)

5. การวิเคราะห์สารพิษ เมทานอลและเบนซีนโดย Gas Chromatograph (GC)

ได้ยืนยันผลวิเคราะห์จากคอลัมน์ 2 ชนิด โดยใช้สภาวะการวิเคราะห์ดังนี้

Gas Chromatograph Model HP 5880A, FID Detector

1. SPB - 1 fused silica capillary column, 30 m x 0.53 mm I.D ,1.5 μm film thickness, Helium carrier gas 3 psi inlet pressure, sample size 2 μl ,detector temperature 220 °C, injector temperature 150 °C , oven temperature program (initial 50 °C hold 6 min., program rate 15°C/min temp. 2 100 °C hold 0, program rate 2 15°C /min, final temp. 220°C)

2. Supelco wax-10, fused silica capillary column 30 m x 0.53 mm I.D ,1.0 μ m film thickness, Helium carrier gas 2 psi inlet pressure, sample size 2 μl, detector temperature 220 °C,injector temperature 150°C, oven temperature program (initial 50°C hold 10 min., program rate 15°C /min. final temp, 220°C)

บทที่ 3
ผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 2 ปริมาณสารที่ไม่ระเหย ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ และค่าของกรดของทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน มอก. 496-2526[2]
1. ปริมาณสารที่ไม่ระเหย g/100 cc	0.014	0.190	0.001	0.035	ไม่เกิน 0.02
2. ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ระหว่างอุณหภูมิ 100 - 145 °C % โดยปริมาตร	72.275	96.4	46.8	14.683	ไม่น้อยกว่า 40
3. ค่าของกรด	0.048	0.14	0.01	0.024	ไม่เกิน 0.3

จากตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ ที่มีองค์ประกอบทางเคมีของสารที่มีจุดเดือดระหว่าง 100 - 145 °C ปริมาณสารที่ไม่ระเหย และค่าความเป็นกรดของตัวอย่าง ในปริมาณสูงสุดและต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 ปริมาณสารที่ไม่ระเหย ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ และค่าของกรดของทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน มอก. 520(1)-2527[3]
1. ปริมาณสารที่ไม่ระเหย g/100 cc	0.012	0.05	0.001	0.011	ไม่เกิน 0.02
2. ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ระหว่างอุณหภูมิ 100 - 140 °C % โดยปริมาตร	77.404	93.0	12.7	21.190	ไม่น้อยกว่า 60
3. ค่าของกรด	0.051	0.13	0.01	0.023	ไม่เกิน 0.3

จากตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส ที่มีองค์ประกอบทางเคมีของสารที่มีจุดเดือดระหว่าง 100 - 140 °C ปริมาณสารที่ไม่ระเหย และค่าความเป็นกรดของตัวอย่าง ในปริมาณสูงสุดและต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2 และ3 จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์มีปริมาณสารที่ไม่ระเหยแปรปรวนมากกว่าทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส

ตารางที่ 4ผลวิเคราะห์ปริมาณเมทานอลและเบนซีนโดยวิธีปฏิกิริยาเคมีและวิธี Gas Chromatograph

	วิธีปฏิกิริยาเคมี [3]		วิธี Gas Chromatograph		เกณฑ์กำหนดตาม มอก.	
	เมทานอล	เบนซีน	เมทานอล	เบนซีน	เมทานอล	เบนซีน
Number of positive	ไม่พบ	ไม่พบ	44	52	ไม่พบ	ไม่พบ
Range, %	-	-	0.001-0.15	0.0006- 0.07	-	-

จากตารางที่ 4 แสดงผลวิเคราะห์สารพิษ เมทานอล เบนซีน ตัวอย่างทินเนอร์ทั้งหมด ซึ่งวิเคราะห์ไม่พบโดยปฏิกิริยาเคมี จากการศึกษาทดลองวิธีปฏิกิริยาเคมีสามารถตรวจพบสารพิษดังกล่าวในตัวอย่างทินเนอร์จะต้องมีปริมาณสารเมทานอลหรือเบนซีน อย่างน้อยร้อยละ0.5 โดยปริมาตร สำหรับวิธี Gas Chromatograph มีประสิทธิภาพสูง สามารถวิเคราะห์พบเมทานอล 44 ตัวอย่างในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.001ถึงร้อยละ 0.15 เบนซีนพบ 52 ตัวอย่าง ในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.0006ถึงร้อยละ 0.07

ตารางที่ 5 แสดงค่า Retention times (RT) ของสารมาตรฐานเมทานอลและเบนซีน และตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ วิเคราะห์ด้วย Gas Chromatograph

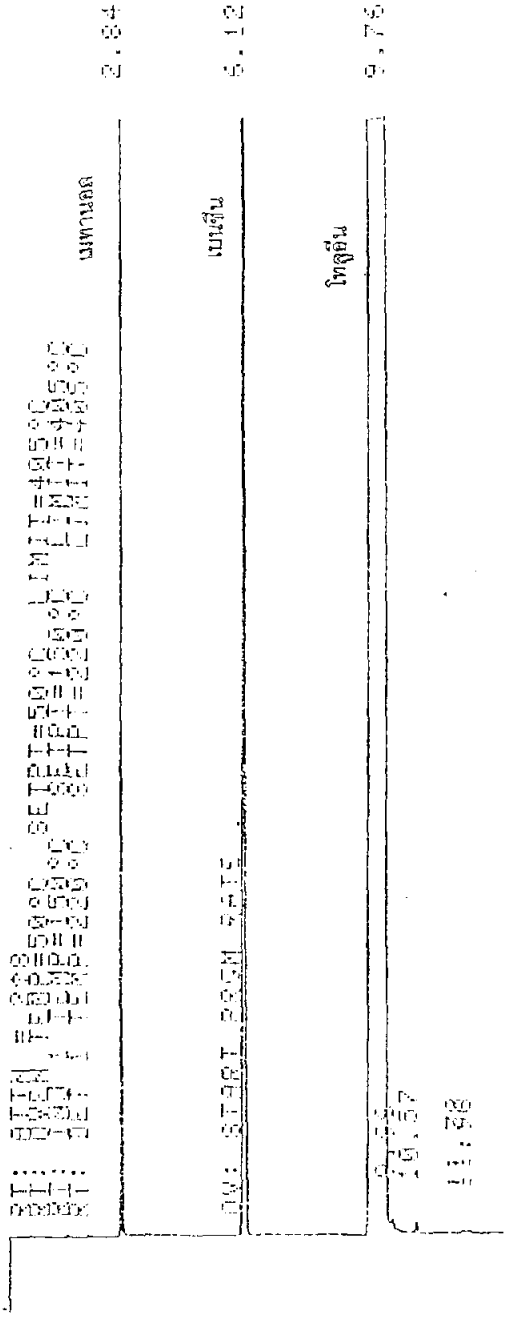
ตัวอย่าง	Retention times, นาที	
	คอลัมน์ SPB-1	คอลัมน์ Supelco wax-10
สารมาตรฐานเมทานอล	2.84	5.80
สารมาตรฐานเบนซีน	6.12	7.21
ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์	3.07, 3.36, 4.37, 6.10, 8.39, 9.63, 10.50, 12.62	4.40, 4.83, 5.93, 6.53, 9.89, 12.57, 14.12, 14.47

จากตารางที่ 5 การวิเคราะห์ เมทานอลและเบนซีน โดย Gas Chromatograph 2 สภาวะการทดลอง คอลัมน์ SPB-1 แยกองค์ประกอบของทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ มีสารออกมาในเวลา 6.10 นาที ซึ่งใกล้เคียงกับสารเบนซีนมาก (6.12 นาที) ได้พิสูจน์ยืนยันอีกสภาวะการทดลองด้วยคอลัมน์ Supelco wax-10 ปรากฏว่าไม่มีสารใดถูกแยกออกมาในเวลาที่ใกล้เคียงกับเบนซีน (7.21นาที) แสดงว่าตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ที่ได้ทำการวิเคราะห์ไม่มีสารเบนซีนผสม

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์คุณภาพทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์และทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส

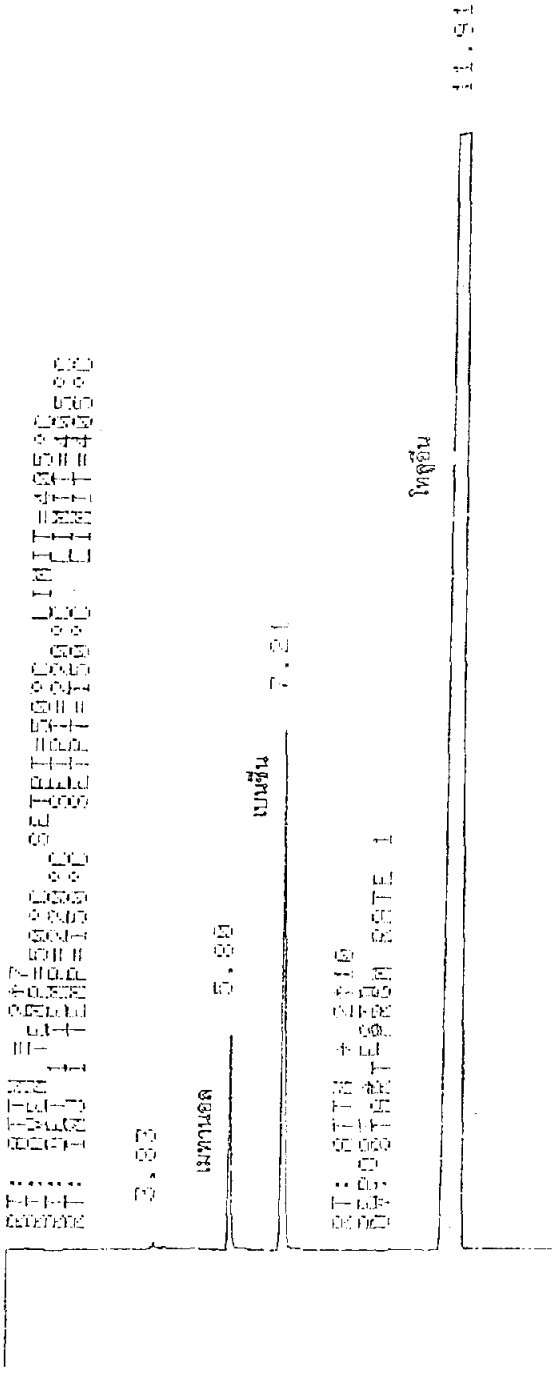
รายการที่ไม่ผ่านมาตรฐาน	ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ ร้อยละ	ทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส ร้อยละ	เกณฑ์กำหนดตาม อก.496-2526 และ520 (1)-2527
การเจือจาง	21.4	3.6	ฟิล์มที่ได้จากตัวอย่างทินเนอร์ต้องไม่ด้อยกว่าฟิล์มที่ได้จากทินเนอร์มาตรฐาน
ปริมาณสารไม่ระเหย กรัมต่อ 100ลูกบาศก์เซนติเมตร	10.7	10.7	ไม่เกินร้อยละ 0.02

ผลการทดลองปรับปรุงคุณภาพทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์รายการการเจือจางที่ไม่ได้มาตรฐานโดยการนำตัวอย่างทินเนอร์ปริมาณ 95 มิลลิลิตรเติมสารหน่วงระเหย 2-นอร์มัล-บิวทอกซี-1-เอทานอล ในปริมาณ 5 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำทินเนอร์ที่ได้ปรับปรุงคุณภาพไปทดสอบการเจือจางตามวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ (มอก. 496-2526) พบว่าแผ่นฟิล์มที่ได้มีคุณภาพเทียบเท่าทินเนอร์มาตรฐาน



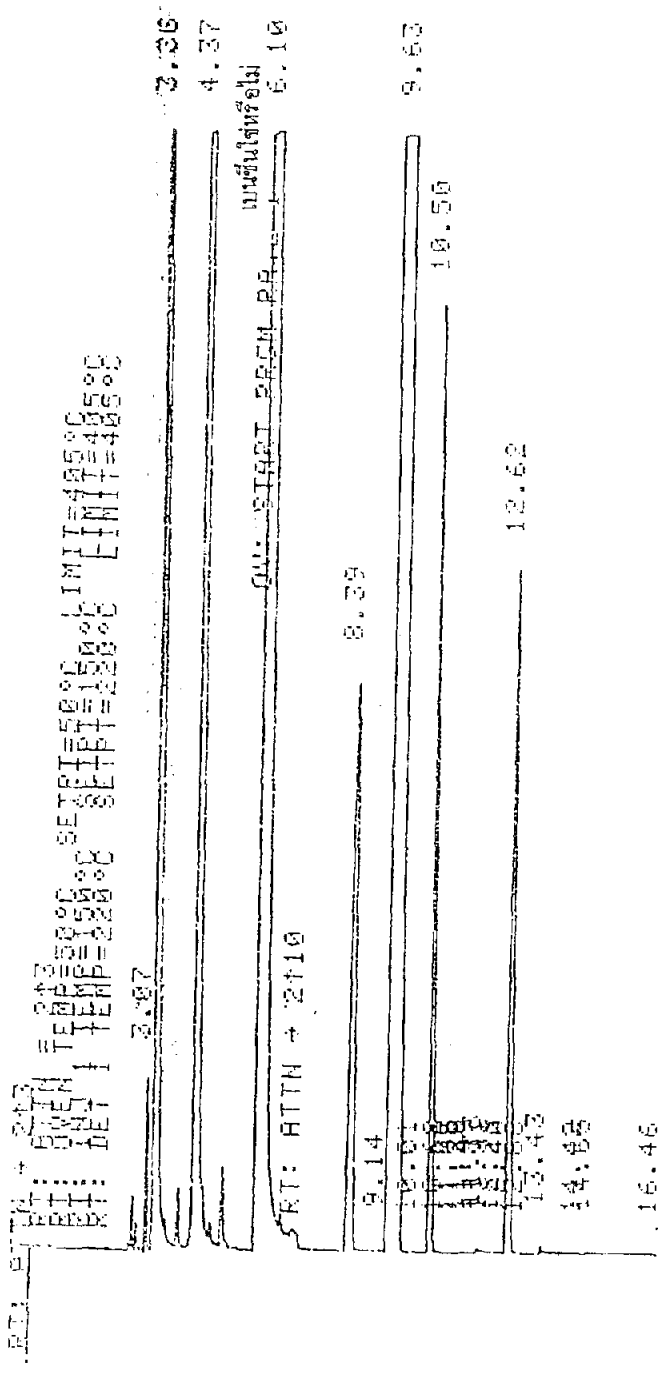
<u>ภาพที่ 1</u> Gas Chromatogram ของเมทานอลและเบนซีนมาตรฐาน วิเคราะห์โดยคอลัมน์ SPB-1 (สารละลายมาตรฐานเตรียมโดยผสมตัวทำละลายชั้นคุณภาพ GC เมทานอล ร้อยละ 0.7092 เบนซีน ร้อยละ 0.7632 w/v และเจือจางด้วยโทลูอีน)

จากโครมาโตแกรม คอลัมน์ SPB-1 แยก สารมาตรฐานเมทานอลออกมาในเวลา 2.84 นาที และสารมาตรฐานเบนซีนถูกแยก ออกมาในเวลา 6.12 นาที



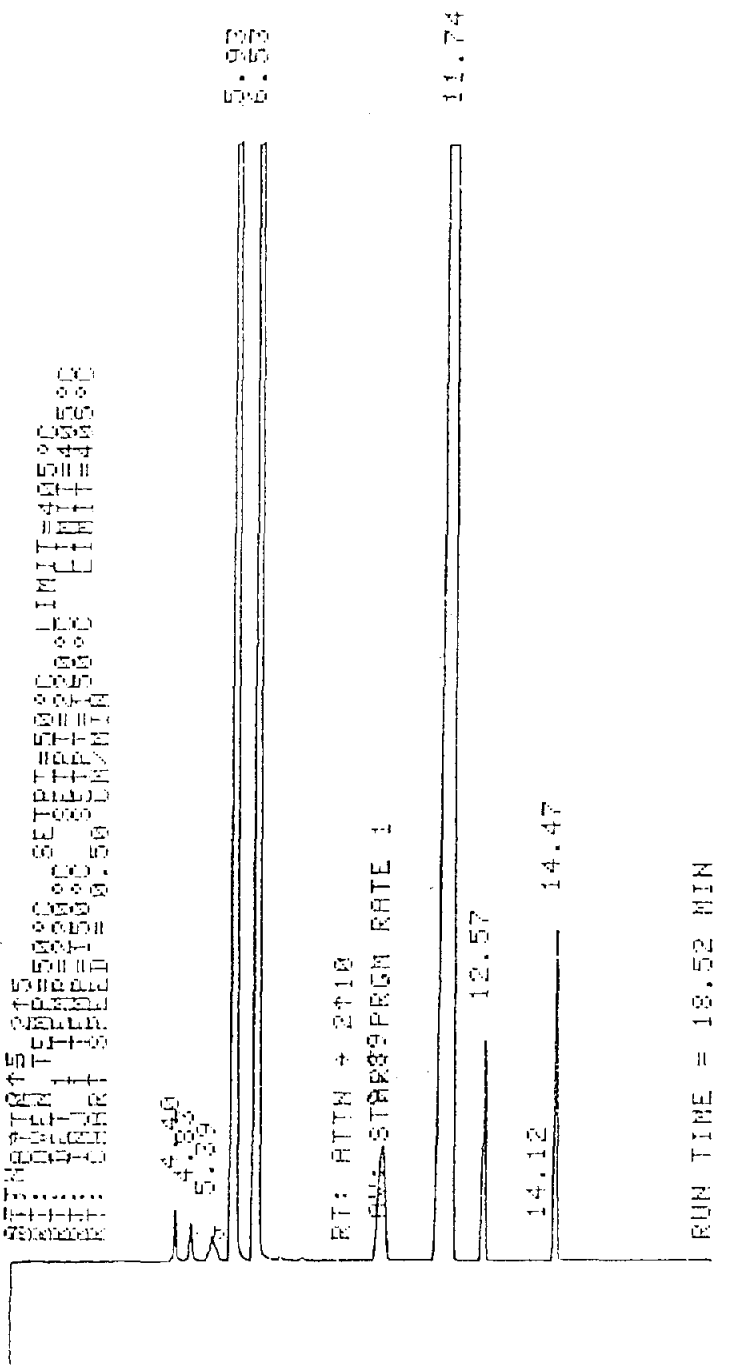
<u>ภาพที่ 2</u> Gas Chromatogram ของเมทานอลและเบนซีนมาตรฐาน วิเคราะห์โดย คอลัมน์ Supelco wax-10

จากโครมาโตแกรม คอลัมน์ Supelco wax- 10 แยกสารมาตรฐานเมทานอลออกมาในเวลา 5.80 นาที และสารมาตรฐานเบนซีนถูกแยกออกมาในเวลา 7.21 นาที



ภาพที่ 3 Gas Chromatogram ของตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ วิเคราะห์โดยคอลัมน์ SPB-1

จากโครมาโตแกรมตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ประกอบด้วยตัวทำลายต่าง ๆ ที่ถูกแยกออกมาด้วยคอลัมน์ SPB-1 ในเวลา 3.07 , 3.36, 4.37, 6.10, 8.39, 9.63, 10.50, และ 12.62 นาทีตามลำดับ



<u>ภาพที่ 4</u> Gas Chromatogram ของตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ วิเคราะห์โดยคอลัมน์ Supelco wax-10

จากโครมาโตแกรมตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ประกอบด้วยตัวทำลายต่าง ๆ ที่ถูกแยกออกมาด้วยคอลัมน์ Supelco wax-10 ในเวลา 4.40, 4.83, 5.93, 6.53, 9.89, 12.57, 14.12, และ 14.47 นาทีตามลำดับ

วิจารณ์ผล

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ พบว่า ตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ร้อยละ 21.4 มีคุณสมบัติการเจือจางแลกเกอร์ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด กล่าวคือเมื่อนำตัวอย่างเหล่านั้นไปเจือจางแลกเกอร์มาตรฐาน เมื่อทำฟิล์มบนแผ่นกระจกใส ปรากฏว่าฟิล์มด้อยกว่าฟิล์มที่ได้จากการใช้ทินเนอร์มาตรฐาน ลักษณะผิวหน้าย่นเหมือนผิวส้ม และเป็นฝ้า เนื่องจากองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสมทำให้ระยะเวลาการแห้งเร็วเกินไป เป็นเหตุให้ความชื้นในบรรยากาศกลั่นตัวบนแผ่นฟิล์ม ได้ศึกษาทดลองเติมสารที่มีคุณสมบัติหน่วงการระเหย (retarder) เช่น 2-นอร์มัลบิวทอกซี-1-เอทานอล (Butyl cellosolve หรือ Ethylene glycol mono - butyl ether หรือ 2-บิทอกซีเอทานอล) ในปริมาณร้อยละ 5 สามารถแก้ปัญหาได้ แผ่นฟิล์มที่ได้มีคุณภาพเทียบเท่ากับทินเนอร์มาตรฐาน และให้ข้อสังเกตได้ว่าตัวอย่างเหล่านี้ส่วนใหญ่ให้ค่าปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ที่อุณหภูมิ 100-145 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าร้อยละ 60 และต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งหมด (ค่าเฉลี่ยร้อยละ 72.275) (ตารางที่ 2) สำหรับทินเนอร์สีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการเจือจางร้อยละ 3.6 เนื่องจากการผสมตัวทำละลายในอัตราส่วนไม่เหมาะสม กล่าวคือมีกลุ่มสารที่มีจุดเดือดระหว่างอุณหภูมิ 100-140 องศาเซลเซียส น้อยกว่าค่ามาตรฐาน คือมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 60 และมีกลุ่มสารที่มีจุดเดือดตั้งแต่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสขึ้นไปมากกว่าค่ามาตรฐาน คือมีปริมาณเกินร้อยละ 5 สำหรับปริมาณสารที่ไม่ระเหยที่ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดร้อยละ 10.7 สาเหตุคือภาชนะบรรจุไม่สะอาด มีตะกอนนอนก้น และสารไม่ระเหยที่มีลักษณะเป็นน้ำมันใสสีเหลืองอ่อน เป็นสารเจือปนจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีจุดเดือดค่อนข้างสูง แต่ในปริมาณค่าสูงสุด ร้อยละ 0.05 ไม่มีผลต่อการนำไปเจือจางแลกเกอร์มาตรฐานแต่อย่างใด

การตรวจเมทานอล เบนซีน ตามมอก.520 (1)-2527 โดยทดสอบปฏิกิริยาเคมี [3] ไม่พบในทุกตัวอย่าง ตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีสารใดกลั่นออกมาในช่วงอุณหภูมิจุดเดือดของสารพิษเหล่านั้น การกลั่นโดยใช้เครื่องกลั่นอัตโนมัติ และตัวอย่างผสมน้ำกลั่นโดยเครื่องกลั่นธรรมดา และทดลองตรวจสอบจากตัวอย่างโดยตรง ตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์จากบางแหล่งมีปริมาตรของเหลวกลั่นได้ออกมาในช่วงจุดเดือดของเบนซีนในปริมาณประมาณร้อยละ 10 จากการตรวจสอบเบนซีนโดยวิธีปฏิกิริยาเคมีไม่พบ จึงยืนยันผลการวิเคราะห์โดย GC ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถวิเคราะห์สารปริมาณน้อยถึงระดับส่วนในล้านส่วน (ppm) ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว แต่มีข้อจำกัดคือต้องเลือกใช้เทคนิคการปฏิบัติที่เหมาะสมกับองค์ประกอบตัวอย่างนั้น ๆ ซึ่งอาจมีสารประกอบหลากหลาย สารต่างชนิดกันอาจถูกแยกออกมาในเวลาเดียวกัน กล่าวคือให้ค่า retention time (RT) เท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมาก ทำให้ผลวิเคราะห์ผิดพลาดได้ จำเป็นต้องยืนยันความถูกต้องหลายสภาวะการทดลองที่เหมาะสม เพราะว่าสารตัวเดียวกันการใช้สภาวะการทดลองใด ๆที่เหมาะสมสารนั้นจะต้องถูกแยกออกมาทุกสภาวะการทดลอง เช่นภาพที่ 1-4 แสดง Gas Chromatogram ของตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ คอลัมน์ SPB-1 ตรวจพบ peak ที่ RT 6.10 ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับ RT ของสารมาตรฐานเบนซีน

มาก (RT = 6.12) แต่เมื่อยืนยันผลวิเคราะห์อีกสภาวะการทดลอง ด้วยคอลัมน์ Supelco wax-10 ไม่มีสารใดถูกแยกออกมาในเวลาที่ใกล้เคียงกับสารมาตรฐานเบนซีนในสภาวะการทดลองนั้น แสดงว่าตัวอย่างไม่มีเบนซีนผสม

การวิเคราะห์ด้วย GC พบเมทานอล 44 ตัวอย่าง ปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.001 ถึง ร้อยละ 0.15 เบนซีนพบ 52 ตัวอย่าง ปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.0006 ถึง ร้อยละ 0.07 ซึ่งเป็นสารเจือปนจากตัวทำละลายที่นำมาผลิตทินเนอร์ เนื่องจากมีปริมาณไม่เกินสารเจือปนของตัวทำละลายชั้นคุณภาพการค้า ซึ่งในปริมาณนี้ไม่สามารถตรวจพบโดยการทดสอบปฏิกิริยาเคมีเพราะไม่สามารถมองเห็นสีได้ด้วยตาเปล่า จากการทดลอง เมทานอลหรือเบนซีนสามารถตรวจพบโดยปฏิกิริยาเคมีจากตัวอย่างโดยตรงสามารถมองเห็นสีในระดับปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.5 ขึ้นไป

เอกสารวิชาการ (ISO 5272-1980)[9] ได้กำหนดชั้นคุณภาพการค้าของโทลูอีนให้มีสารเจือปนเบนซีนได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 ดังนั้นการตรวจสอบสารพิษในทินเนอร์ในปัจจุบันวิธีตรวจสอบตาม มอก. 520 (1)-2527 โดยปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เกณฑ์กำหนดจะต้องไม่พบ ยังเป็นวิธีที่เหมาะสมเนื่องจากในปริมาณร้อยละ 0.5 สามารถตรวจพบได้ อย่างไรก็ตามการทดสอบสารพิษเบนซีนในตัวอย่างทินเนอร์โดยวิธี Gas Chromatograph มีความปลอดภัยต่อผู้วิเคราะห์มากกว่าการใช้ปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากวิธี GC ใช้ปริมาณสารน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปฏิกิริยาเคมีเกิดสารประกอบไนโตรเบนซีนซึ่งมีกลิ่นฉุนและเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นผู้วิเคราะห์ควรใช้ดุลพินิจเลือกวิธีวิเคราะห์ที่ยอมรับได้และเป็นมาตรฐานมีความปลอดภัยทั้งต่อตนเองและผู้อื่น หรือมาตรฐานทินเนอร์ควรแก้ไขให้เกณฑ์กำหนดสารพิษเบนซีนในระดับไม่เกินร้อยละ 0.5 วิธีทดสอบโดย Gas Chromatograph เป็นต้น

การลดปริมาณสารเจือปนเมทานอลในทินเนอร์ ทำได้โดยการเลือกใช้ตัวทำละลายชนิดแอลกอฮอล์ เช่น ไอโซบิวทานอลแทนไอโซโพรพานอล การลดปริมาณเบนซีนโดยการควบคุมคุณภาพของตัวเจือจางคือโทลูอีนหรือไซลีน สำหรับคลอริเนตไฮโดรคาร์บอนไม่นิยมใช้ผสมทำทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ เพราะไม่สามารถละลายสารยึดเหนี่ยว (binder)คือไนโตรเซลลูโลสได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทที่ 4
สรุปผล

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์พบว่า ตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ร้อยละ 21.4 มีคุณสมบัติการเจือจางแลกเกอร์มาตรฐาน ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด เพราะแผ่นฟิล์มมีรอยย่น เป็นฝ้า แสดงว่าองค์ประกอบทินเนอร์ไม่เหมาะสม ทำให้ทินเนอร์ระเหยเร็วเกินไป การเติมบิวทิลเซลโลโซลท์ ร้อยละ 5 ทำให้ทินเนอร์ระเหยช้าลง ได้แผ่นฟิล์มที่มีคุณภาพเทียบเท่าทินเนอร์มาตรฐาน ส่วนปริมาณสารไม่ระเหยของตัวอย่างทินเนอร์ทั้งสองประเภทไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 10.7 เนื่องจากมีสารที่ไม่ระเหยเกินร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แต่ไม่มีผลต่อการเจือจางแลกเกอร์มาตรฐานแต่อย่างใด

ผลการวิเคราะห์สารพิษโดยวิธี GC พบเมทานอล 44 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุด คือ ร้อยละ 0.15 (W/V) และพบสารเบนซีน 52 ตัวอย่าง ปริมาณสูงสุด ร้อยละ 0.07 (W/V) เป็นสารเจือปนจากสารตั้งต้นที่นำมาผลิตทินเนอร์ ในปริมาณนี้ตรวจไม่พบโดยวิธีทดสอบปฏิกิริยาเคมีตาม มอก. 520 (1)-2527

การทดสอบเมทานอลและเบนซีนโดยปฏิกิริยาเคมี จากการศึกษาทดลองสามารถตรวจพบได้จะต้องมีปริมาณสารดังกล่าวในทินเนอร์ในระดับปริมาณตั้งแต่ ร้อยละ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งในปริมาณนี้เอกสารวิชาการระดับนานาชาติ[9] ยอมรับเป็นสารเจือปนในปริมาณสูงสุดสำหรับตัวทำละลายชั้นคุณภาพการค้า ดังนั้นวิธีทดสอบสารพิษในทินเนอร์ตาม มอก 520 (1)-2527 โดยปฏิกิริยาเคมียังยอมรับได้ในปัจจุบันในเกณฑ์กำหนดพบหรือไม่พบ แต่การวิเคราะห์เบนซีนโดยวิธี GC แม้ว่าต้นทุนสูงแต่มีความปลอดภัยต่อผู้วิเคราะห์มากกว่า และไม่ทำให้เกิดสารก่อมะเร็งออกมาสู่สิ่งแวดล้อม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกลุ่มงานเคมีประยุกต์ที่ให้ความร่วมมือในการใช้เครื่อง Gas Chromatograph Model HP 5880A โดยคุณมาณพ สิทธิเดช และขอขอบคุณกลุ่มงานวิเคราะห์เคมีเชิงฟิสิกส์ที่ให้ความอนุเคราะห์ทดสอบรายการการกลั่นโดยเครื่องกลั่นอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

1. เกษร ตันมุกิจ. ทินเนอร์. บทความวิทย์ : วิทยาศาสตร์สำหรับประชาชนครั้งที่ 359 ตุลาคม, 2524, วันที่ 27, 4 หน้า
2. มาตรฐานอุตสาหกรรม, สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์. มอก. 496 - 2526. 11 หน้า
3. มาตรฐานอุตสาหกรรม, สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส . มอก. 520 (1) - 2527. 14 หน้า
4. Feigl, Fritz. 1966. Spot tests in organic analysis. Amsterdam, New York; Elsevier Pub-Co., p 349 - 350, 629
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit value for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati 1994- 1995. p. 13 - 36.
6. Japanese Standard Association. 1985. Japanese Industrial Standard. Lacquer Thinner (JIS K5538 - 1985)
7. Japanese Standard Association. 1975. Japanese Industrial Standard. High Solid Lacquer Thinner (JIS K5544 - 1975)
8. Industrial Standards Institute. 1970. Indian Standard. Specification for thinner for cellulose nitrate based paints and lacquers (IS : 5667 - 1970)
9. International Organization for Standardization. 1980. Toluene for Industrial Use. Specification (ISO 5272 - 1980)

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 เกณฑ์กำหนดมาตรฐานทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์ ตาม มอก. 496-2526

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
- ลักษณะทั่วไป	- เป็นของเหลวโปร่งใสที่ระเหยง่ายและจะต้องเจือจางแลกเกอร์ได้
- ความเป็นพิษ	- ต้องปราศจากตัวทำละลายที่เป็นพิษ ได้แก่ เมทานอล (methanol) เบนซีน (benzene) และคลอริเนตไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbon)
- สีเซย์โบลต์ไม่น้อยกว่า	+ 20
- คราบ	- ต้องไม่มีคราบเหลืออยู่
- การเจือจาง	- ฟิล์มไม่ด้อยกว่าฟิล์มที่ได้จากการใช้ทินเนอร์มาตรฐาน
- การละลายไนโตรเซลลูโลส	- ต้องละลายไนโตรเซลลูโลสได้ดี สารละลายที่ได้ต้องใส ไม่มีลักษณะเป็นวุ้นเหนียว
- สารที่ไม่ระเหย กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	0.02
- ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ ร้อยละโดยปริมาตร	
- ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึงอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ไม่เกิน	1
- ระหว่างอุณหภูมิ 100 ถึง 145 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	40
- ตั้งแต่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสขึ้นไป ไม่เกิน	5
- ค่าของกรด.ไม่เกิน	0.3

ตารางผนวกที่ 2 เกณฑ์กำหนดมาตรฐานทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสตาม มอก. 520 (1)- 2527

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
- ลักษณะทั่วไป	- เป็นของเหลวโปร่งใสที่ระเหยง่ายและจะต้องเจือจาง สีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสได้ดี
- ความเป็นพิษ	- ต้องปราศจากตัวทำละลายที่เป็นพิษ ได้แก่ เมทานอล (methanol) เบนซีน (benzene) และคลอริเนตไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbon)
- สีเซย์โบลต์ไม่น้อยกว่า	+ 20
- คราบ	- ต้องไม่มีคราบเหลืออยู่
- การเจือจาง	- ฟิล์มไม่ด้อยกว่าฟิล์มที่ได้จากการใช้ทินเนอร์มาตรฐาน
- การละลายไนโตรเซลลูโลส	- ต้องละลายไนโตรเซลลูโลสได้ดี สารละลายที่ได้ต้องใส ไม่มีลักษณะเป็นวุ้นเหนียว
- สารที่ไม่ระเหย กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	0.02
- ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละโดยปริมาตร	
- ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึงอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ไม่เกิน	1
- ระหว่างอุณหภูมิ 100 ถึง 140 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	60
- ตั้งแต่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสขึ้นไปไม่เกิน	5
- โทลูอีน หรือไซลีน ร้อยละ โดยปริมาตร ไม่เกิน	60
- เอสเตอร์ คีโทนหรือไกลคลอลอีเทอร์ ร้อยละ โดยปริมาตร ไม่เกิน	30
- แอลกอฮอล์ ร้อยละ โดยปริมาตร ไม่เกิน	10
- ค่าของกรด ไม่เกิน	0.3

ตารางผนวกที่ 3 ผลวิเคราะห์คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีตัวอย่างทินเนอร์สำหรับแลกเกอร์

หมายเลขปฏิบัติการ	ลักษณะทั่วไป			ความเป็นพิษ							ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละโดยปริมาตร				หมายเหตุ
	โปร่งใส	ระเหยง่าย	เจือจางแลกเกอร์ได้	เมทานอล	เบนซีน	คลอริเนตไฮโดร-คาร์บอน	คราบ	การเจือจาง	การละลายไนโตร-เซลลูโลส	สารไม่ระเหย	ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึง 60°C	ระหว่างอุณหภูมิ 100-145 °C	ตั้งแต่อุณหภูมิ 160°C ขึ้นไป	ค่าของกรด	
PU176	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	81.0	2	0.04	
PV784	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.006	0	51.0	0.7	0.06	
PY513	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.02	0	67.5	0	0.05	*
PY514	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	64.5	0	0.05	
PX805	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	88.3	0	0.01	
QA523	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.006	0	71.8	0	0.07	
QA945	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.006	0	59.3	0	0.05	
QD483	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	95.2	0	0.05	
QD542	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.006	0	46.8	0.8	0.04	*
QE952	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	77.6	1.9	0.07	
QF818	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	64.9	0	0.03	
QJ494	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.001	0	66.6	0	0.06	
QJ495	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.001	0	59.8	0	0.06	*
QJ496	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.01	0	54.9	0	0.04	*

* ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

หมายเลขปฏิบัติการ	ลักษณะทั่วไป			ความเป็นพิษ							ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละโดยปริมาตร				หมายเหตุ
	โปร่งใส	ระเหยง่าย	เจือจางแลกเกอร์ได้	เมทานอล	เบนซีน	คลอริเนตไฮโดร-คาร์บอน	คราบ	การเจือจาง	การละลายไนโตร-เซลลูโลส	สารไม่ระเหย	ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึง 60 °C	ระหว่างอุณหภูมิ 100-145 °C	ตั้งแต่อุณหภูมิ 160 °C ขึ้นไป	ค่าของกรด	
QO941	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.027*	0	95.5	0.4	0.09	*
QR619	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	59.6	2.9	0.04	
QS413	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	94.0	0	0.04	
QS814	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.02	0	96.4	0.4	0.03	
QT990	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.007	0	77.1	1.5	0.04	
QW71	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	63.5	0	0.14	
QX737	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.19 *	0	94.5	0.6	0.03	*
QZ141	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.004	0	71.0	0	0.04	
QZ142	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.001	0	56.1	0	0.04	*
QZ143	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.004	0	57.2	0	0.03	*
RA344	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.03 *	0	80.2	1.5	0.03	*
RH367	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.007	0	82.6	3.6	0.04	
RM630	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	77.0	2	0.03	
RT605	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.004	0	69.8	0.6	0.04	

* ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด

ตารางผนวกที่ 4 ผลวิเคราะห์คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีตัวอย่างทินเนอร์สำหรับสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส

หมายเลขปฏิบัติการ	ลักษณะทั่วไป			ความเป็นพิษ							ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละโดยปริมาตร				หมายเหตุ
	โปร่งใส	ระเหยง่าย	เจือจางสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสได้	เมทานอล	เบนซีน	คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน	คราบ	การเจือจาง	การละลายไนโตรเซลลูโลส	สารไม่ระเหย	ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึง 75°C	ระหว่างอุณหภูมิ 100-140°C	ตั้งแต่อุณหภูมิ 160°C ขึ้นไป	ค่าของกรด	
PW993	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	20.1 *	19.3 *	0	0.01	*
PY515	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.05 *	7 *	41.0	0.5	0.07	*
QA946	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	85.9	0	0.05	
QB331	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.007	0	91.0	0	0.05	
QD991	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0.7	64.0	0	0.1	
QE953	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	89.5	2.3	0.04	
QF819	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	88.1	0	0.03	
QG726	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	92.9	0	0.06	
QG727	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	91.1	0.6	0.06	
QG833	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.02	0	73.0	0	0.03	
QJ499	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	63.6	1.7	0.06	
QJ500	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	89.8	2.2	0.03	
QK443	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.006	0	86.6	0	0.03	
QK917	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	72.7	0	0.06	

* ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

หมายเลขปฏิบัติการ	ลักษณะทั่วไป			ความเป็นพิษ							ปริมาตรของเหลวที่กลั่นได้ร้อยละโดยปริมาตร				หมายเหตุ
	โปร่งใส	ระเหยง่าย	เจือจางสีพ่นรถยนต์แห้งเร็วไนโตรเซลลูโลสได้	เมทานอล	เบนซีน	คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน	คราบ	การเจือจาง	การละลายไนโตรเซลลูโลส	สารไม่ระเหย	ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึง 75°C	ระหว่างอุณหภูมิ 100-140°C	ตั้งแต่อุณหภูมิ 160°C ขึ้นไป	ค่าของกรด	
QO864	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.001	0	88.5	1.0	0.05	
QP458	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	93.0	0.0	0.03	
QR620	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	64.4	2.2	0.04	
QT989	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.04 *	0	91.6	0.0	0.06	*
QT990	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.007	0	77.1	1.5	0.04	
QY828	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.018	0	90.9	1.0	0.05	
QY830	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.008	0	90.5	0.0	0.04	
RA345	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	90.5	2.2	0.07	
RC1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.02	0	90.0	0.0	0.06	
RF613	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	0.03 *	0	12.7	48.4	0.05	*
RF773	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.01	0	88.6	2.4	0.05	
RT752	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.001	0	81.5	0.0	0.03	
RZ492	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.003	0	74.0	3.0	0.13	
SA824	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ผ่าน	ผ่าน	0.005	0	85.5	0.0	0.05	

* ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด

รายละเอียดการทดสอบความเป็นพิษตาม มอก. 520(1)-2527

1. เครื่องมือ

    1.1 เครื่องกลั่น

    1.2 ตะเกียงบุนเซน

    1.3 ลวดทองแดง

2. สารเคมี(chemicals) และสารละลาย (reagents)

    2.1 สารละลายกรดฟอสฟอริก 50 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

    2.2 สารละลายโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 50 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

    2.3 โซเดียมไบซัลไฟท์

    2.4 สารละลายกรดโครโมโทรพิก 50 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

    2.5 กรดซัลฟุริกเข้มข้น 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

    2.6 กรดไนตริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

    2.7 กรดซัลฟุริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3. วิธีวิเคราะห์

    3.1 เมทานอล

    ให้วิเคราะห์ตามวิธีดังต่อไปนี้ หรือตาม ASTM D 3271(GC analysis) ในกรณีมีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีวิเคราะห์ตาม ASTM D 3271 เติมตัวอย่างประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในขวดกลั่น ค่อยๆทำให้ร้อน โดยใช้เวลาที่กลั่นได้หยดแรกประมาณครึ่งชั่วโมง เก็บส่วนที่กลั่นได้ในช่วงไม่เกิน 66 องศาเซลเซียส ถ้าไม่มีสารใดกลั่นออกมาเลยในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ให้ถือว่าไม่มีเมทานอล ถ้ามีส่วนใดกลั่นได้ ให้หยดส่วนที่กลั่นได้ 1 หยดลงในหลอดทดลอง แล้วหยดสารละลายกรดฟอสฟอริกและสารละลายโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต อย่างละ 1 หยด เขย่าให้เข้ากัน 1 นาที เติมโซเดียมไบซัลไฟท์เล็กน้อย เมื่อสารละลายไม่มีสีแล้ว เติมสารละลายกรดโครโมโทรพิกที่เตรียมใหม่ๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรและกรดซัลฟุริกเข้มข้น (ข้อ 2.7) 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เขย่าของผสมให้เข้ากัน ถ้าเกิดสีม่วงที่ค่อยๆเข้มขึ้นขณะที่ปล่อยให้เย็น แสดงว่ามีเมทานอล ถ้าไม่เกิดสีม่วง นำไปทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที แล้วสังเกตดูสีของสารละลาย

    3.2 เบนซีน

    ให้วิเคราะห์ตามวิธีดังต่อไปนี้ หรือตาม ASTM D 3271(GC analysis) ในกรณีมีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีวิเคราะห์ตาม ASTM D 3271 เติมตัวอย่างประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรและน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในขวดกลั่น ค่อยๆทำให้ร้อน

โดยใช้เวลาที่กลั่นได้หยดแรกประมาณ ครึ่งชั่วโมง เก็บส่วนที่กลั่นได้ในช่วงไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส ถ้าไม่มีสารใดกลั่นออกมาในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ให้ถือว่าไม่มีเบนซีน ถ้ามีส่วนที่กลั่นได้ ให้ผสมกรดไนตริกเข้มข้นและกรดซัลฟุริกเข้มข้นอย่างละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรในหลอดทดลองแล้วทำให้เย็น เติมส่วนที่กลั่นได้ 10 หยด เขย่าให้เข้ากัน ตรวจสอบหลอดทดลองว่ามีกลิ่นไนโตรเบนซีนหรือไม่ นำหลอดทดลองนี้ไปต้มให้เดือดอย่างน้อย 30 วินาที ทิ้งให้เย็น เติมน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งหลอดทดลองไว้ ถ้าสารละลายขุ่นเหลืองหรือมีตะกอน และกลายเป็นผลึกรูปเข็มสีเหลือง แสดงว่ามีเบนซีน ถ้าสารละลายขุ่นขาวที่แยกเป็นของเหลวสีเหลือง บางครั้งมีผลึกรูปเข็มสีขาวแสดงว่ามีโทลูอีน ซึ่งอาจบังเบนซีนไว้ ตรวจสอบให้แน่ชัดได้ว่าเป็นเบนซีน โดยหาจุดหลอมเหลวของสารสีเหลืองซึ่งควรจะอยู่ระหว่าง 89 - 90 องศาเซลเซียส จะถือว่าตัวอย่างปราศจากเบนซีนต่อเมื่อไม่มีสารสีเหลือง

3.3 คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน

นำตัวอย่างประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรมากลั่นโดยใช้ไอน้ำ และให้ภาชนะรองรับแช่ในน้ำแข็ง เก็บสารที่กลั่นได้ตั้งแต่เริ่มกลั่นจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียส จึงหยุดกลั่น ใช้ลวดทองแดงที่มีปลายขดเป็นวงแหวนเล็กๆ เผาให้ร้อนบนเปลวไฟจากตะเกียงบุนเซน จนกระทั่งเปลวไฟไม่มีสี ทิ้งให้วงแหวนเย็นแล้วจุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเผาตรงเปลวไฟส่วนนอก และเมื่อเปลวไฟครั้งแรกที่สว่างจ้าหายไป ให้สังเกตดูเปลวไฟสีเขียวของคอปเปอร์คลอไรด์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารประกอบคลอริเนตไฮโดรคาร์บอนทำปฏิกิริยากับลวดทองแดง จะถือว่าตัวอย่างปราศจากสารประกอบคลอริเนตไฮโดรคาร์บอนต่อเมื่อไม่มีเปลวไฟสีเขียวเกิดขึ้น