

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลของการศึกษาสถานะในการแยกที่เหมาะสมของการวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีน โดยแก๊สโครมาโตกราฟี-เฟลมไอออไนเซชัน (GC-FID) และแก๊สโครมาโตกราฟี-ไนโตรเจนฟอสฟอรัส (GC-NPD)

สถานะในการแยกของโครมาโตแกรม นำสารละลายมาตรฐานผสมของเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีน ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 3 มิลลิลิตร และเบนซิลเอมีนเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น internal standard วิเคราะห์ด้วย GC-FID โดยใช้คอลัมน์ BP-5 วิเคราะห์ด้วย GC-NPD โดยใช้คอลัมน์ BP-1 จากการวิเคราะห์สถานะทั้งหมด 4 สถานะคือ

สถานะที่ 1

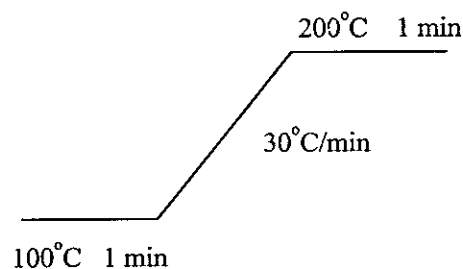
FID

mobile phase He flow rate 1.5 mL/min
make up gas N₂ ความดัน 11.55 psi
mode split/ constant flow
Injection port 260°C
Detector temp. 260°C
เวลารวม 5.33 นาที

โปรแกรมอุณหภูมิ

NPD

mobile phase He flow rate 1.5 mL/min
make up gas N₂ ความดัน 11.55 psi
mode split/ constant flow
Injection port 260°C
Detector temp. 260°C



สถานะที่ 2

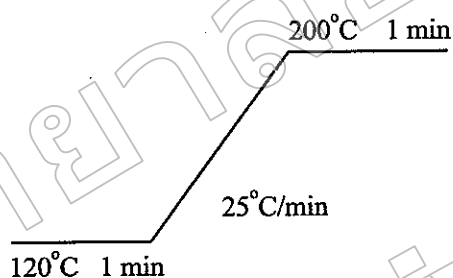
ทำการเปลี่ยนอุณหภูมิเริ่มต้นของ temperature program จาก 100°C นาน 1 min เป็น 120°C นาน 1 min และเปลี่ยน Rate จาก 30°C/min เป็น 25°C/min พบว่า

FID

mobile phase He flow rate 2 mL/min
 make up gas N₂ ความดัน 12.75 psi
 mode split/ constant flow
 Injection port 260°C
 Detector temp. 260°C
 เวลารวม 5.20 นาที
 โปรแกรมอุณหภูมิ

NPD

mobile phase He flow rate 2 mL/min
 make up gas N₂ ความดัน 12.75 psi
 mode split/ constant flow
 Injection port 260°C
 Detector temp. 260°C



สถานะที่ 3

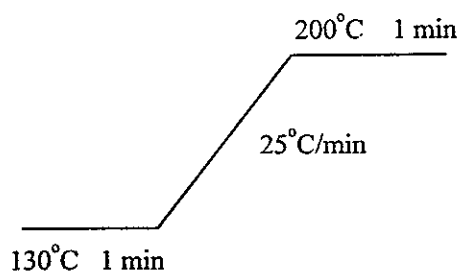
ทำการเปลี่ยนอุณหภูมิเริ่มต้นของ temperature program จาก 120°C นาน 1 min
 เป็น 130°C นาน 1 min พบว่า

FID

mobile phase He flow rate 2 mL/min
 make up gas N₂ ความดัน 12.75 psi
 mode split/ constant flow
 Injection port 260°C
 Detector temp. 260°C
 เวลารวม 4.80 นาที
 โปรแกรมอุณหภูมิ

NPD

mobile phase He flow rate 2 mL/min
 make up gas N₂ ความดัน 12.75 psi
 mode split/ constant flow
 Injection port 260°C
 Detector temp. 260°C



สภาวะที่ 4

เปลี่ยน rate อุณหภูมิของ temperature program จาก $25^{\circ}\text{C}/\text{min}$ เป็น $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ พบว่า

FID

NPD

mobile phase He flow rate 2 mL/min

mobile phase He flow rate 2 mL/min

make up gas N_2 ความดัน 12.75 psi

make up gas N_2 ความดัน 12.75 psi

mode split/ constant flow

mode split/ constant flow

Injection port 260°C

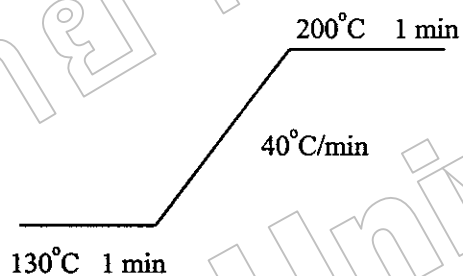
Injection port 260°C

Detector temp. 260°C

Detector temp. 260°C

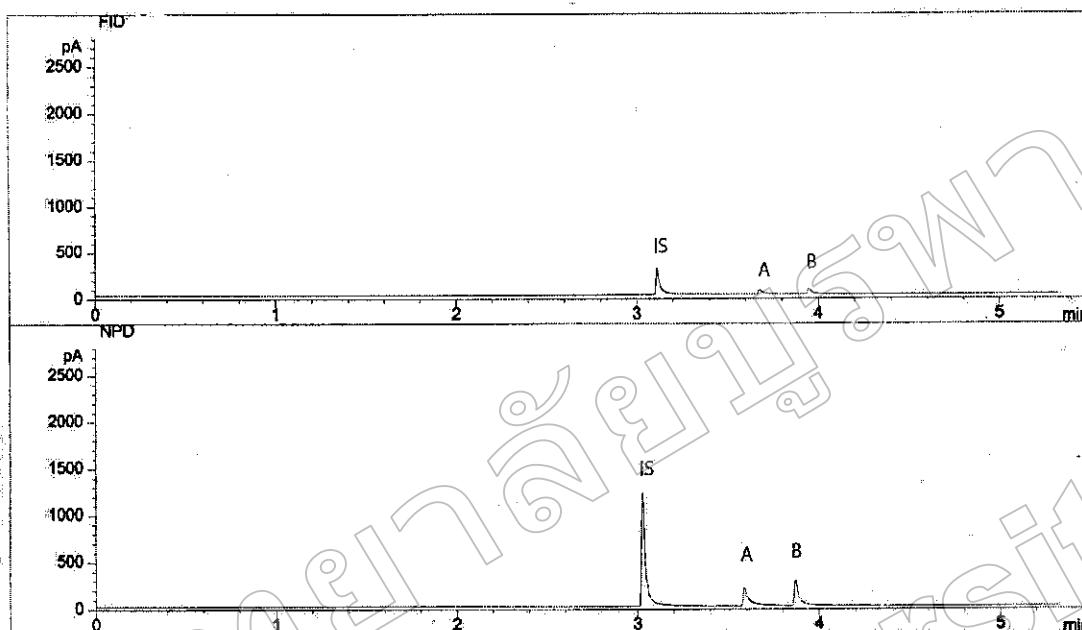
เวลารวม 3.75 นาที

โปรแกรมอุณหภูมิ

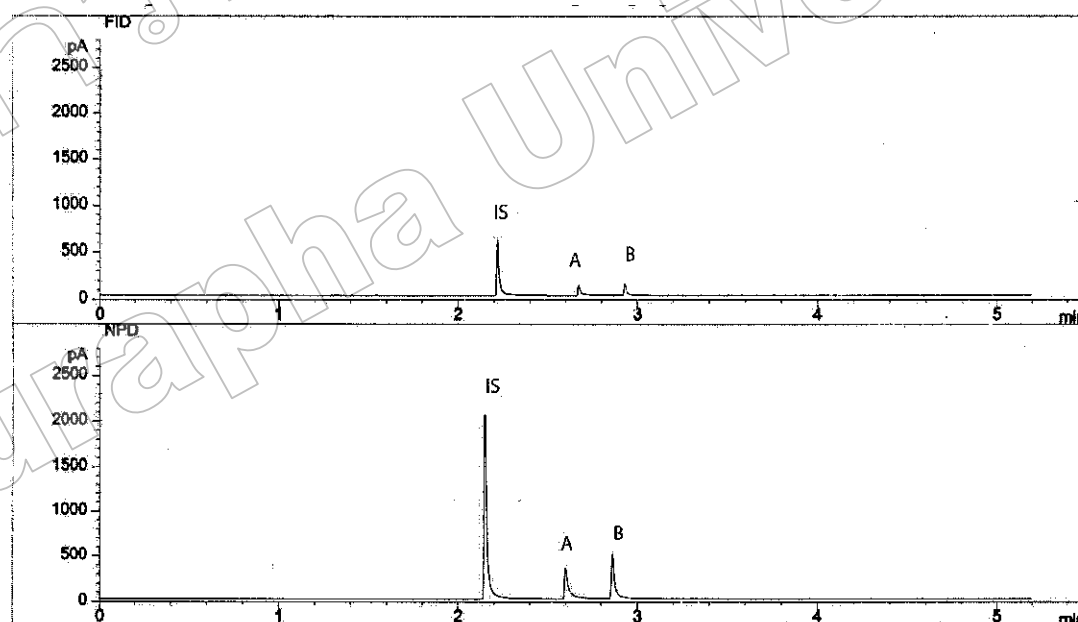


จากสภาวะผลการทดลองทั้ง 4 แสดงดังภาพที่ 4-1

สภาวะที่ 1

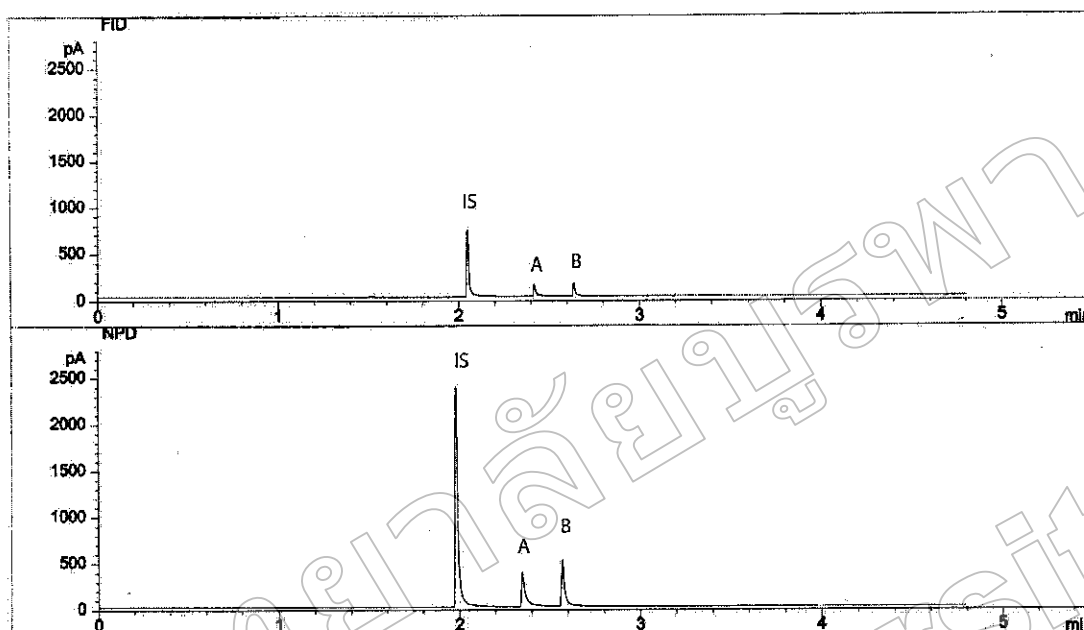


สภาวะที่ 2

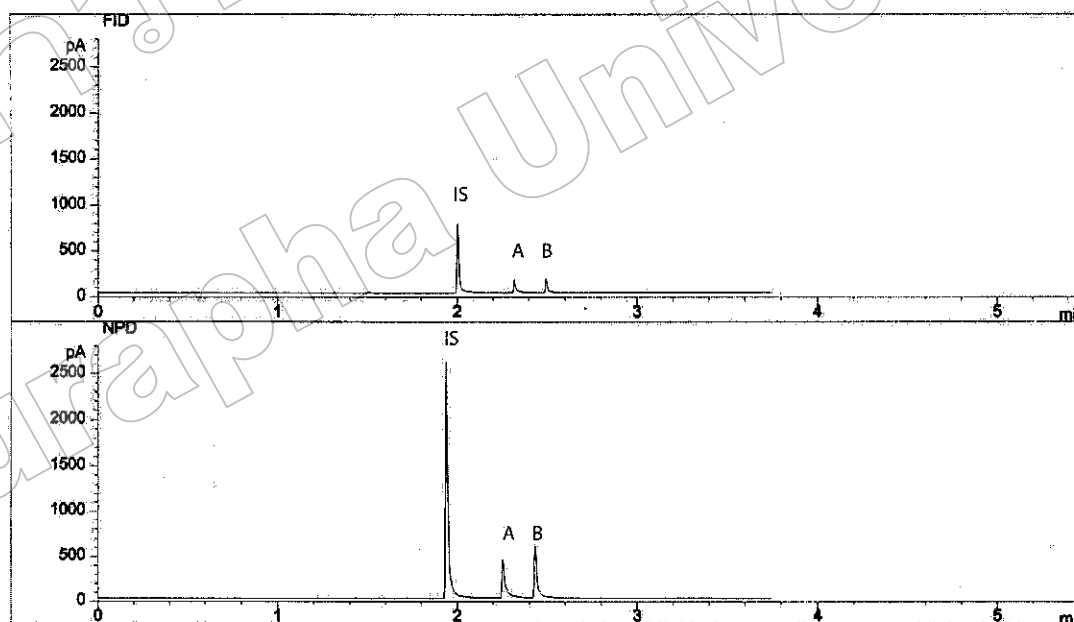


ภาพที่ 4-1 โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานของเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สภาวะการทดลองคือ อุณหภูมิของเฮดสเปซที่ 80°C นาน 10 นาที ความดันที่ 25.1 psi, FID = Flame ionization detector, NPD = Nitrogen phosphorus detector, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine

สภาวะที่ 3



สภาวะที่ 4



ภาพที่ 4-1 (ต่อ)

จากภาพที่ 4-1 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการแยกของโครมาโตแกรมที่ได้จาก GC-FID และ GC-NPD ทั้ง 4 สภาวะเมื่อพิจารณาพีคที่ได้ ค่ากำลังในการแยก (resolution) และเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ สภาวะที่ 4 เป็นสภาวะที่เลือกในการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเบนซิลเอมีนที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น internal standard

ผลของการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง Headspace sample และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อวิธีการวิเคราะห์

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง Headspace sample ในการวิเคราะห์สารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีน สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟีของ FID และ NPD ใช้แก๊ส He เป็นแก๊สพาหีอัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที แก๊ส N₂ เป็น make up ความดัน 12.75 psi Injection port 260°C Detector temp. 260°C mode split/ constant flow เวลารวม 3.75 นาที อุณหภูมิโปรแกรมเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 130°C คงที่ ณ อุณหภูมิเป็นเวลานาน 1 นาที แล้วเพิ่มจนถึงอุณหภูมิที่ 200°C ด้วยอัตราเพิ่ม 40°C ต่อนาที และคงที่ที่อุณหภูมิ 200°C เป็นเวลา 1 นาที และคอลัมน์ชนิดที่ 1 เป็น BP-5 คาปิลลารีคอลัมน์ความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร เคลือบด้วย 5% Phenyl Polysiloxane หนา 0.25 ไมโครเมตร สำหรับเครื่องตรวจวัด FID ส่วนคอลัมน์ชนิดที่ 2 เป็น BP-1 คาปิลลารีคอลัมน์ความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร เคลือบด้วย Dimethyl Polysiloxane หนา 0.25 ไมโครเมตร สำหรับเครื่องตรวจวัด NPD

ผลการศึกษาเวลาที่สารเข้าสู่สมดุล จากผลการศึกษาเวลาที่สารเข้าสู่สมดุลโดยการตั้งอุณหภูมิตู้อบของเครื่องเฮดสเปซให้มีความคงที่ที่อุณหภูมิ 80°C และความดันที่ 25 psi แสดงผลการศึกษาเวลาที่สารเข้าสู่สมดุล ดังภาพที่ 4-2 ถึงภาพที่ 4-4 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ เวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เหมาะสมที่เวลา 30 นาที

ผลการศึกษาปริมาณเกลือที่เหมาะสม จากผลการศึกษาปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนต ที่มีน้ำหนักต่าง ๆ โดยตั้งอุณหภูมิตู้อบที่ 80°C ความดันที่ 25 psi และเวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เวลา 30 นาที ซึ่งพิจารณาในเทอมของการที่ทำให้สารเปลี่ยนเป็นไอมากที่สุด แสดงผลการศึกษาปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนต ดังภาพที่ 4-5 ถึงภาพที่ 4-7 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ ปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตที่จำนวน 2 กรัม

ผลการศึกษาอุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุล จากผลการศึกษาอุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุลที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยตั้งเครื่องความดันที่ 25 psi เวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เวลา 30 นาที และปริมาณ

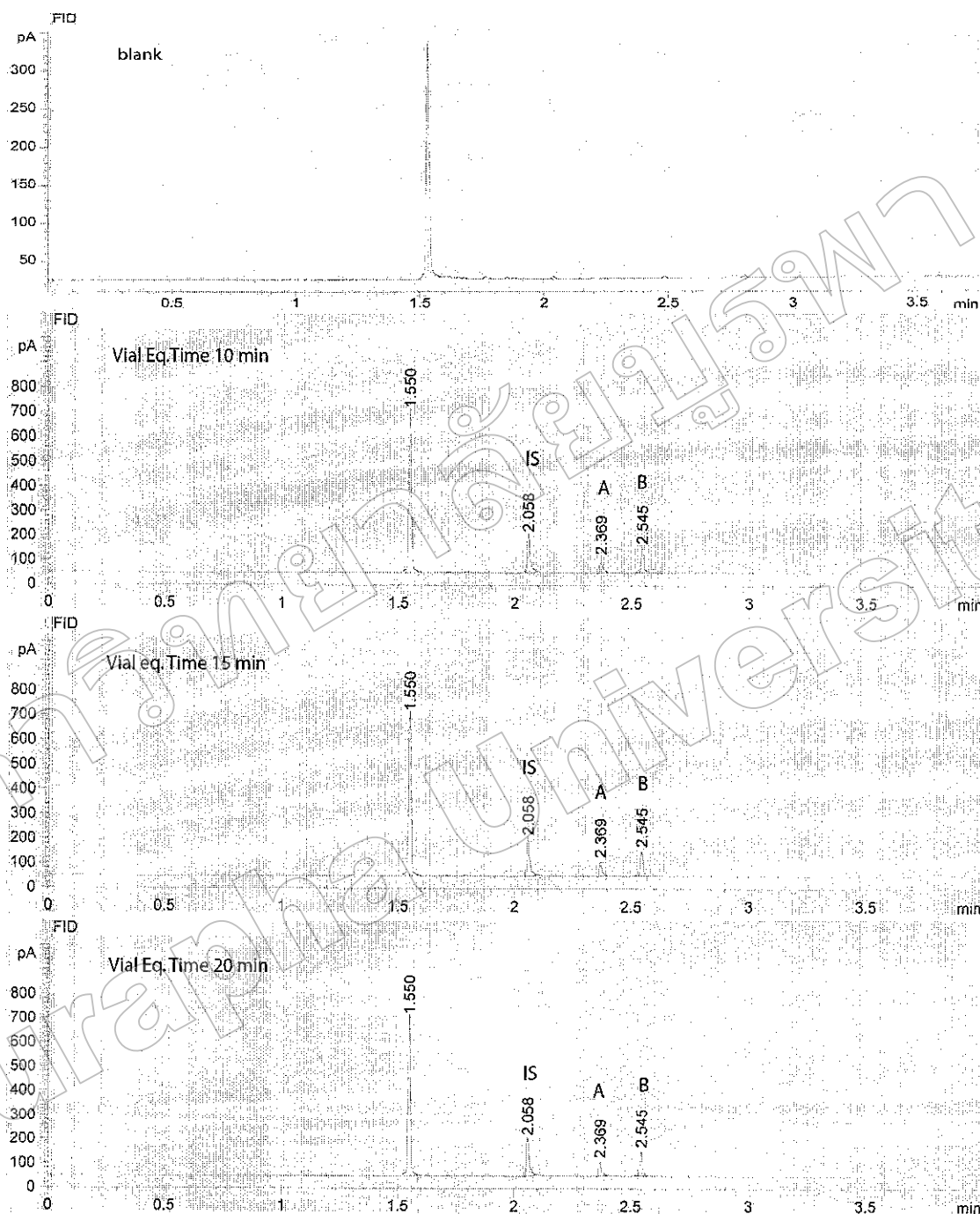
เกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตใช้จำนวน 2 กรัม ผลการศึกษาอุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุล แสดงดังภาพที่ 4-8 ถึงภาพที่ 4-10 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ อุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุลที่อุณหภูมิ 90°C

ผลการศึกษาเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าในขวดที่เหมาะสม จากผลการศึกษาหาเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าในขวดที่เหมาะสม โดยทำการตั้งเวลาต่าง ๆ อุณหภูมิห้องที่ 90°C ความดันที่ 25 psi เวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เวลา 30 นาที และปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตใช้จำนวน 2 กรัม ผลการศึกษาเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าในขวดที่เหมาะสม แสดงดังภาพที่ 4-11 ถึงภาพที่ 4-13 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ เวลา 12 วินาที เป็นเวลาที่ทำให้ความดันของแก๊สเข้าในขวดที่เหมาะสม

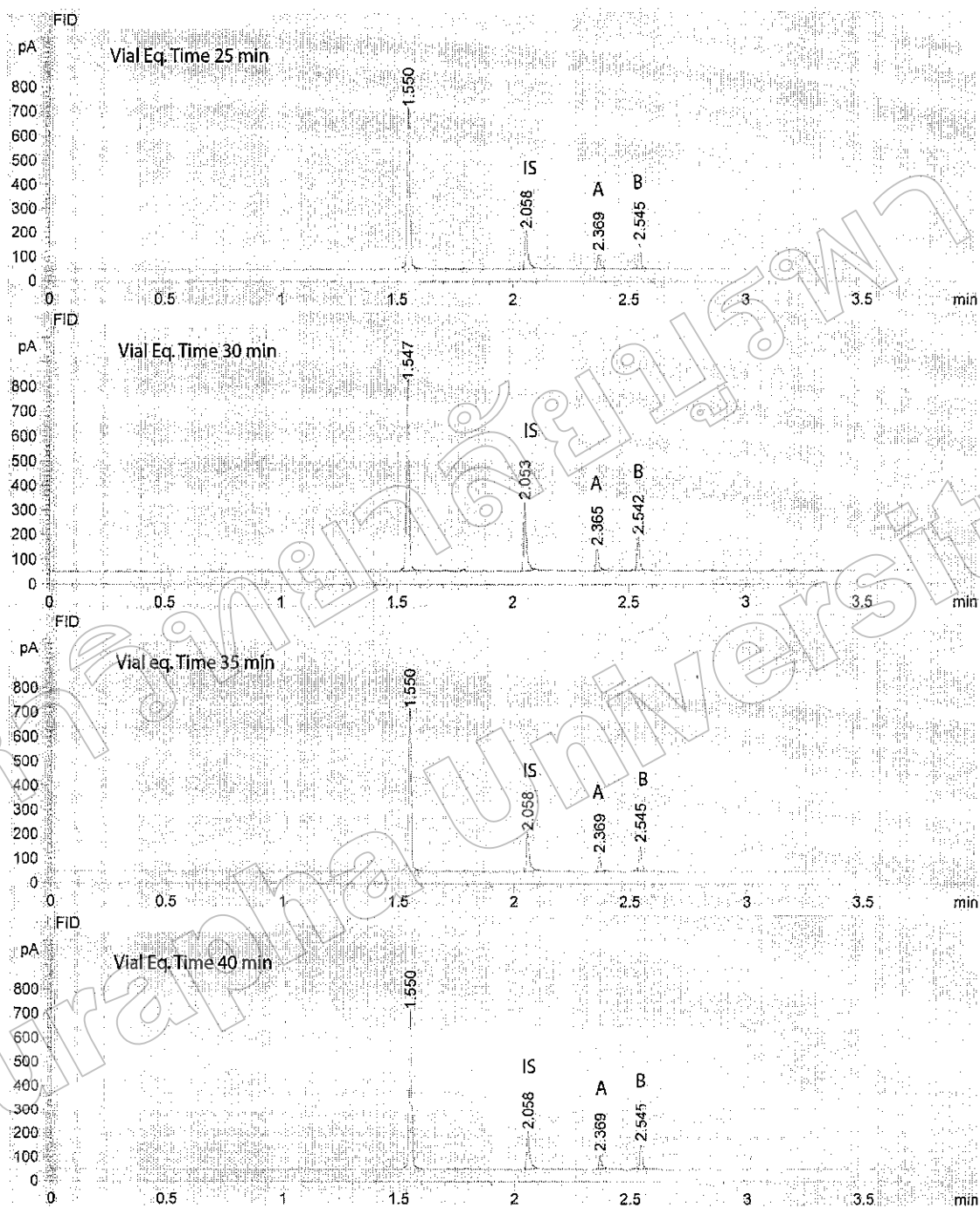
ผลการศึกษาเวลาของแก๊สจากส่วนเสดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก จากผลการศึกษาเวลาของแก๊สจากส่วนเสดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออกโดยทำการตั้งเวลาต่าง ๆ ตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ 90°C ความดันที่ 25 psi เวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เวลา 30 นาที ปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตใช้จำนวน 2 กรัม และเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าในขวด 12 วินาที ผลการศึกษาเวลาของแก๊สจากส่วนเสดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออกที่เหมาะสมคือ เวลา 0.6 วินาที แสดงดังภาพที่ 4-14 ถึงภาพที่ 4-16

ผลการศึกษาเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop จากผลการศึกษาหาเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop โดยทำการตั้งเวลาต่าง ๆ ตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ 90°C ความดันที่ 25 psi เวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เวลา 30 นาที ปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตใช้จำนวน 2 กรัม เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าในขวด 12 วินาที และเวลาของแก๊สจากส่วนเสดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก 0.6 วินาที ผลการศึกษาเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop ที่เหมาะสม แสดงดังภาพที่ 4-17 ถึงภาพที่ 4-19 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ เวลา 3 วินาที เป็นเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop

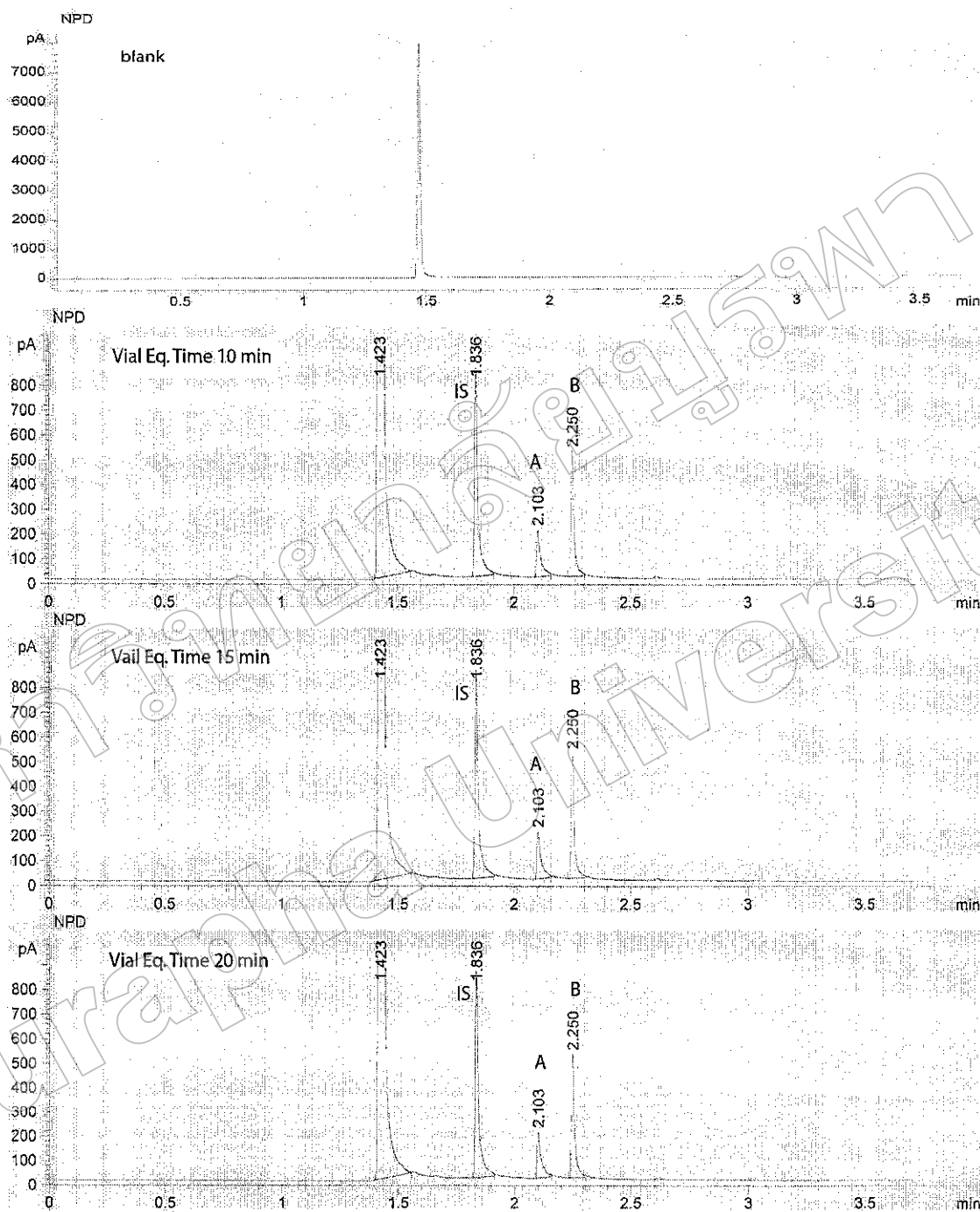
ผลการศึกษาเวลาที่สารจาก sample loop ฉีดเข้าสู่เครื่อง จากผลการศึกษาเวลาที่สารจาก sample loop ฉีดเข้าสู่เครื่อง โดยทำการตั้งเวลาต่าง ๆ ตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ 90°C ความดันที่ 25 psi เวลาที่สารเข้าสู่สมดุลที่เวลา 30 นาที ปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตใช้จำนวน 2 กรัม เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าในขวด 12 วินาที และเวลาของแก๊สจากส่วนเสดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop ผ่านออก 0.6 วินาที และเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุล 3 วินาที ผลการศึกษาเวลาที่สารจาก sample loop ฉีดเข้าสู่เครื่อง แสดงดังภาพที่ 4-20 ถึงภาพที่ 4-22 พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือใช้เวลาในการนำสารจาก sample loop ฉีดเข้าสู่เครื่อง เป็นเวลา 2 นาที



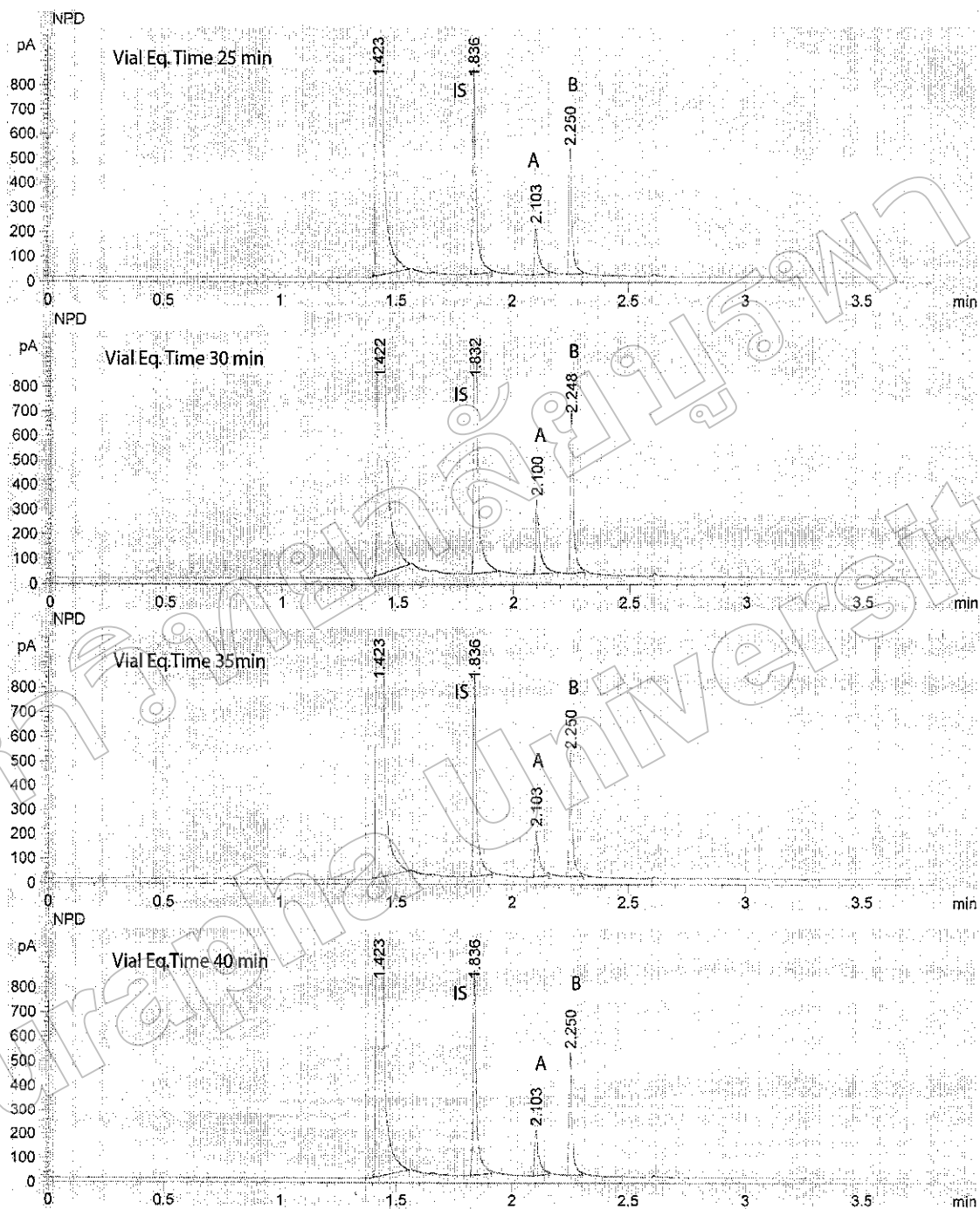
ภาพที่ 4-2 โครมาโตแกรมเวลาที่สารเข้าสู่สมดุลสำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลายมาตรฐาน เมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและ เบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 80°C ความดัน 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, blank = urine negative, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



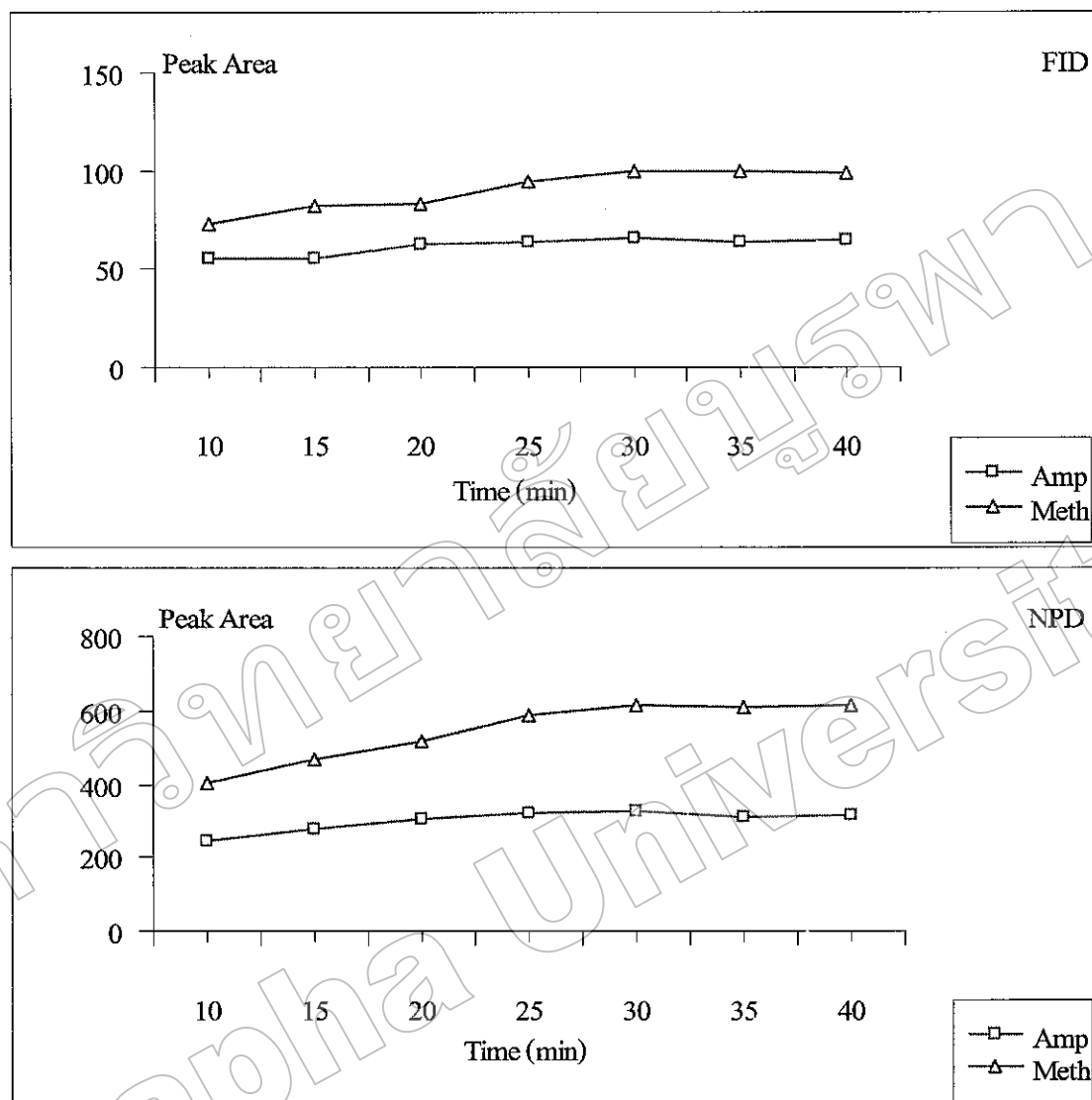
ภาพที่ 4-2 (ต่อ)



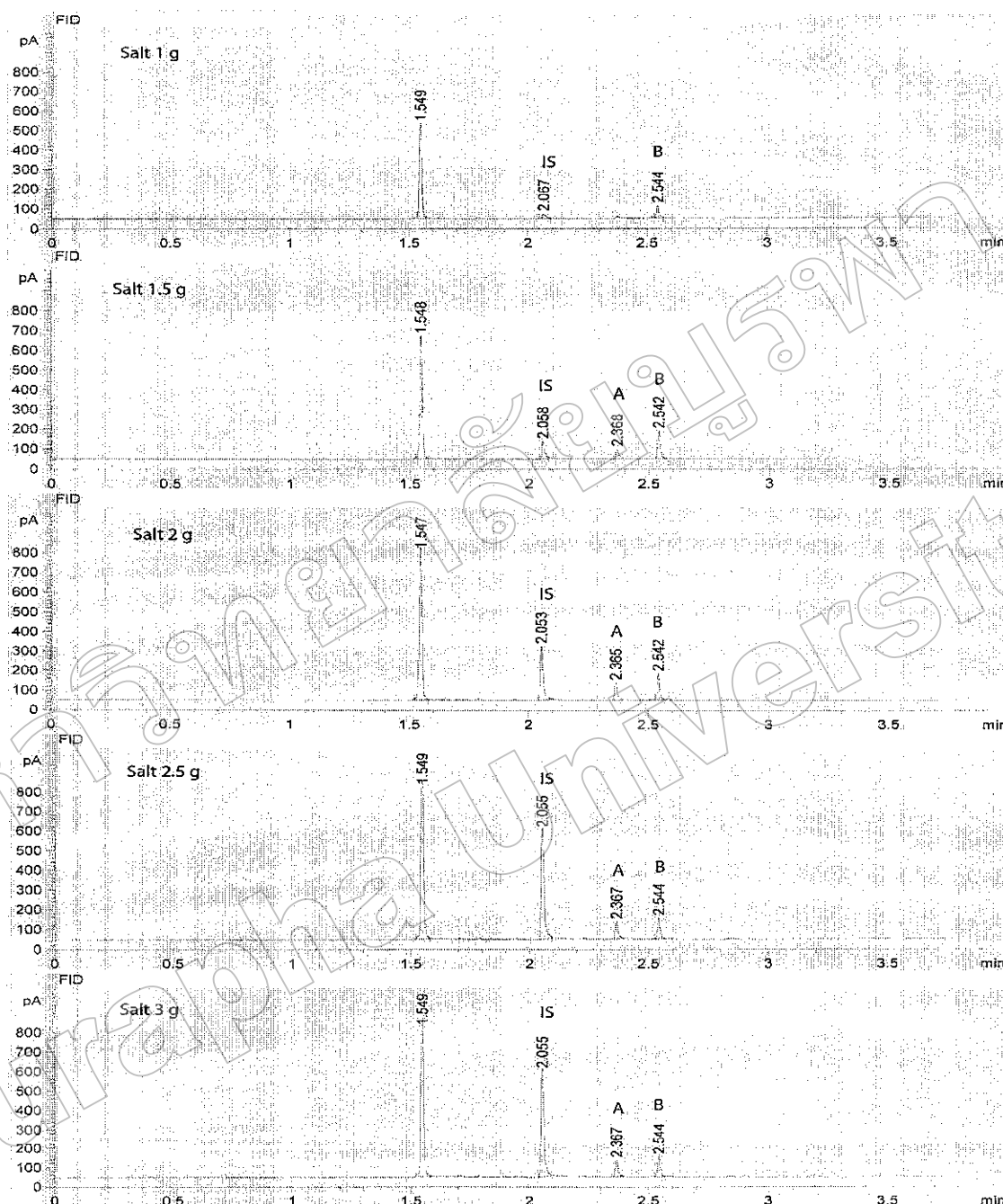
ภาพที่ 4-3 โครมาโตแกรมเวลาที่สารเข้าสู่สมดุลสำหรับตัวตรวจวัด NPD ของสารละลายมาตรฐาน เมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและ เบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาพการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปซที่ 80°C ความดัน 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, blank = urine negative, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



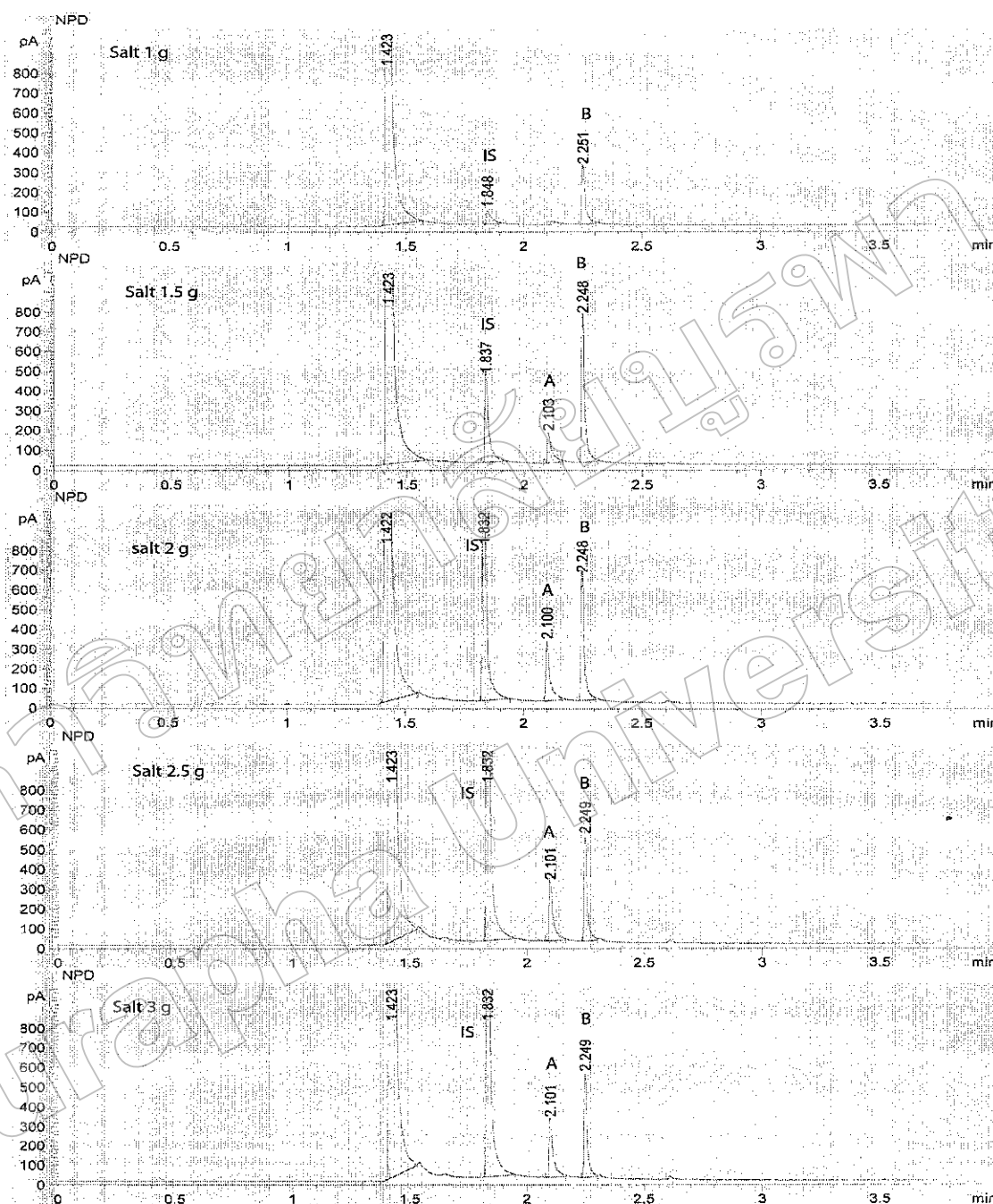
ภาพที่ 4-3 (ต่อ)



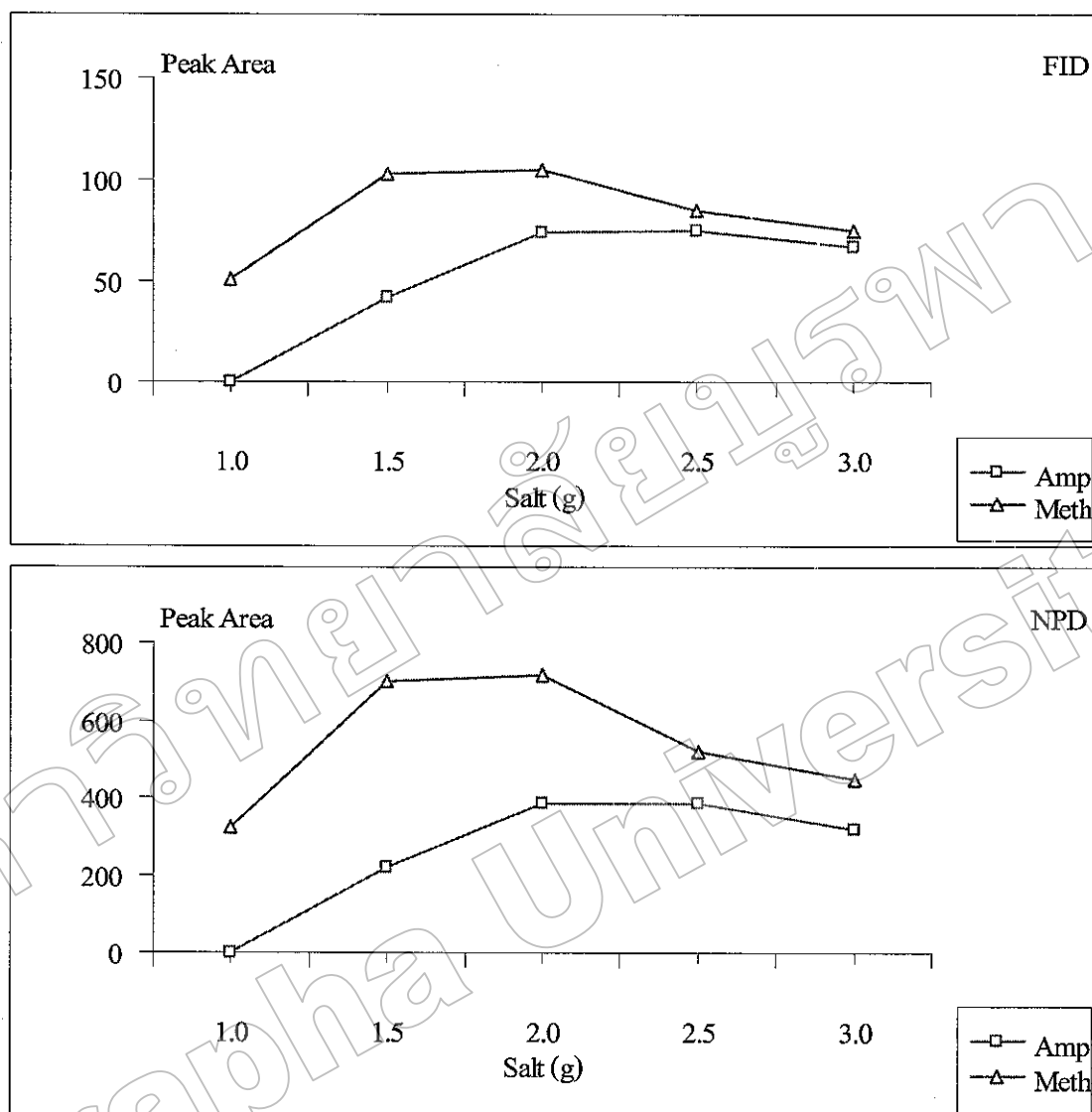
ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่สารเข้าสู่สมวลและพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปส ที่ 80°C ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine



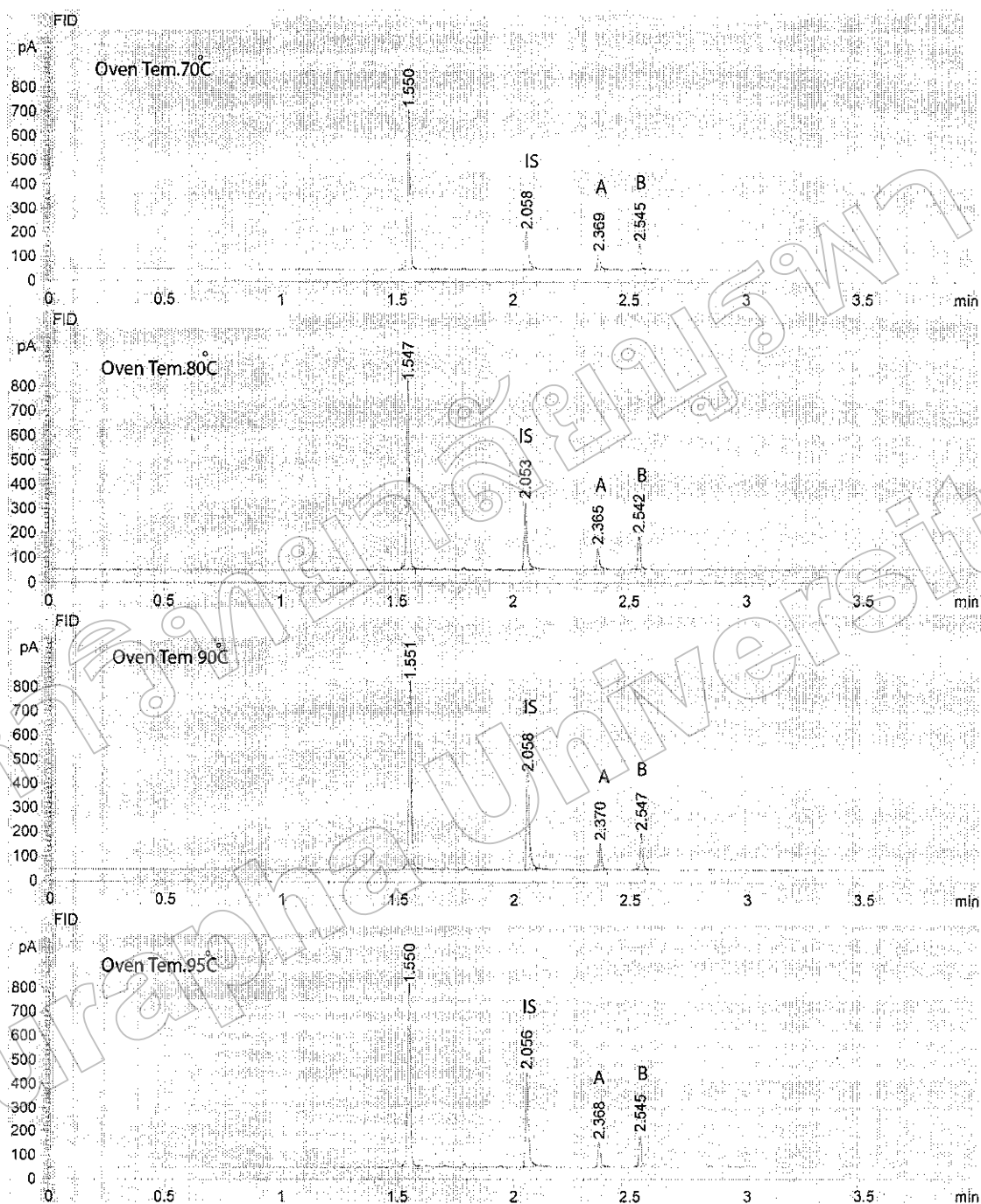
ภาพที่ 4-5 โครมาโตแกรมปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมสำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 80°C ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



ภาพที่ 4-6 โครมาโตแกรมปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมสำหรับตัวตรวจวัด NPD ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปซที่ 80°C ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



ภาพที่ 4-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือและพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐาน เมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ เบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเสตสเปสที่ 80°C ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine



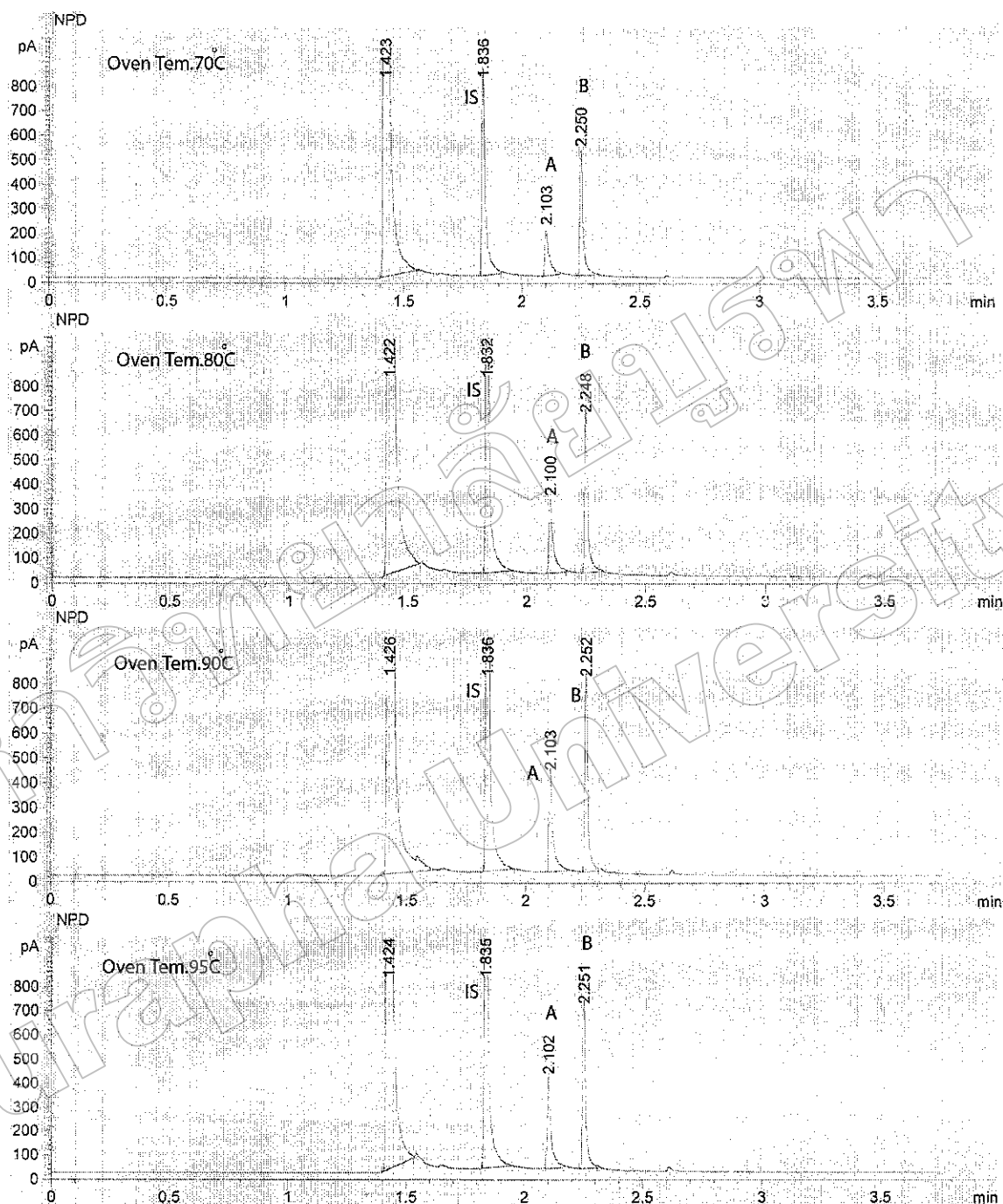
ภาพที่ 4-8 โครมาโตแกรมอุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุสำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลาย

มาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

และเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปส

นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow

rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



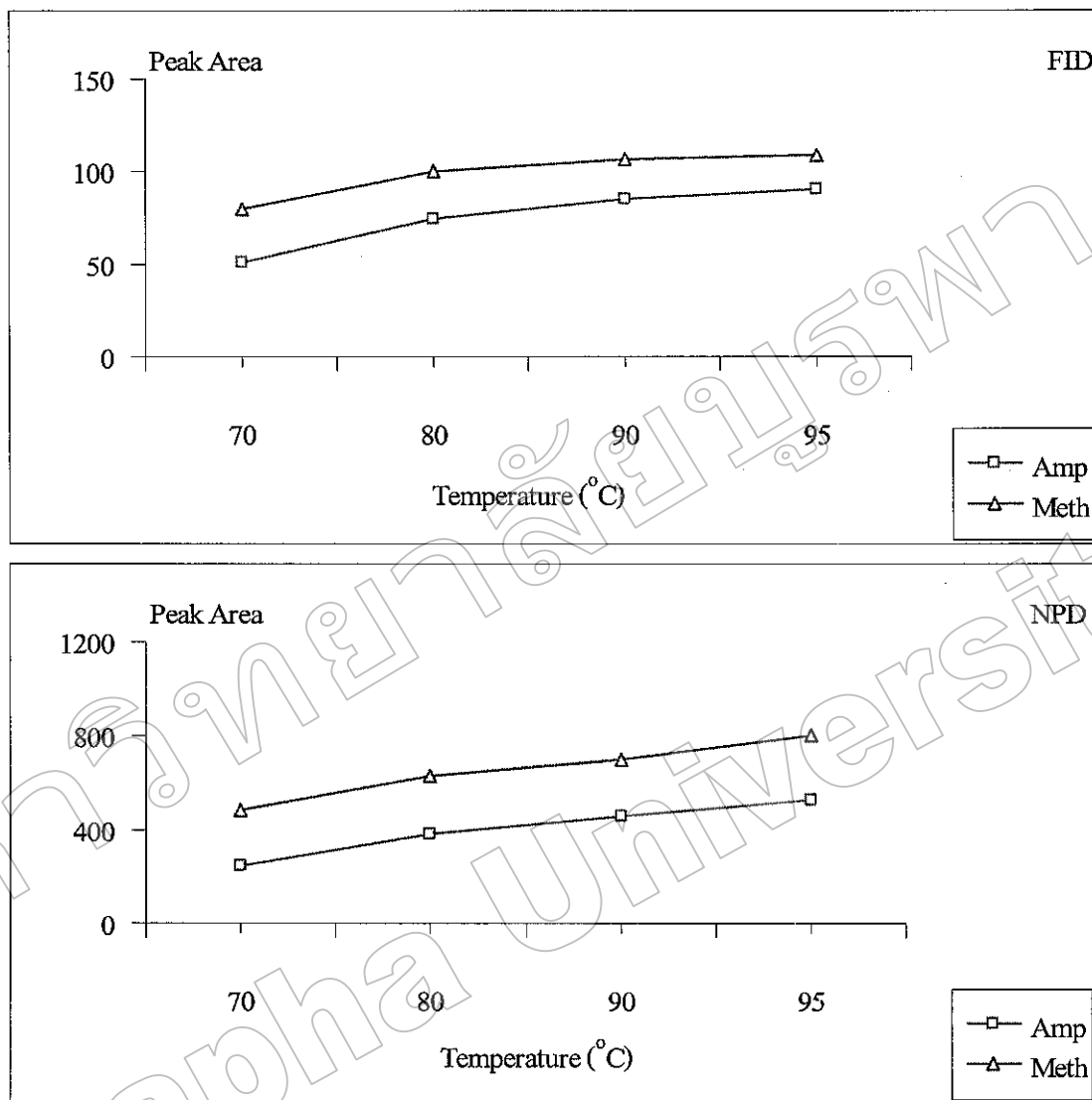
ภาพที่ 4-9 โครมาโตแกรมอุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุลสำหรับตัวตรวจวัด NPD ของสารละลาย

มาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

และเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปต

นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow

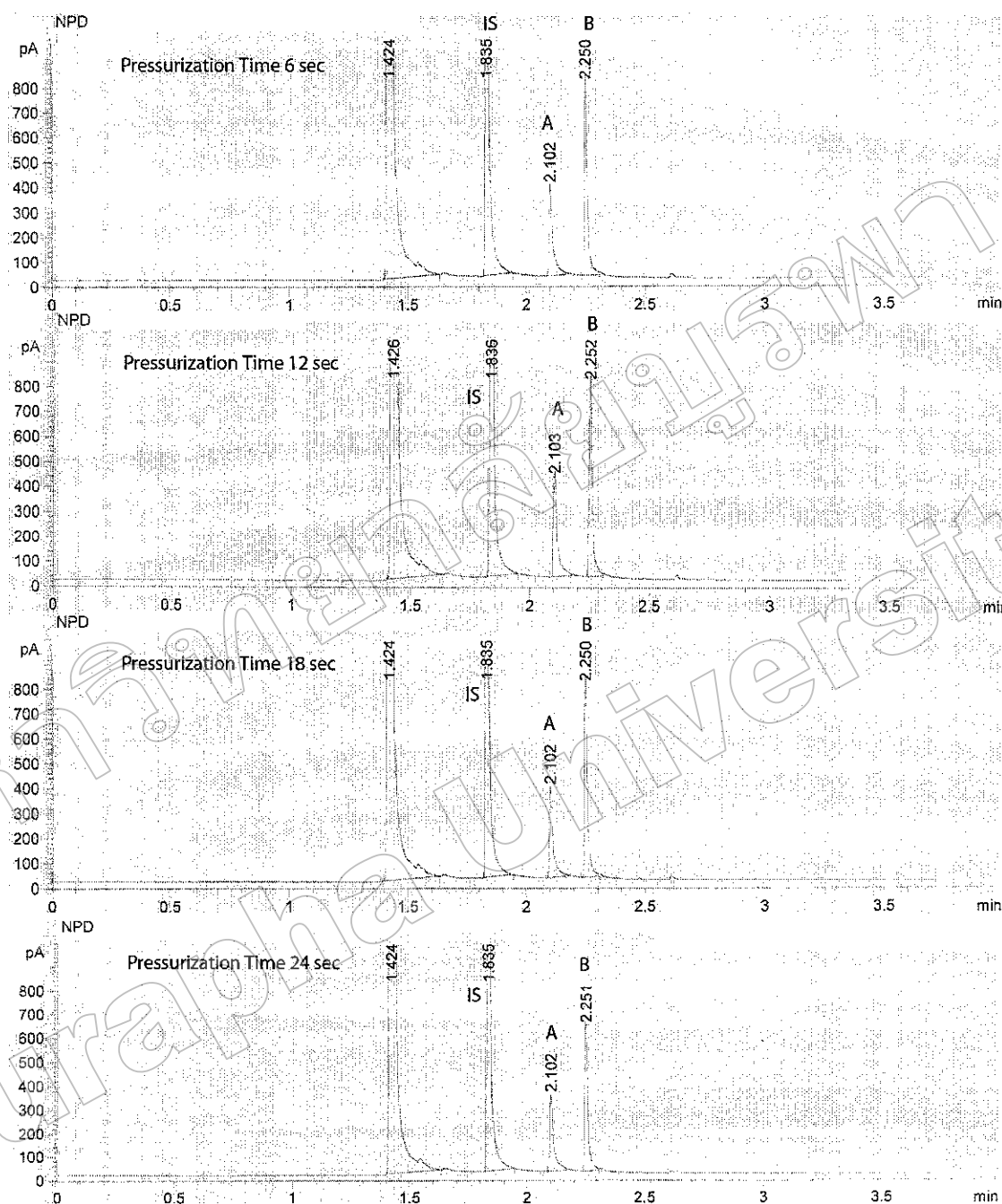
rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



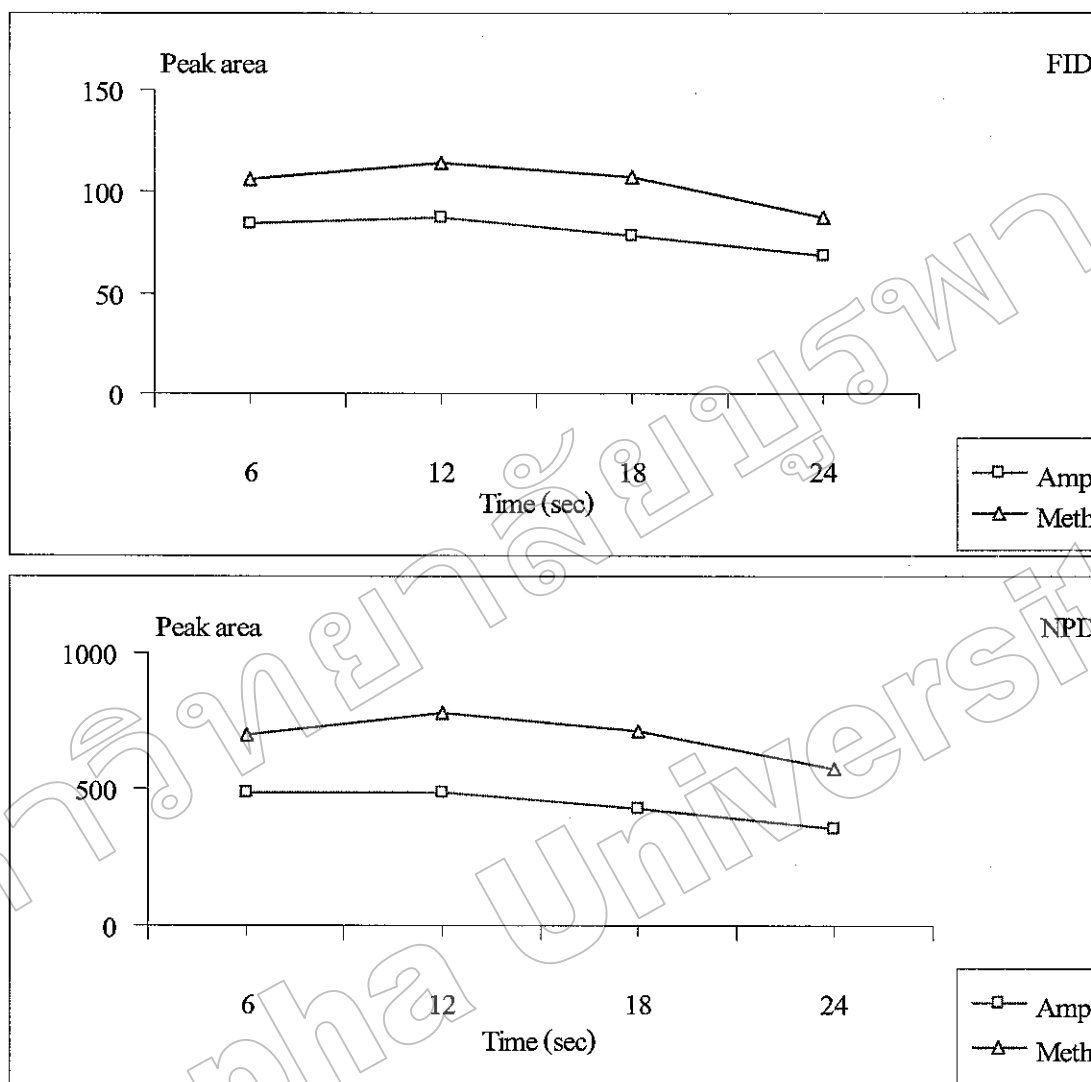
ภาพที่ 4-10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่สารเข้าสู่สมดุและพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปส นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine



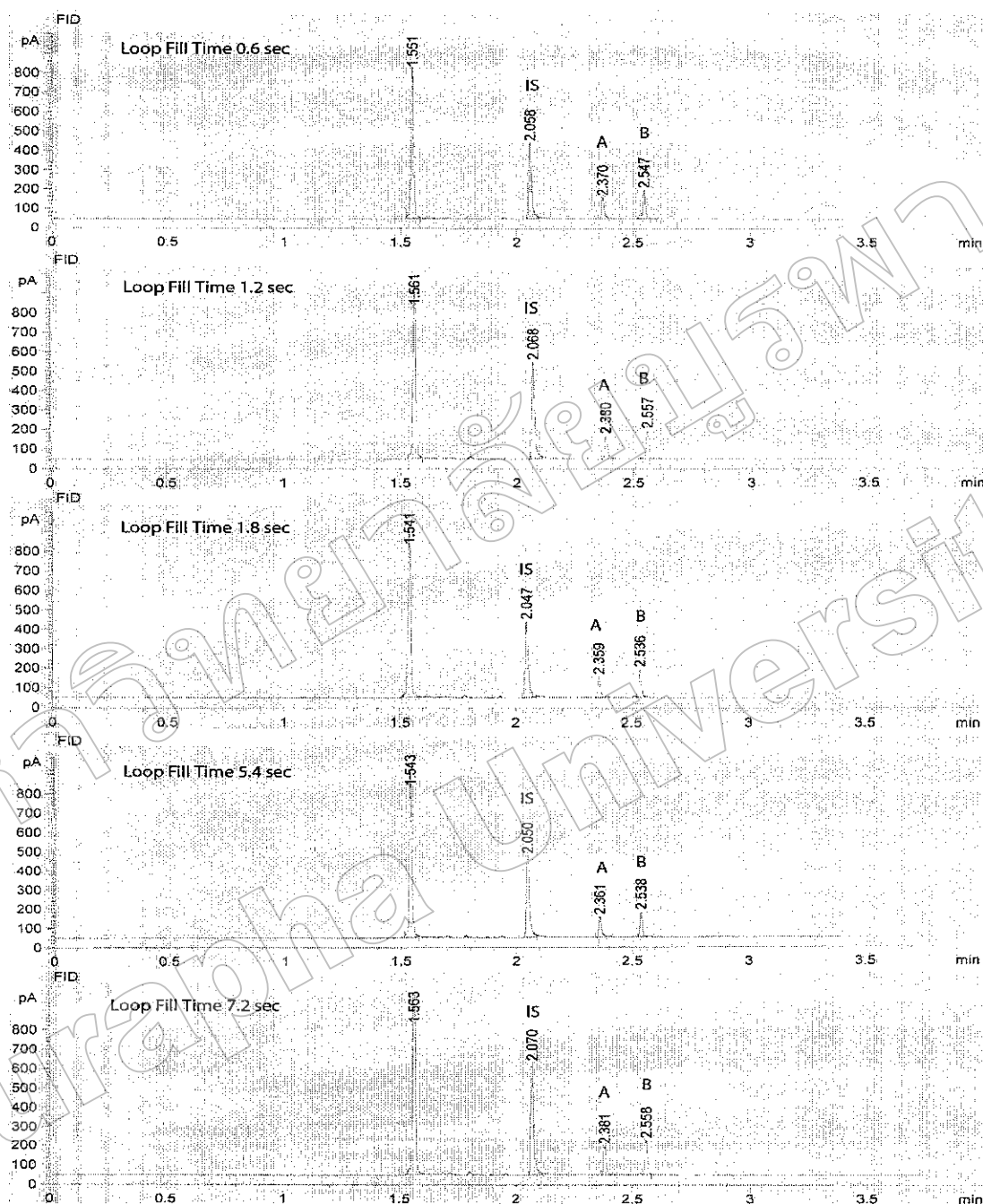
ภาพที่ 4-11 โครมาโตแกรมเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าหลอดสำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊สโพรแตสเซียมคาร์บอนเนต 2 กรัม, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



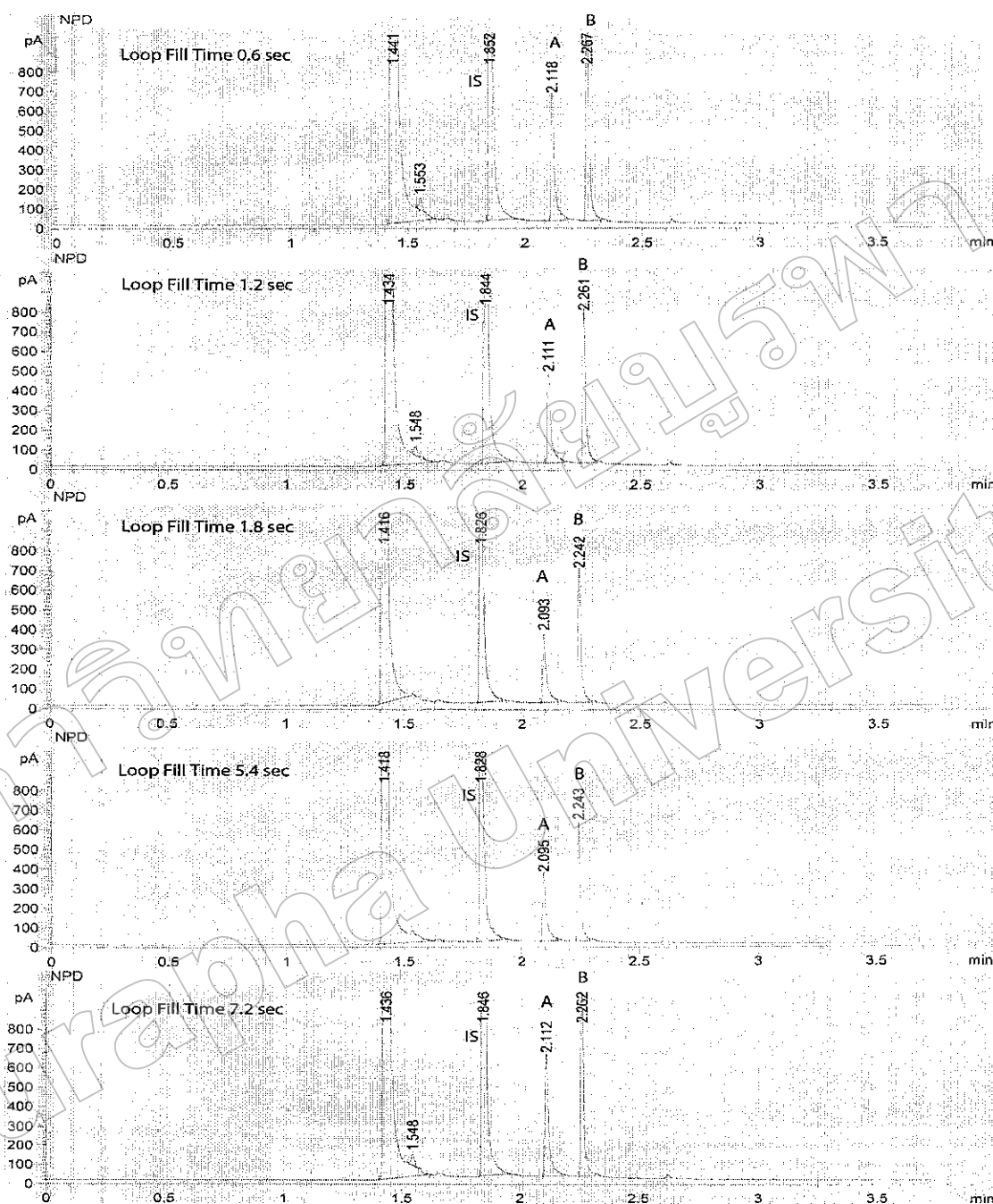
ภาพที่ 4-12 โครมาโตแกรมเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดสำหรับตัวตรวจวัด NPD ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊ส โปเดสเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



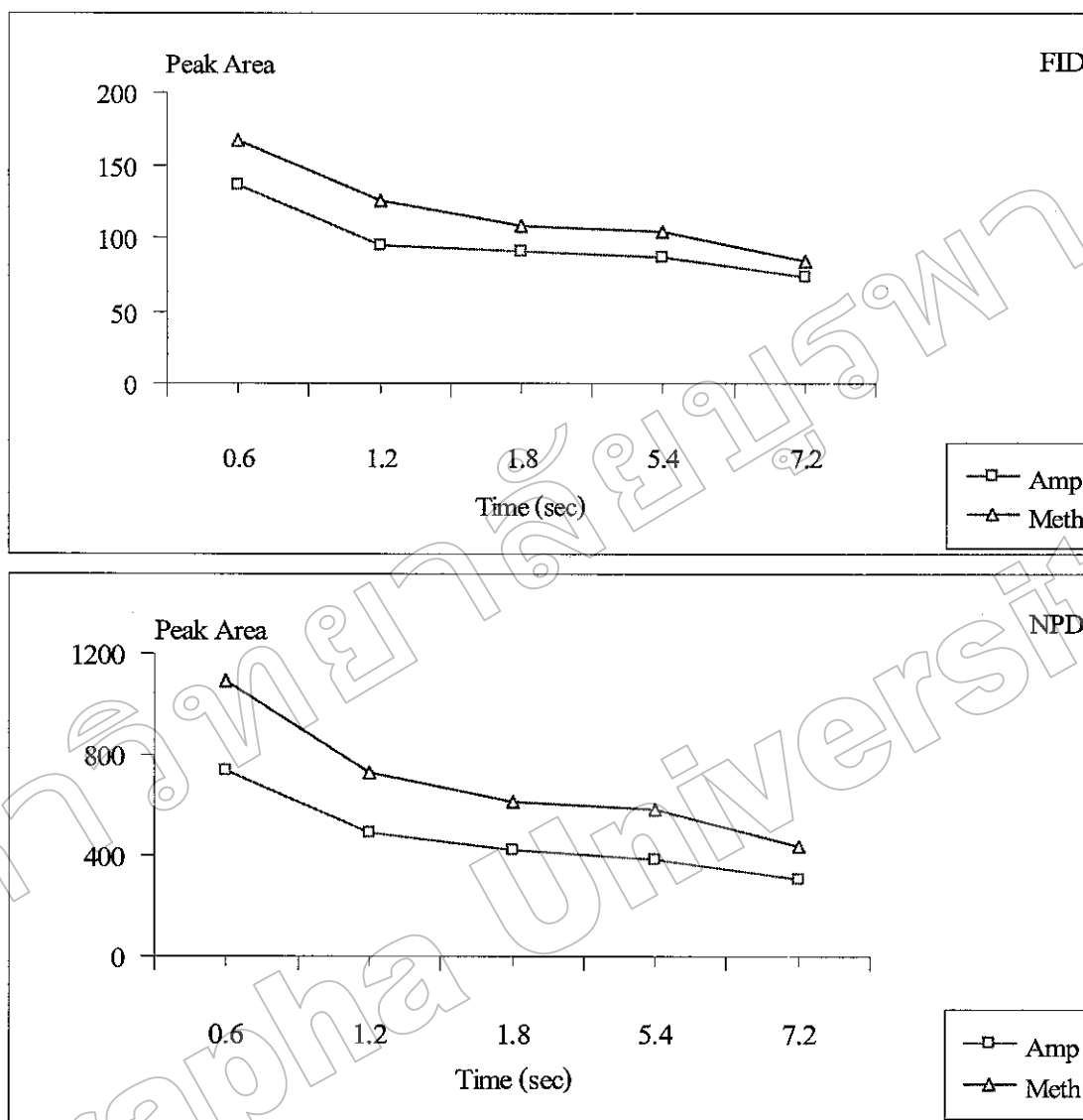
ภาพที่ 4-13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดและพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊ส โปแตสเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine



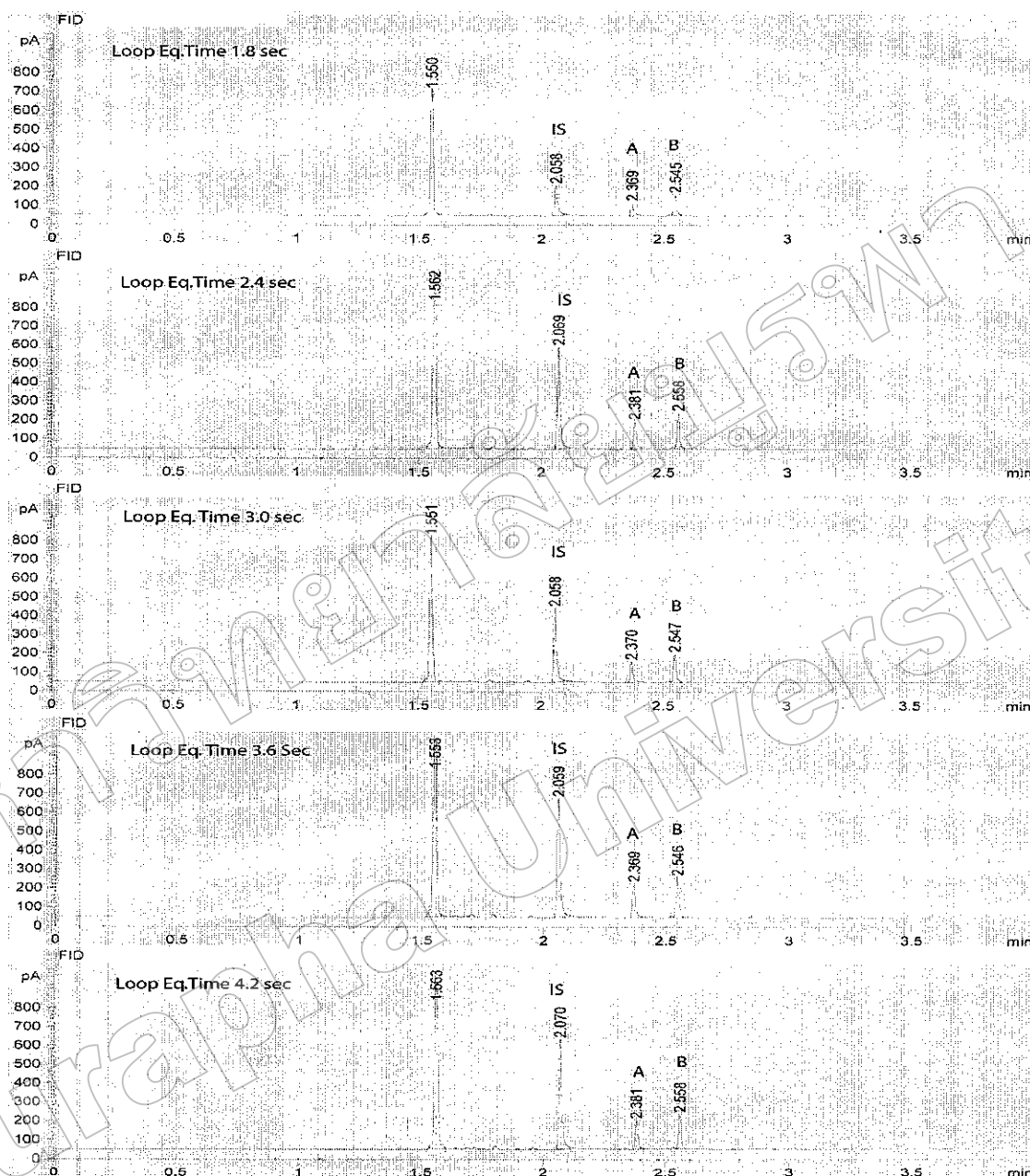
ภาพที่ 4-14 โครมาโตแกรมเวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก สำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน และแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊สโพรแพนเซียมคาร์บอนเนต 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



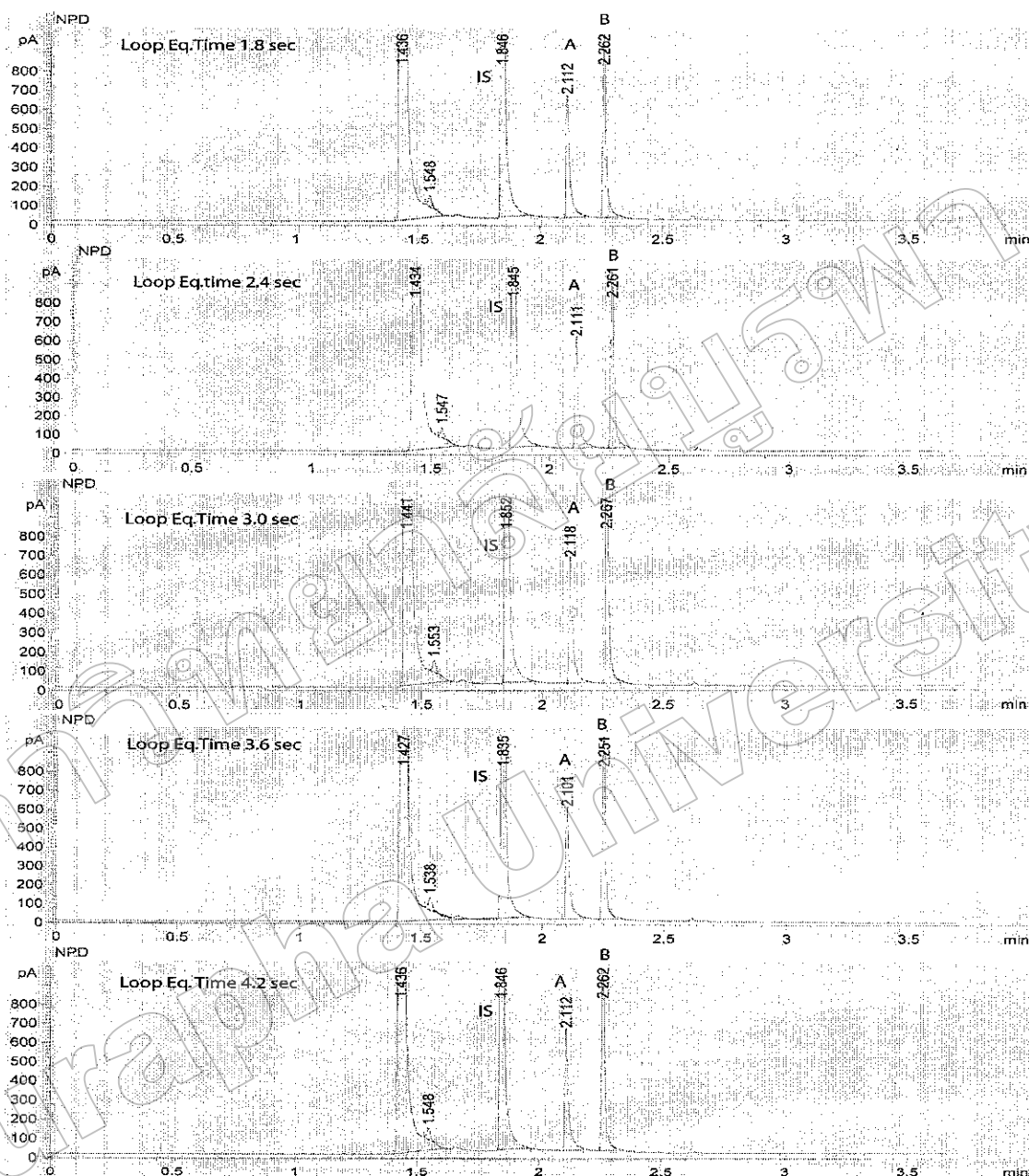
ภาพที่ 4-15 โครมาโตแกรมเวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปซของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก สำหรับตัวตรวจวัด NPD ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน และแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปซที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊สโพรพาเนอคาร์บอน 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



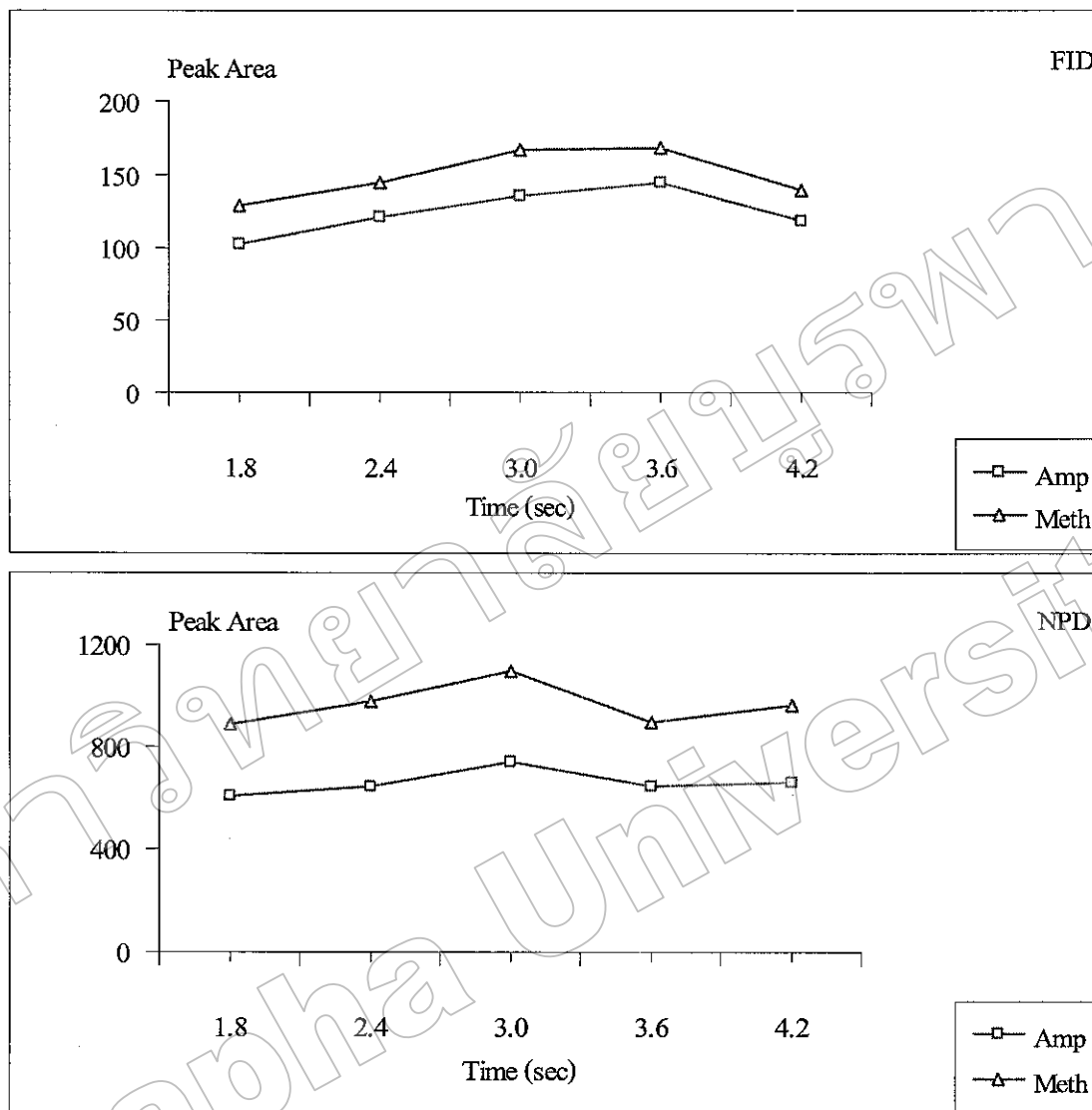
ภาพที่ 4-16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปซของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออกและพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน และแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปซที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊สโพรแตสซีมคาร์บอนด 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, Injection port 260 °C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine



ภาพที่ 4-17 โครมาโตแกรมเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop สำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลอง คือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณเกลือ โปแตสเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, เวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก 0.6 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



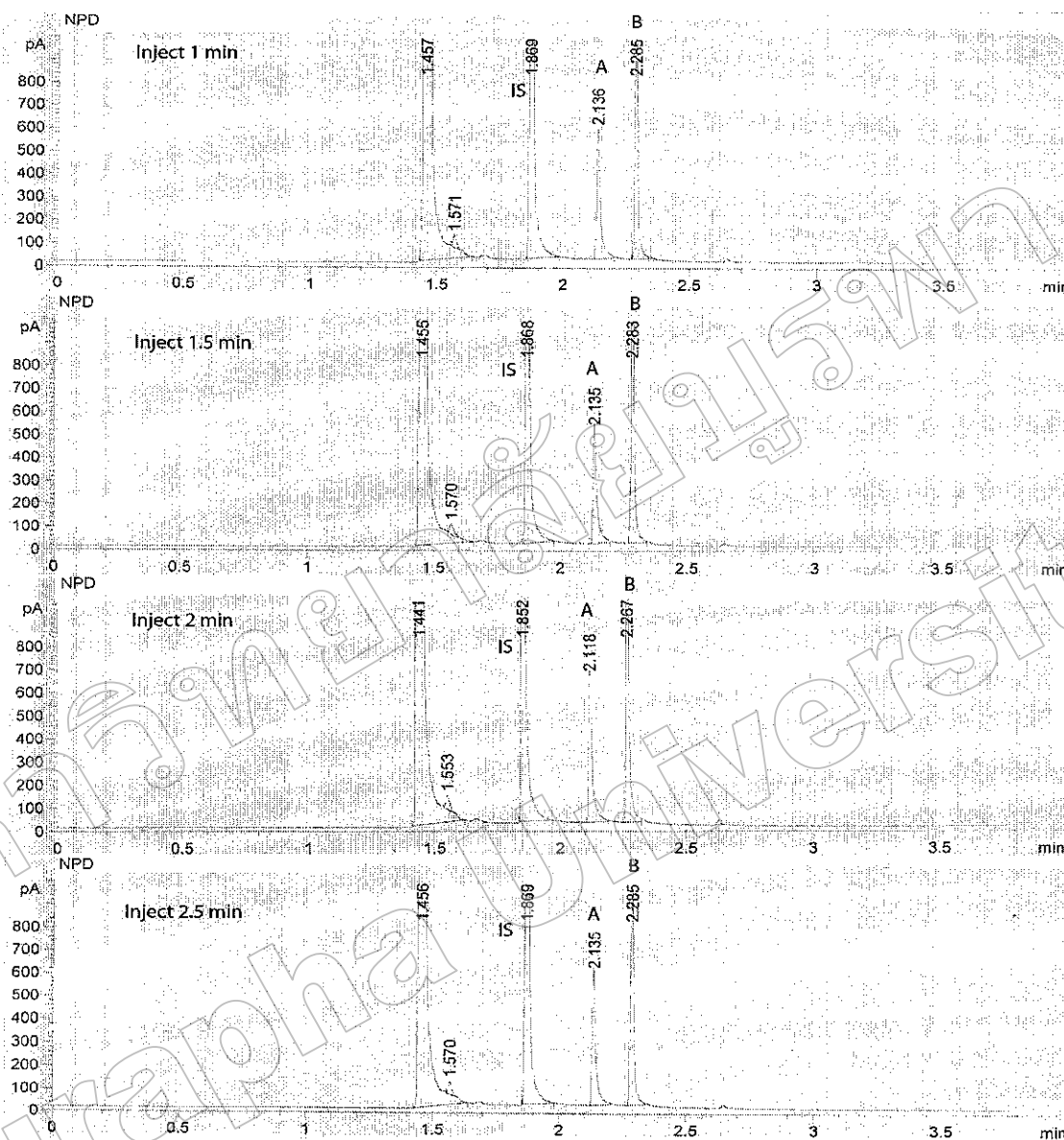
ภาพที่ 4-18 โครมาโตแกรมเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุใน sample loop สำหรับตัวตรวจวัด NPD ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปซที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, เวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปซของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก 0.6 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



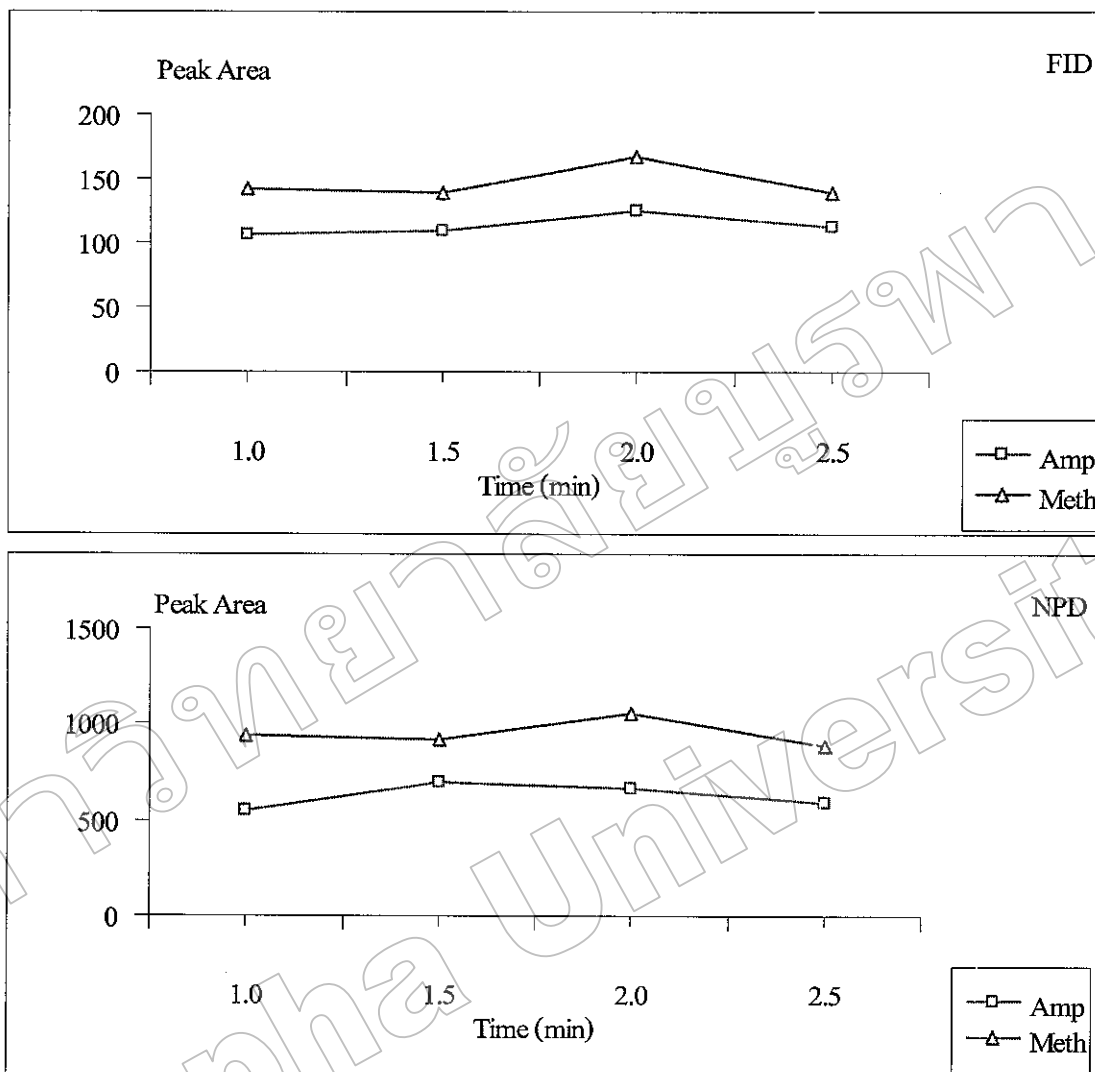
ภาพที่ 4-19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุใน sample loop และพื้นที่ใต้สารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปตที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณเกลือโปแตสเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, เวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปตของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออก 0.6 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine



ภาพที่ 4-20 โครมาโตแกรมเวลาที่สารจาก sample loop เข้าสู่เครื่องสำหรับตัวตรวจวัด FID ของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊สโพรแพนเซียมคาร์บอนเนต 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, เวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออกที่ 0.6 วินาที, เวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop ที่ 3 วินาที, Injection port 260°C , Detector temp. 260°C , He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



ภาพที่ 4-21 โครมาโตแกรมเวลาที่สารจาก sample loop เข้าสู่เครื่องสำหรับตัวตรวจวัด NPD ของ สารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณแก๊สโพรพาไดน 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, เวลาของแก๊สจากส่วนเฮดสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออกที่ 0.6 วินาที, เวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop ที่ 3 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, IS = internal standard, A = Amphetamine, B = Methamphetamine



ภาพที่ 4-22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่สารจาก sample loop นิดเข้าสู่เครื่องและพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิตรและเบนซิลเอมีนเป็น internal standard สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮคสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที ความดันที่ 25.1 psi, ปริมาณเกลือ โปแตสเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม, เวลาที่ให้ความดันของแก๊สเข้าขวดที่ 12 วินาที, เวลาของแก๊สจากส่วนเฮคสเปสของขวดที่ผ่านเข้าไปใน sample loop และผ่านออกที่ 0.6 วินาที, เวลาของสารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่สมดุลใน sample loop ที่ 3 วินาที, Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min, Amp = Amphetamine, Meth = Methamphetamine

ผลของการศึกษาความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์

สถานะที่ใช้ในการทดลองของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ FID และ NPD คือใช้แก๊ส He เป็นแก๊สพาหีอัตราการไหล 2 มิลลิลิตรต่อนาที แก๊ส N_2 เป็น make up ความดัน 12.75 psi Injection port 260°C Detector temp. 260°C mode split/ constant flow อุณหภูมิโปรแกรมเริ่มต้นที่ อุณหภูมิ 130°C คงที่ เป็นเวลานาน 1 นาที แล้วเพิ่มจนถึงอุณหภูมิที่ 200°C คงที่เป็นเวลานาน 1 นาที ด้วยอัตราเพิ่ม 40°C ต่อนาที และคอลัมน์ชนิดที่ 1 เป็น BP-5 สำหรับเครื่องตรวจวัด FID ส่วน คอลัมน์ชนิดที่ 2 เป็น BP-1 สำหรับเครื่องตรวจวัด NPD โดยใช้เวลารวม 3.75 นาที

สถานะของเครื่อง Headspace sample HP 7694 คือ

ก. zone temperature

oven temp.	90°C
loop temp	180°C
transferline temp	180°C

ข. ovent time

GC cycle time	10.00	min
vial eq. time	30.00	min
pressurization time	0.20	min
loop fill time	0.01	min
loop eq. time	0.05	min
inject time	2.00	min

ค. vial parameter

first vial	1
last vial	last vial
shake	high

ง. pressure

carrier pressurization	20.1	psi.
vial pressurization	25.1	psi.

การหาความเป็นเส้นตรง

ความเป็นเส้นตรงของแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนทำการศึกษาในช่วงความเข้มข้น 0.025 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ถึง 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ละความเข้มข้นฉีดซ้ำ 7 ครั้ง โดยทำการศึกษาทั้งเครื่องตรวจวัด FID และ NPD ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ของแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีน ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ช่วงความเป็นเส้นตรงของแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีน (n=7)

สาร	ช่วงความเข้มข้น		สัมประสิทธิ์ของ		สมการ	
	(ppm)		ความสัมพันธ์			
	FID	NPD	FID	NPD	FID	NPD
แอมเฟตามีน	1-20	0.025-20	0.9988	0.9992	$y=34.804x-0.028$	$y=126.212x-0.004$
เมทแอมเฟ- ตามีน	1-20	0.025-20	0.9993	0.9995	$y=21.040x-0.117$	$y=99.6645x-0.006$

ความแม่นยำของการวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีน ที่ 2 ระดับความเข้มข้น คือ ความเข้มข้นต่ำและความเข้มข้นสูงของช่วงความเป็นเส้นตรง แต่ละความเข้มข้นฉีดซ้ำ 7 ครั้ง โดยทำการศึกษาทั้งเครื่องตรวจวัด FID และ NPD

replicability ทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีน ที่ 2 ระดับความเข้มข้น คือ ระดับความเข้มข้นต่ำที่ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและระดับความเข้มข้นกลางที่ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ละความเข้มข้นฉีดซ้ำ 7 ครั้ง เครื่องตรวจวัด FID ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-2 และ NPD ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 ความแม่นยำของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมของร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สัมพัทธ์ของพื้นที่ใต้พีคของตัวตรวจวัด FID (n=7)

สาร	ความเข้มข้น (ppm)	FID	
		Q-test	%RSD
แอมเฟตามีน	1	3.33	1.07
	20	4.87	1.85
เมทแอมเฟตามีน	1	2.53	0.99
	20	0.12	0.26

ตารางที่ 4-3 ความแม่นยำของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมของร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สัมพัทธ์ของพื้นที่ใต้พีคของตัวตรวจวัด NPD (n=7)

สาร	ความเข้มข้น (ppm)	NPD	
		Q-test	%RSD
แอมเฟตามีน	1	3.12	0.77
	20	4.52	2.15
เมทแอมเฟตามีน	1	3.31	1.22
	20	2.20	0.65

repeatability (r) ทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีน ที่ 2 ระดับความเข้มข้น คือ ระดับความเข้มข้นต่ำที่ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และระดับความเข้มข้นสูงที่ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ละระดับความเข้มข้นฉีดซ้ำ 7 ครั้ง โดยทำการวิเคราะห์เป็นเวลา 5 วัน ภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันเครื่องตรวจวัด FID และ NPD ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ความแม่นยำของการวิเคราะห์ระยะเวลา 5 วัน ภายในห้องปฏิบัติการเดียวกันของตัวตรวจวัด FID และ NPD พิจารณาในเทอม F -test ($n=7$)

สาร	ความเข้มข้น (ppm)	F -test	
		FID	NPD
แอมเฟตามีน	1	2.81	0.42
	20	3.48	2.70
เมทแอมเฟตามีน	1	2.63	1.67
	20	4.18	0.97

เมื่อเปรียบเทียบค่า F -test จากการทดลอง กับ F -test จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (F -table = 6.163) พบว่า F -test จากการทดลอง มีค่าน้อยกว่า F -test จากตาราง แสดงว่ามีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ความถูกต้องของการวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของการวิเคราะห์โดยเติมสารละลายมาตรฐานลงในสารตัวอย่าง 3 ระดับความเข้มข้น ทำการวิเคราะห์ซ้ำแต่ละระดับความเข้มข้นละ 7 ครั้ง วิเคราะห์ทั้งเครื่องตรวจวัด FID ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-5 และ NPD ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-5 ความถูกต้องของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมค่าร้อยละการกลับคืนของสารสำหรับ
ตัวตรวจวัด FID (n=7)

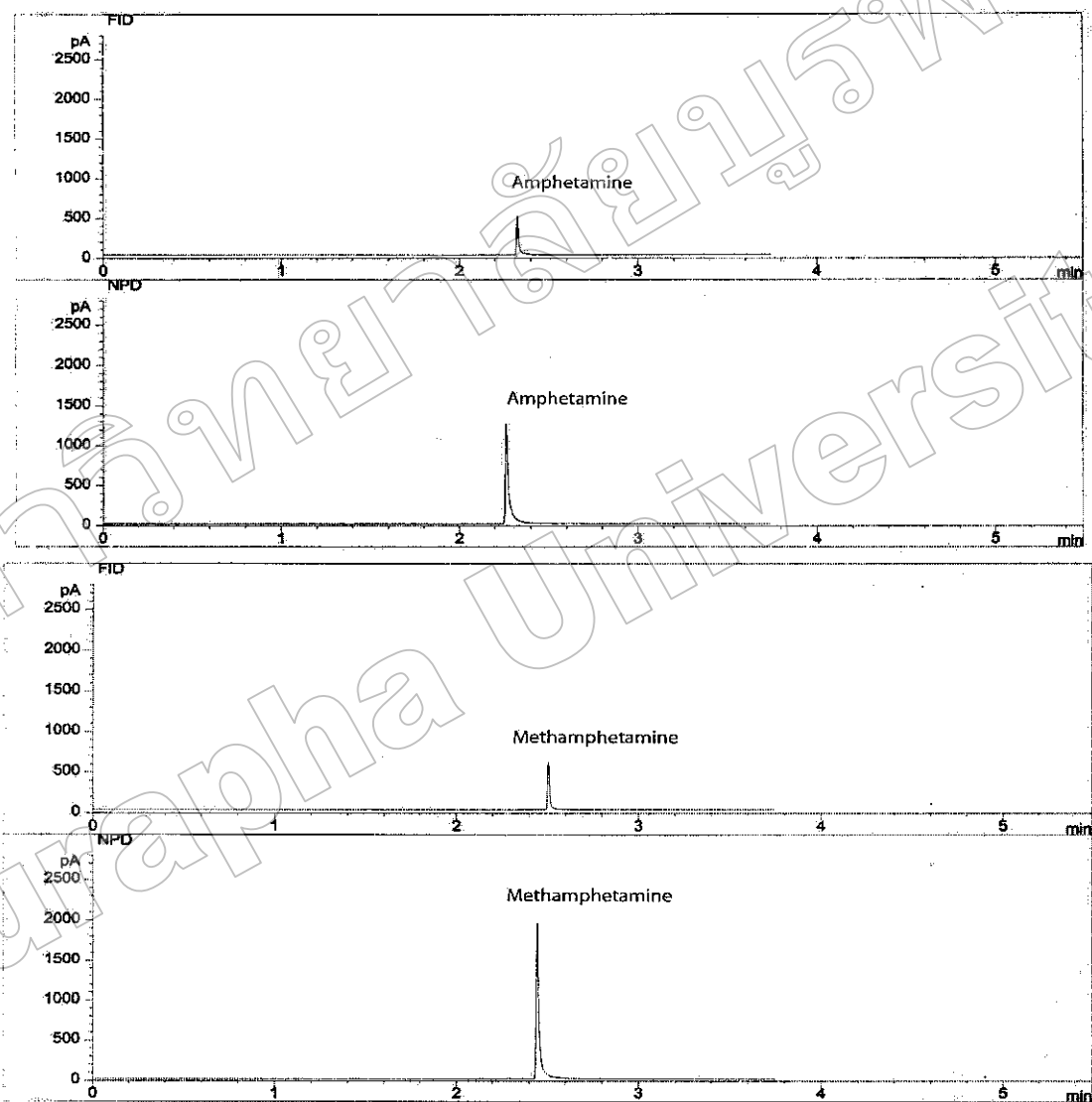
สาร	ระดับความเข้มข้น	FID			
	ที่เติมลงไป (%)	ppm	SD	%RSD	%recovery
แอมเฟตามีน	50	2.41	0.01	0.50	101.56
	100	3.21	0.02	0.56	101.01
	150	4.04	0.02	0.60	101.78
เมทแอมเฟตามีน	50	7.48	0.03	0.34	99.71
	100	9.96	0.03	0.33	99.49
	150	12.54	0.04	0.33	100.69

ตารางที่ 4-6 ความถูกต้องของการวิเคราะห์พิจารณาในเทอมค่าร้อยละการกลับคืนของสารสำหรับ
ตัวตรวจวัด NPD (n=7)

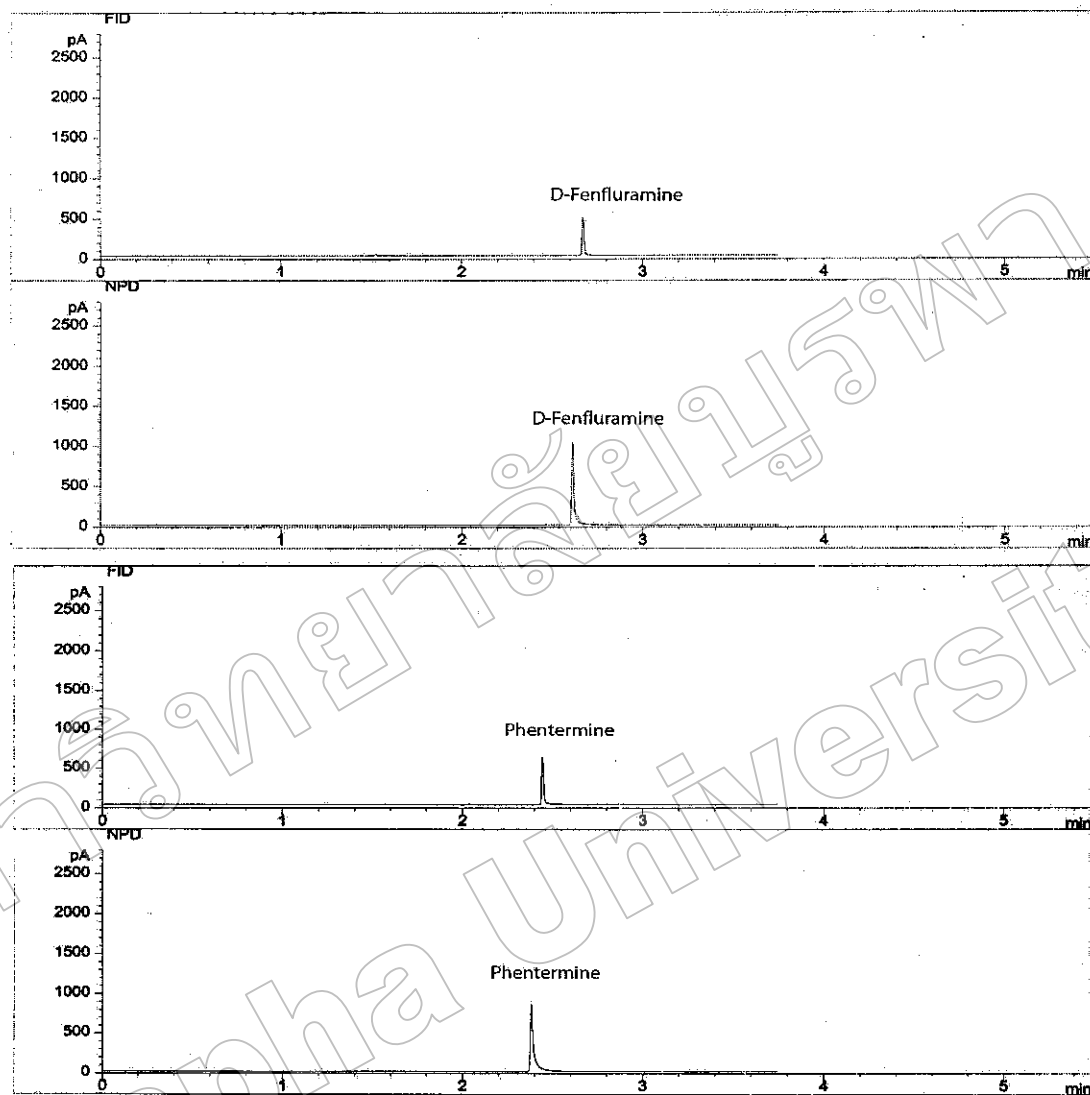
สาร	ระดับความ	NPD			
	เข้มข้น				
	ที่เติมลงไป (%)	ppm	SD	%RSD	%recovery
แอมเฟตามีน	50	2.41	0.01	0.50	100.73
	100	3.22	0.02	0.52	100.68
	150	4.05	0.02	0.55	101.82
เมทแอมเฟตามีน	50	7.53	0.02	0.34	99.36
	100	10.02	0.03	0.32	99.39
	150	12.55	0.04	0.32	99.99

ความจำเพาะของการวิเคราะห์

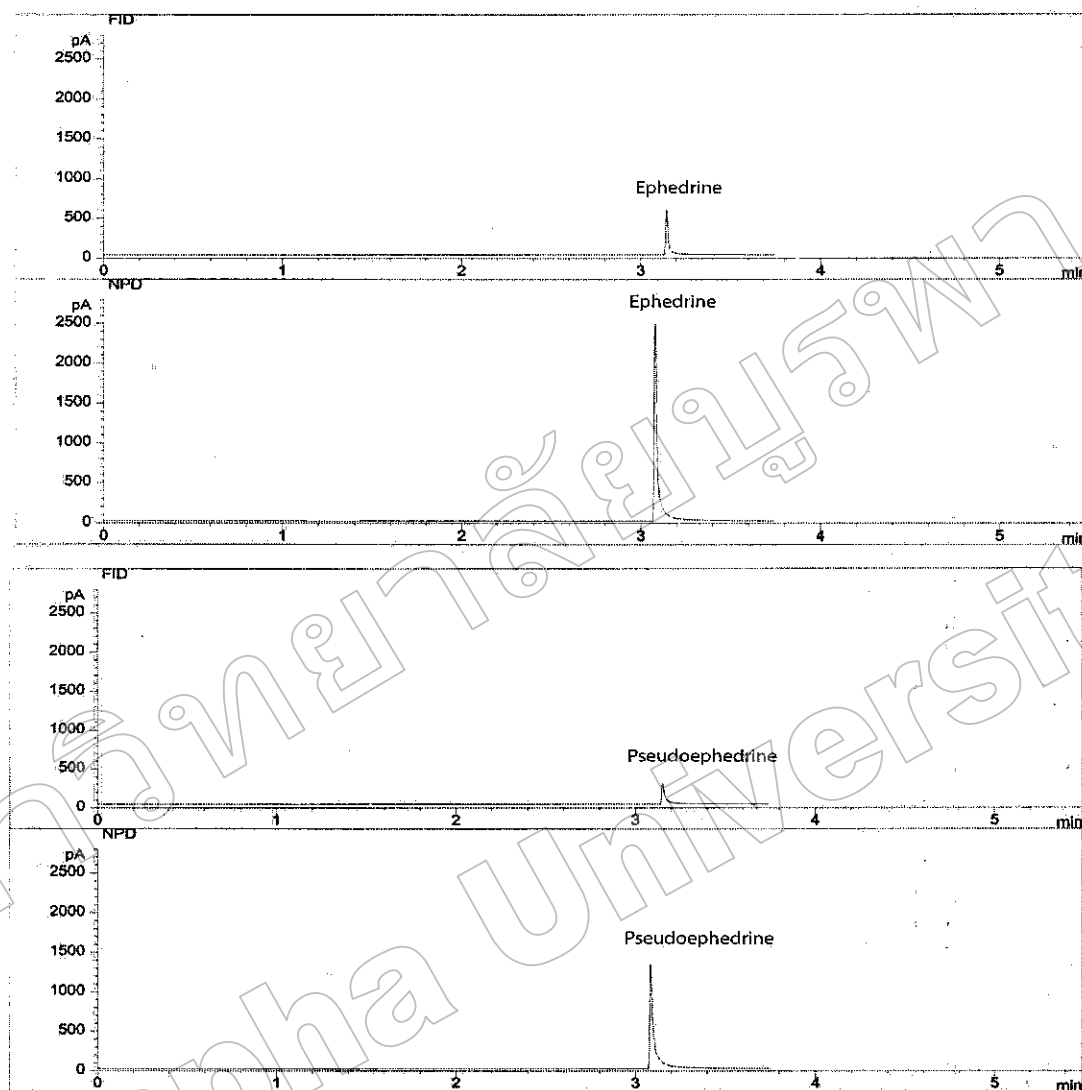
ค่าความสามารถในการแยกของสาร ทำการศึกษาสารที่มีสมบัติคล้ายกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ซ้ำสารละลายมาตรฐานละ 7 ครั้ง ผลแสดงดังภาพที่ 4-23 ถึงภาพที่ 4-28 และตารางที่ 4-7 ถึงตารางที่ 4-8



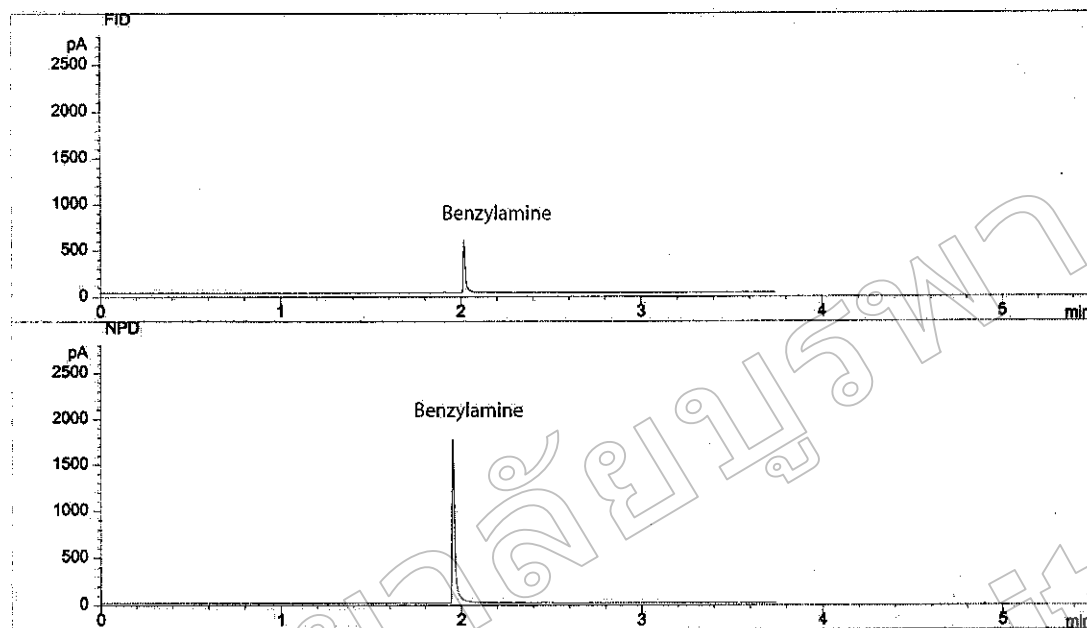
ภาพที่ 4-23 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนที่ระดับความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเสตสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min



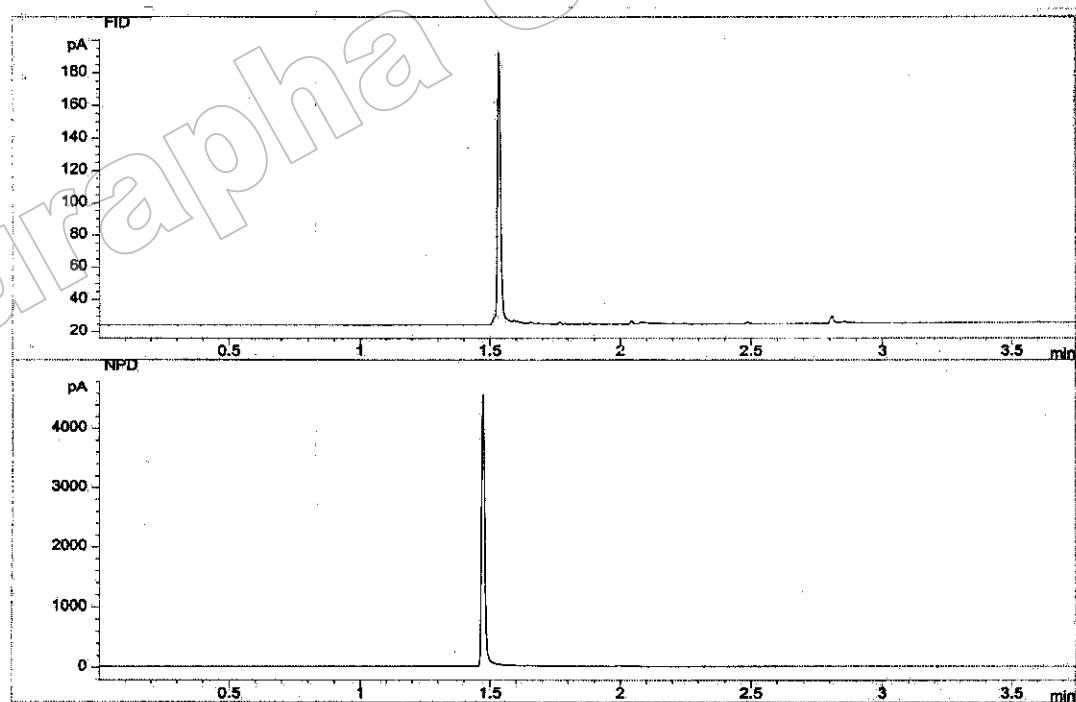
ภาพที่ 4-24 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานดี-เฟนฟลูรามีนและเฟนเทอร์มิน ที่ระดับความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min



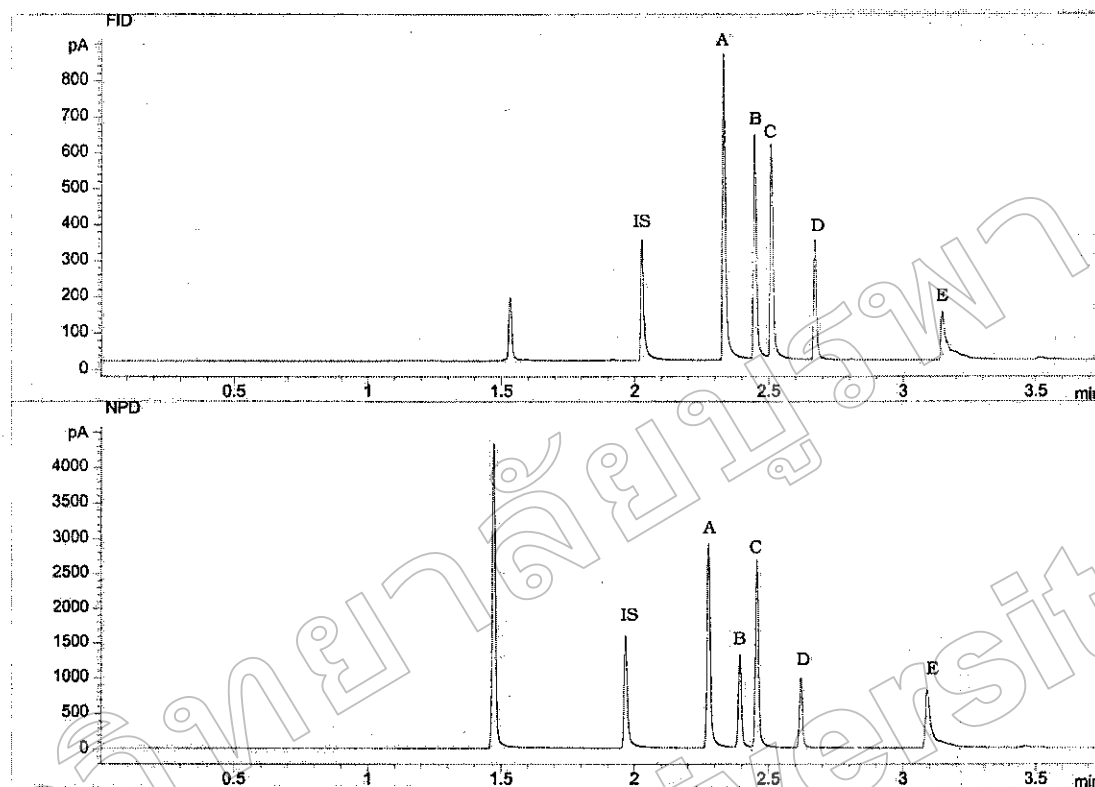
ภาพที่ 4-25 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานอีเฟดรีนและซูโดอีเฟดรีน ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สภาวะการทดลองคือ ความร้อนของเสตสเปสที่ 90°C นาน 30 นาที Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min



ภาพที่ 4-26 โครมาโตแกรมของสารละลายเบนซิลเอมีนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สภาวะของการทดลองคือ ความร้อนของเฮดสเปคที่ 90°C นาน 30 นาที
Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL/min



ภาพที่ 4-27 โครมาโตแกรมของสารละลาย blank (ปัสสาวะที่ปราศจากยาอื่นเจือปน)



ภาพที่ 4-28 โครมาโตแกรมสารละลายมาตรฐานผสมที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

A = Amphetamine B = Phentermine C = Methamphetamine D = D-Fenfluramine

IS = internal standard (Benzylamine ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

E = Ephedrine และ Pseudoephedrine (ที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

ตารางที่ 4-7 แสดงค่าความสามารถในการแยกของสารละลายมาตรฐานผสม ที่ความเข้มข้น 10

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร internal standard ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

สารมาตรฐาน	ค่าความสามารถในการแยกของสาร (Rs)	
	FID	NPD
เบนซิลเอมีน	22.0	21.7
แอมเฟตามีน	8.8	8.4
เฟนเทอร์มิน	4.9	4.5
เมทแอมเฟตามีน	12.6	12.2
ดี-เฟนฟูรามีน	12.6	12.2

ตารางที่ 4-8 แสดงความจำเพาะของการวิเคราะห์พิจารณาจากเวลาการแยกของสารเคมี จำนวน 12

ชนิด สภาพะของการทดลอง คือ ให้ความร้อนของเฮคสเปตที่ 90°C นาน 30 นาที

Injection port 260°C, Detector temp. 260°C, He flow rate 2 mL./min

สารมาตรฐาน	ค่า RT (min)	
	FID	NPD
เบนซิลเอมีน	2.0	1.9
แอมเฟตามีน	2.3	2.2
เฟนเทอร์มิน	2.4	2.3
เมทแอมเฟตามีน	2.5	2.4
ดี-เฟนฟูรามีน	2.6	2.6
อีฟีดรีน	3.1	3.0
ซูโดอีฟีดรีน	3.1	3.0
คาเฟอีน	ND	ND
ฟีนิลโพรพานอลามีน	ND	ND
คลอเฟนิรามีน	ND	ND
บรอมเฟนิรามีน	ND	ND
โคเคอีน	ND	ND

จากค่าความสามารถในการแยกของสาร อีฟีดรีน ซูโดอีฟีดรีน คลอเฟนิรามีน เฟนเทอร์มิน บรอมเฟนิรามีน คาเฟอีน ฟีนิลโพรพานอลามีน ดี-เฟนฟูรามีน และโคเคอีน และเบนซิลเอมีน สรุปได้ว่าวิธีนี้ไม่มีพิกของสารอื่นรบกวนการวิเคราะห์ของเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

การหาขีดจำกัดของการวิเคราะห์

จากการหาขีดจำกัดของการตรวจวัดสารแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนในปีสภาวะ พบว่าความเข้มข้นของสารที่ทำการวิเคราะห์ให้สัญญาณเป็น 3 เท่าของสัญญาณรบกวน ทำการศึกษาทั้งเครื่องตรวจวัด FID และ NPD ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 แสดงขีดจำกัดของการตรวจวัด

สารมาตรฐาน	ความเข้มข้น (ppm)	
	FID	NPD
แอมเฟตามีน	0.030	0.006
เมทแอมเฟตามีน	0.004	0.002

การหาขีดจำกัดของการตรวจปริมาณวิเคราะห์

จากการหาขีดจำกัดของการตรวจปริมาณวิเคราะห์สารแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีน ในปีสภาวะ พบว่าความเข้มข้นของสารที่ทำการวิเคราะห์ให้สัญญาณเป็น 10 เท่าของสัญญาณรบกวน ทำการศึกษาทั้งเครื่องตรวจวัด FID และ NPD ผลการศึกษาแสดงตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แสดงขีดจำกัดของการตรวจปริมาณวิเคราะห์

สารมาตรฐาน	ความเข้มข้น (ppm)	
	FID	NPD
แอมเฟตามีน	0.100	0.025
เมทแอมเฟตามีน	0.025	0.010

การหาค่าคงที่การแพร่กระจาย

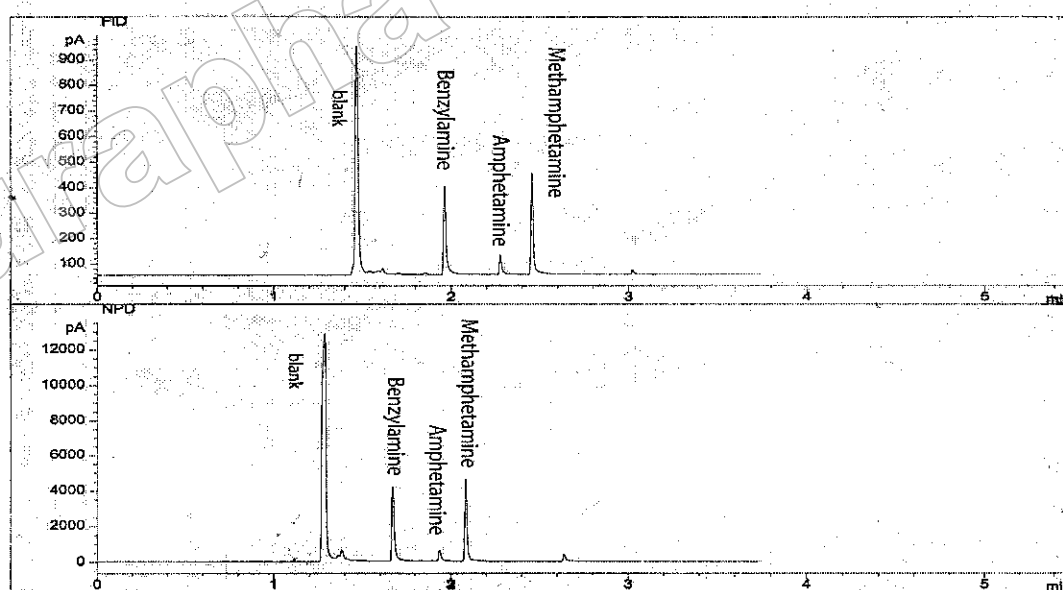
หาค่าคงที่การแพร่กระจาย ทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานที่ 3 ระดับความเข้มข้น โดยแต่ละระดับความเข้มข้นฉีดซ้ำ 7 ครั้ง ศึกษาทั้งเครื่องตรวจวัด FID และ NPD ผลการศึกษา แสดงดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 แสดงค่าคงที่การแพร่กระจายของสาร (n=7)

สารมาตรฐาน	ค่าคงที่การแพร่กระจาย (K)	
	FID	NPD
แอมเฟตามีน	1	1
เมทแอมเฟตามีน	1	1

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะ

ทำการศึกษหาปริมาณสารแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะจาก สถานีตำรวจจำนวน 51 ตัวอย่าง ผลแสดงดังภาพที่ 4-29 และตารางที่ 4-12



ภาพที่ 4-29 โครมาโตแกรมของตัวอย่างปัสสาวะ

จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะจำนวน 51 ตัวอย่าง นำตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ โดยทำการวัดค่า pH และวิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบภูมิคุ้มกันทางวิทยา* พบว่าให้ผลลบจำนวน 13 ตัวอย่าง นำตัวอย่างที่ให้ผลบวก จำนวน 38 ตัวอย่าง มาทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Headspace-GC ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า ตรวจพบทั้งแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนจำนวน 18 ตัวอย่าง ตรวจพบเฉพาะเมทแอมเฟตามีนจำนวน 17 ตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่าง

ลำดับที่ตัวอย่าง	Headspace-GC			
	แอมเฟตามีน (ppm)		เมทแอมเฟตามีน (ppm)	
	FID	NPD	FID	NPD
1	4.5	4.7	19.8	19.5
2	1.3	1.3	12.4	12.3
3	1.1	1.1	18.8	19.2
4	1.1	1.0	10.1	10.7
5	ND	ND	10.9	10.6
6	ND	ND	17.9	18.2
7	2.1	2.2	19.3	19.2
8	ND	ND	6.0	5.9
9	ND	ND	1.1	1.0
10	ND	ND	1.9	2.0
11	ND	ND	3.4	3.6
12	ND	ND	18.6	18.0
13	1.5	1.4	15.2	14.9
14	ND	ND	18.3	18.1
15	ND	ND	15.6	15.3
16	1.1	1.0	12.9	13.5
17	1.9	2.2	17.9	18.0
18	1.9	2.1	17.5	17.5

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ลำดับที่ตัวอย่าง	Headspace-GC			
	แอมเฟตามีน (ppm)		เมทแอมเฟตามีน (ppm)	
	FID	NPD	FID	NPD
19	2.6	2.9	7.5	7.9
20	2.2	2.1	6.5	7.0
21	2.9	2.9	14.8	15.2
22	1.2	0.9	10.6	10.4
23	ND	ND	11.5	12.0
24	ND	ND	2.7	3.3
25	1.3	1.8	3.2	3.3
26	1.1	1.3	8.0	8.0
27	ND	ND	3.9	3.7
28	ND	ND	15.4	15.9
29	1.1	1.0	18.9	19.3
30	ND	ND	1.9	1.5
31	ND	ND	1.1	1.5
32	1.1	1.1	13.9	13.9
33	2.3	2.1	14.2	13.9
34	ND	ND	1.2	1.1
35	ND	ND	2.5	2.3
36	ND	ND	2.4	2.2
37	ND	ND	1.3	1.3
38	ND	ND	1.5	1.3

หมายเหตุ * ค่า Cutoff ของชุดทดสอบภูมิคุ้มกันทางวิทยาอยู่ที่ระดับ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร