

ประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศ
โดยใช้ระบบบำบัดด้วยดิน (อี เอ พี เอส)



นาย เจตนา จีระวัชรเดช

สถาบันวิทยบริการ
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

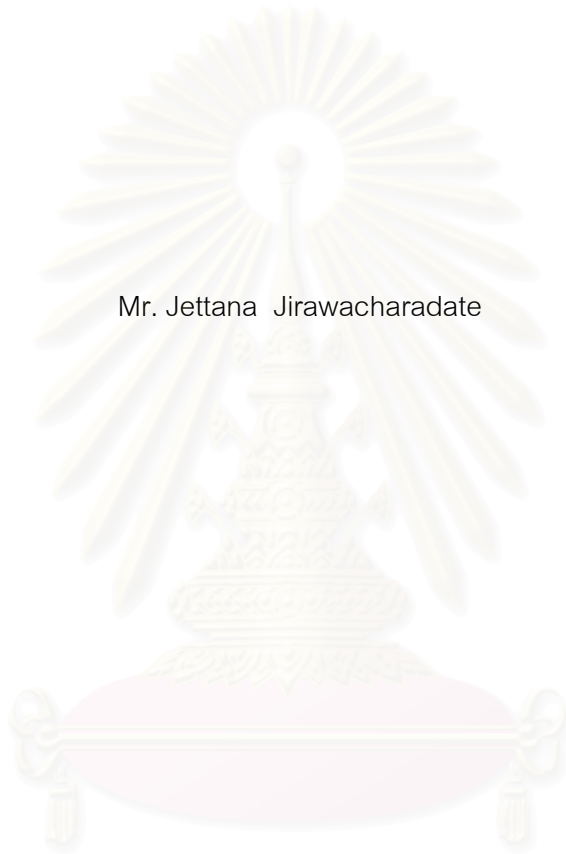
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0300-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMOVAL EFFICIENCY OF OXIDES
OF NITROGEN BY EARTH AIR PURIFICATION SYSTEM, EAPS

Mr. Jettana Jirawacharadate



สถาบันวิทยบริการ
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-03-0300-5

เจตนา จีรวุฒเดช : ประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนโดยใช้ระบบบำบัดด้วยดิน (อี เอ พี เอส). (REMOVAL EFFICIENCY OF OXIDES OF NITROGEN BY EARTH AIR PURIFICATION SYSTEM, EAPS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. สุภา ขาวเขียว 134 หน้า. ISBN 974-03-0300-5

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนโดยใช้ระบบบำบัดด้วยดิน (EAPS) การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนจากไอเสียรถยนต์ ที่มีความเข้มข้นของมลพิษสูง โดยใช้ดินตัวกลาง 3 ชนิด ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และดินสีดา ซึ่งเป็นวัสดุปรุงแต่งดิน (Fertilizer and Soil Conditioner) ช่วงหลังเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนตริกออกไซด์จากมลพิษสังเคราะห์ความเข้มข้นต่ำแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองตามความเข้มข้นที่เข้าระบบ คือ 250, 500 และ 750 ppb โดยใช้ดินตัวกลาง 3 ชนิดคือ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และดินสีดา หลังการทดสอบทั้ง 2 ช่วงมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรูปต่างๆในดินตัวกลาง

จากการศึกษาพบว่าในการทดสอบช่วงแรก ซึ่งใช้ไอเสียรถยนต์เป็นแหล่งมลพิษมีความเข้มข้นออกไซด์ของไนโตรเจนที่ทางเข้าระบบประมาณ 2 - 4 ppm มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนได้ออกไซด์ถึง 100% สำหรับทุกดินตัวกลาง ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนของปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และ ดินสีดา คิดเป็นร้อยละ 53.7, 43.2 และ 58.6 ตามลำดับ การศึกษาในช่วงหลังซึ่งใช้มลพิษสังเคราะห์ไนตริกออกไซด์เป็นแหล่งมลพิษ พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดไนตริกออกไซด์ในแต่ละชุดการทดลอง และดินตัวกลางแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 20 - 35% จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจนขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนได้ออกไซด์ในมลพิษ

นอกจากนี้การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรูปต่างๆในดินตัวกลางหลังการทดสอบพบว่า แอมโมเนียในดินจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรทโดยจุลินทรีย์ชนิดแอโรบิก ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นน้อยมาก เนื่องจากไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิติ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4170262821 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD: BIOFILTRATION / NITRIC OXIDES / OXIDES OF NITROGEN

JETTANA JIRAWACHARADATE : REMOVAL EFFICIENCY OF OXIDES OF
NITROGEN BY EARTH AIR PURIFICATION SYSTEM, EAPS. THESIS ADVISOR :
SUTHA KHAOTHIEN. Ph.D.134 pp. ISBN 974-03-0300-5

The purpose of this research was to investigate the removal efficiency of oxides of nitrogen by Earth Air Purification System, EAPS. The experiment has 2 parts. The first part investigate the removal efficiency of oxides of nitrogen from the emissions of automobile by using 3 kinds of fertilizers, manure(Pui Kok), organic waste compost(Pui Mug) and fibre mixed soil(Sida soil) as medias. The second part investigate the removal efficiency of Nitric Oxide from synthetic polluted gas. It consists of 3 experiments using 3 concentrations of synthetic polluted gas,(250, 500 and 750 ppb) at the inlet of the system. Each experiment tested with Pui Kok, Pui Mug and Sida soil. After testing of each part, the transformation of nitrogen in soil media was studied.

It was found in the first part of the experiment that the system has a removal efficiency of nitrogendioxide (NO_2) about 100% for all soil medias. The removal efficiency of oxides of nitrogen of Pui Kok, Pui Mug and Sida soil were 53.7%, 43.2% and 58.6% respectively. The second part of the experiment found that the removal efficiency at of nitric oxide at 20-35% in each experiment was not much different for three medias. It may concluded that removal efficiency of oxides of nitrogen depends on the ratio of nitrogendioxide (NO_2) in polluted air.

Moreover, from the study of nitrogen transformation in soil media. It was found that ammonia in soil changes to nitrate by aerobic microbe action and the amount of TKN nitrogen did not change much compared with nitrogen already present in soil media.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Environmental Engineering

Field of study Environmental Engineering

Academic year 2001

Student's signature.....

Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลต่างๆหลายท่าน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณต่อผู้ให้ความอนุเคราะห์ดังต่อไปนี้

อาจารย์ ดร.สุธา ขาวเขียว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ระหว่างการวิจัย อีกทั้งยังดูแล ช่วยเหลือในยามมีปัญหา มอบอิสระในการทำวิจัย และให้ความเป็นกันเอง

รองศาสตราจารย์ สุวี ขาวเขียว ประธานกรรมการ ผู้ซึ่งห่วงใย ให้ความเมตตา ตลอดช่วงที่ทำการวิจัย
รองศาสตราจารย์ ฐเรศ ศรีสถิตย์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนอบรมสั่งสอน การเป็นวิศวกรที่ดีในอนาคตแก่ผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและกำลังใจในระหว่างทำการวิจัย บริษัท FUJITA SHOJI CO.,LTD. ที่ให้การช่วยเหลือ สนับสนุนอุปกรณ์ทำการวิจัย เงินทุนและข้อมูล การวิจัยจากประเทศญี่ปุ่น

ทบวงมหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนในการจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี

พี่ ทรงพล ตัวแทนจากบริษัท FUJITA ที่ช่วยประสานงาน ช่วยเหลือด้านข้อมูล และการนำอุปกรณ์เข้ามาจากญี่ปุ่น เพื่อทำการวิจัย

คุณ วราพร ไตรรงค์ (พี่จ๊อบ) เจ้าหน้าที่พัสดุ 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้ช่วยเหลือในขั้นตอนการนำเข้าและส่งคืน อุปกรณ์วัด เครื่องมือจากประเทศญี่ปุ่น และช่วยเหลือในการติดต่อกานเอกสารภายในคณะ ทุกด้าน ขอขอบคุณพี่จ๊อบที่ให้ความกรุณาจริงๆครับ

คุณ รัชดา (Q) เพื่อนผู้ช่วยจัดการด้านรูปภาพในวิทยานิพนธ์ และ Power Point

คุณ วรณชณี (*^^*) ช่วยจัดการด้านงานพิมพ์ คอยห่วงใยและให้กำลังใจ

ขอขอบใจเพื่อนๆพี่น้องใน Lab สิ่งแวดล้อมทุกคน จำ ตุ๊กตา ต่อ นี เอ๋ ปริณ ยูน ต้อง เอ(ลัดดา) ทูน พฤกษ์ โจ ตี ต้ม พี่กั้ง พี่เจ๊ียบ เอ(แมงสาบ) ยุทธ(ted) วิท หนุ่ย หนุ่ย(มข) Q ทิว(หมี) และทีมฟุตบอล Env หนุ่ม(oil) หมู โรจน์ แอร์ พี่ดา ใหม่ 2 ชวน ตี โอ(ต้อง) เติ้ล ทีมจับหมู ต้อย ปุ้ย ก้อง บอย อิก และอีกหลายคนที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ให้มิตรภาพและความห่วงใย อยู่เคียงข้าง ให้คำปรึกษายามมีปัญหา ร่วมสังสรรค์ยามมีสุข

ขอขอบคุณ นายเจตนา จิรวรรณเดช เมื่อ 4 ปีที่แล้วที่ตัดสินใจเข้าเรียนที่แห่งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้รับช่วงที่ดีที่สุดช่วงหนึ่งในชีวิต

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณคนที่สำคัญที่สุดของผู้วิจัยคือ พ่อ และ แม่ ผู้ที่ส่งเสีย ใฝ่คิดถึง ห่วงใย และรอคอยตลอดเวลาที่ศึกษาต่อ ขอขอบคุณมากครับที่ทนรอปั้น

ขออภัยหากกิตติกรรมประกาศฉบับนี้ออกจะไม่เป็นทางการ หากแต่เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการแสดงออกซึ่งความขอบคุณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 ระบบบำบัดด้วยดิน (Earth Air Purification System ,EAPS).....	1
1.3 กลไกในการกำจัดมลพิษของระบบ EAPS.....	1
1.4 เหตุผลการเลือกใช้ระบบ EAPS.....	2
1.5 วัตถุประสงค์.....	3
1.6 ขอบเขตการวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร.....	4
2.1 ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO _x).....	4
2.2 การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation).....	9
2.3 วงจรของไนโตรเจนในดิน.....	13
2.4 กระบวนการ Ammonification และ Nitrification.....	15
2.5 วิธีการกำจัดก๊าซ NO _x	15
2.6 แหล่งกำเนิดของ NO.....	17
2.7 ค่าใช้จ่ายและตัวอย่างของระบบ EAPS.....	20
บทที่ 3 การวางแผนการวิจัย.....	25
3.1 แผนการทดลอง.....	25
3.2 การเตรียมดินตัวอย่าง.....	27
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	28
3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	46
4.1 การศึกษาลักษณะของดินตัวกลาง.....	46
4.2 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์ของระบบ EAPS.....	51
4.3 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษสังเคราะห์ของระบบ EAPS.....	58
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	92
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	92
5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม.....	93
รายการอ้างอิง.....	94
ภาคผนวก.....	96
ภาคผนวก ก.....	97
ภาคผนวก ข.....	130
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	134

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ผลของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อคน.....	7
ตารางที่ 2.2	รายชื่อโครงการที่ใช้ระบบ EAPS.....	20
ตารางที่ 4.1	ค่าเฉลี่ยขนาดอนุภาคและสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ.....	47
ตารางที่ 4.2	ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด.....	49
ตารางที่ 4.3	สัมประสิทธิ์การซึมได้ของดินชนิดต่างๆ.....	50
ตารางที่ 4.4	ผลการทดสอบระบบEAPS กับมลพิษจากรถยนต์โดยใช้ปุ๋ยคอก เป็นดินตัวกลาง.....	52
ตารางที่ 4.5	ผลการทดสอบระบบEAPS กับมลพิษจากรถยนต์โดยใช้ปุ๋ยหมัก เป็นดินตัวกลาง.....	53
ตารางที่ 4.6	ผลการทดสอบระบบEAPS กับมลพิษจากรถยนต์ใช้ดินสีดา เป็นดินตัวกลาง.....	54
ตารางที่ 4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรูปต่างๆในดินตัวกลางก่อน และหลังผ่านมลพิษจากรถยนต์.....	55
ตารางที่ 4.8	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด ที่ชุดการทดลองต่างๆ.....	83
ตารางที่ 4.9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรูปต่างๆในดินตัวกลางก่อน และหลังผ่านมลพิษสังเคราะห์.....	85

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	กลไกการกำจัดมลพิษของระบบ EAPS.....	2
รูปที่ 2.1	ความเปลี่ยนแปลงระดับออกไซด์ของไนโตรเจนของเมืองเคล์ป ประเทศเนเธอร์แลนด์.....	5
รูปที่ 2.2	วัฏจักรของไนโตรเจน (Nitrogen cycle).....	10
รูปที่ 2.3	วงจรของไนโตรเจนในดิน.....	14
รูปที่ 2.4	กระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน.....	15
รูปที่ 2.5	ภาพรวมของ Suita plant.....	21
รูปที่ 2.6	ภาพรวมของ Hanna tunnel project.....	21
รูปที่ 2.7	ภาพรวมของ Adachi plant.....	22
รูปที่ 2.8	ภาพตัดของ Adachi plant.....	22
รูปที่ 2.9	ภาพ Pilot plant ที่ Higashiosaka.....	23
รูปที่ 3.1	แบบจำลองระบบ EAPS.....	28
รูปที่ 3.2	การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์	29
รูปที่ 3.3	ท่อส่งก๊าซ NO 800 ppm.....	32
รูปที่ 3.4	แบบจำลอง EAPS.....	32
รูปที่ 3.5	เครื่องวัดความดัน Manometer.....	33
รูปที่ 3.6	เครื่องบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่อง Data logger.....	33
รูปที่ 3.7	เครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซ NO _x	34
รูปที่ 3.8	เครื่อง Calibrate ก๊าซ NO _x	34
รูปที่ 3.9	ปั๊มลม อัตราการไหล 220 ลิตร/นาที.....	35
รูปที่ 3.10	วาล์วปรับอัตราการไหล (0-220 ลิตร/นาที).....	35
รูปที่ 3.11	วาล์วปรับอัตราการไหล (ขนาดเล็ก).....	36
รูปที่ 3.12	การหักปลายหลอดวัดความเข้มข้น.....	36
รูปที่ 3.13	การใส่หลอดวัดความเข้มข้นเข้ากับ Hand pump.....	37
รูปที่ 3.14	การวัดความเข้มข้นมลพิษโดยใช้ Hand pump.....	37
รูปที่ 3.15	ซีดแสดงปริมาตรอากาศ ต่อ 1 ช่วงชัก.....	38

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.16	ช่องกระจกให้สังเกตการสิ้นสุดของการเก็บตัวอย่าง..... 38
รูปที่ 3.17	หลอดวัดความเข้มข้นก๊าซ NO ₂ 39
รูปที่ 3.18	หลอดวัดความเข้มข้นก๊าซ NO _x 39
รูปที่ 3.19	เครื่องวัดแบบ Hand pump ของ GASTEC..... 40
รูปที่ 3.20	หลอดวัดความเข้มข้นก๊าซ NO _x หลังผ่านการทดลอง..... 40
รูปที่ 3.21	เครื่องผสมอากาศ..... 41
รูปที่ 3.22	ทางเข้าแบบจำลอง (Inlet air chamber)..... 41
รูปที่ 3.23	Parlite ละเอียด..... 42
รูปที่ 3.24	Parlite หยาบ..... 42
รูปที่ 3.25	Parlite ละเอียดบรรจุถุง..... 43
รูปที่ 3.26	ดินสีดำ..... 43
รูปที่ 3.27	ปุ๋ยหมัก..... 44
รูปที่ 3.28	ปุ๋ยคอก..... 44
รูปที่ 3.29	การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด NO _x กับคอมพิวเตอร์..... 45
รูปที่ 4.1	กราฟการกระจายตัวของอนุภาคดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด..... 47
รูปที่ 4.2	กราฟการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนรูปต่างๆ ในดินตัวกลาง หลังผ่านการทดสอบมลพิษจากรถยนต์..... 56
รูปที่ 4.3	กระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน..... 57
รูปที่ 4.4	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองปุ๋ยคอกชุดการทดลองที่1..... 59
รูปที่ 4.5	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองปุ๋ยคอกชุดการทดลองที่2..... 61
รูปที่ 4.6	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองปุ๋ยคอกชุดการทดลองที่3..... 64
รูปที่ 4.7	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองปุ๋ยหมักชุดการทดลองที่1..... 67

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.8	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองปฏิกิริยาชุดการทดลองที่2.....	69
รูปที่ 4.9	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองปฏิกิริยาชุดการทดลองที่3.....	72
รูปที่ 4.10	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองดินสีกาชุดการทดลองที่1.....	75
รูปที่ 4.11	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองดินสีกาชุดการทดลองที่2.....	77
รูปที่ 4.12	กราฟความเข้มข้น NO และความดันที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง การทดลองดินสีกาชุดการทดลองที่3.....	80
รูปที่ 4.13	ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด ที่ชุดการทดลองที่1, 2 และ3.....	84
รูปที่ 4.14	ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ₂ , NO และ NO _x ที่เปลี่ยนแปลง ในการทดสอบระยะยาว.....	94

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันปัญหามลพิษจากการจราจรในประเทศไทย อยู่ในระดับสูงเนื่องจากการจราจรมีความหนาแน่นขึ้นเรื่อยๆ จึงมีความพยายามคิดหาวิธีการแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากการจราจรขึ้นหลายวิธี เช่น การพัฒนาปรับปรุงการทำงานของเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษที่ปล่อยออกมา หรือพัฒนาแผนการจราจรเพื่อลดความเข้มข้นมลพิษ อย่างไรก็ตามมลพิษในบางพื้นที่ก็ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ เช่น ที่จอดรถใต้ดิน, อุโมงค์เดินรถใต้ดิน เป็นต้น เนื่องจากบริเวณดังกล่าว จะเกิดการสะสมของมลพิษจากรถยนต์ได้มาก เพื่อแก้ปัญหาจึงมีการพัฒนาระบบบำบัดด้วยดิน EAPS (Earth Air Purification System) ขึ้นมา

1.2 ระบบบำบัดด้วยดิน (Earth Air Purification System ,EAPS)

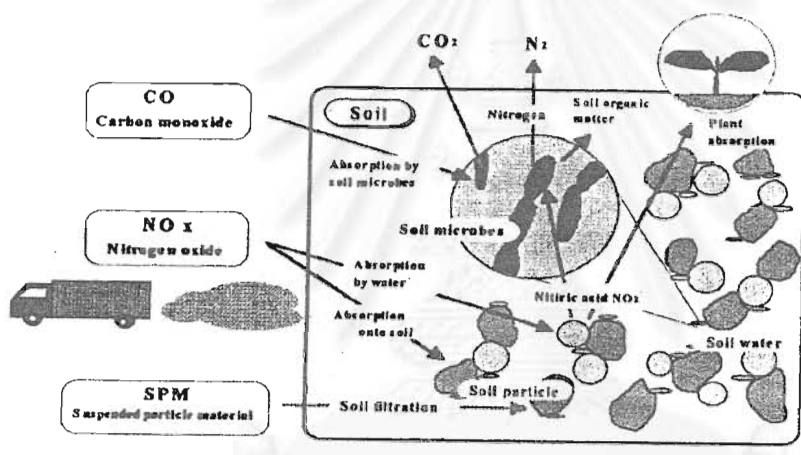
ระบบบำบัดด้วยดิน (Earth Air Purification ,EAPS) เป็นระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการจราจรเช่น CO, NO_x และ SPM (Suspended Particle Material) ซึ่งเป็นมลพิษที่เกิดจากการจราจรเป็นหลัก ระบบบำบัดด้วยดิน EAPS เป็นระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Fujita Corporation เริ่มต้นจากการทดลองเบื้องต้นโดยใช้แบบจำลองทดสอบในห้องวิจัย และมีการขยายขอบเขตการวิจัยไปถึงขั้นโรงบำบัดจำลอง (Pilot plant scale) พบว่าผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ จึงมีการก่อสร้างโรงบำบัดขึ้นตามจุดที่มีความเข้มข้นมลพิษสูงในประเทศญี่ปุ่น

1.3 กลไกในการกำจัดมลพิษของระบบ EAPS

เป็นที่ทราบกันว่าดินสามารถดูดซับก๊าซได้หลายชนิด แต่ในความเป็นจริงการที่ก๊าซต่างๆ สามารถอาศัย(retain)ในดินได้จนเปลี่ยนรูปเป็นแร่ธาตุ เนื่องจากการที่ในดินมีความชื้น (Moisture content) ทำให้ก๊าซละลายในอนุภาคน้ำในดิน ซึ่งจากความจริงนี้เองจึงนำมาซึ่งการพัฒนา ระบบ EAPS มาใช้ในการบำบัดมลพิษ ดังรูป 1.1 แสดงกลไกพื้นฐานของระบบ EAPS ซึ่งบำบัดด้วยธรรมชาติของดิน กลไกการบำบัดมลพิษของระบบ EAPS แบ่งเป็น กลไกทางกายภาพและกลไกทางชีว

ภาพ โดยช่วงแรกระบบจะเกิดกลไกทางกายภาพ ก๊าซมลพิษจะถูกดูดซึมละลายในอนุภาคน้ำในเม็ดดิน หลังจากนั้นจะเกิดกระบวนการทางชีวภาพ จุลชีพในดินจะเปลี่ยนรูปมลพิษไปอยู่ในรูปแร่ธาตุสะสมในดินเป็นแหล่งอาหารต่อไป โดยที่ก๊าซ CO จะละลายในอนุภาคน้ำในเม็ดดิน ถูกเปลี่ยนให้เป็น CO₂ ส่วนก๊าซ NO_x จะถูกดูดซึมเข้าไปในอนุภาคน้ำในดินเป็นไนเตรท หลังจากนั้นไนเตรทจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอินทรีย์ไนโตรเจน โดยจุลชีพในดิน และพืชจะดูดไปใช้เป็นสารอาหารต่อไป

ส่วน SPM (Suspended Particle Material) จะถูกกำจัดในชั้นดิน ในลักษณะของ Filter ซึ่งการทำงานแบบ Filter ของ soil จะสามารถทำงานได้นานเนื่องจากการไหลลงของน้ำจากการรดต้นไม้ จะชะเอาอนุภาคของ SPM ที่มีอนุภาคดินออก



รูปภาพ 1.1 แสดงกลไกการกำจัดมลพิษของระบบ EAPS

1.4 เหตุผลการเลือกใช้ระบบ EAPS

ในปัจจุบันถึงแม้ว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ในกรุงเทพฯ จะยังไม่เกินมาตรฐาน แต่ถ้ามองถึงแนวโน้มในอนาคต จะพบว่าภาวะจราจรในกรุงเทพฯ มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นทุกปี และรถยนต์ที่วิ่งในระบบจราจรมีจำนวนมากที่ไม่ได้ติดตั้งระบบบำบัดมลพิษ เช่น PCV (Positive Crankcase Ventilation), Catalytic convertor รวมถึงรถยนต์เก่าซึ่งเป็นตัวสำคัญในการเกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ในระบบจราจร ทำให้บางจุดในกรุงเทพฯ ที่มีการจราจรคับคั่งมีปัญหาคอมมูนิเคชันของมลพิษเกินมาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีบริเวณที่ก๊าซมลพิษไม่มีการระบายอากาศที่ดีพอ เช่น บริเวณที่จอดรถใต้ดิน, อุโมงค์เดินรถใต้ดิน ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซมลพิษจนถึงระดับที่เป็น

อันตราย จำเป็นจะต้องให้ระบบ EAPS ช่วยลดปริมาณมลพิษในกรณีความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเป็นอันตรายต่อสุขภาพ นอกจากนี้ระบบ EAPS ไม่มีการใช้สารเคมี ไม่มีการบำบัดสารเคมีที่ใช้แล้ว, ไร้ของเสียจากการบำบัด, ใช้เพียงพลังงานในการหมุนพัดลมดูด ส่วนกระบวนการแปรรูปไนโตรเจนและสารเคมี ในดิน ปล่อยให้ทำหน้าที่ของจุลชีพในดิน EAPS จึงเป็นระบบที่เหมาะสมในการกำจัดมลพิษจากการจราจรที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

1.5 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดก๊าซ NO_x โดยใช้ระบบ EAPS
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวกลางดินและปุ๋ยที่ใช้ในระบบ EAPS
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบที่เปลี่ยนไปตามอายุการใช้งานของดินตัวกลาง
4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนในดินตัวกลางของระบบ EAPS

1.6 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การวิจัยแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นการศึกษาประสิทธิภาพของระบบ EAPS ที่ความเข้มข้นสูง โดยก๊าซมลพิษที่ใช้จะต่อท่อดูดโดยตรงจากรถยนต์ดีเซล มีความเข้มข้นของ NO_x ประมาณ 2-4 ppm วัดความเข้มข้นของ NO_x และ NO_2 ที่ทางเข้าและทางออกของระบบ เวลา 30 และ 60 นาที หลังจากปล่อยก๊าซมลพิษเข้าระบบ ทดสอบกับดินตัวกลาง 3 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และดินสีดา โดยดินตัวกลางแต่ละชนิดใช้เวลาทำการทดสอบ 20 วัน

ส่วนการศึกษาอีกช่วงจะเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ที่ความเข้มข้นต่ำ ที่ทางเข้าระบบจะมีความเข้มข้นเป็น 250, 500 และ 700 ppb. วัดค่าความเข้มข้น NO แบบต่อเนื่อง 6 ชั่วโมงต่อวัน เปลี่ยนดินตัวกลางให้ครบทั้ง 3 ชนิดเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัด NO ของตัวกลางแต่ละชนิด

การศึกษาทั้ง 2 ช่วงจะมีการศึกษาการเปลี่ยนของไนโตรเจนในดินไปเป็นไนโตรเจนรูปแบบต่างๆหลังจากผ่านการบำบัดควบคุมไปด้วย

บทที่ 2

การทบทวนเอกสาร

2.1 ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

ออกไซด์ของไนโตรเจนในที่นี้จำกัดเฉพาะ ไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) เนื่องจากเป็นมลพิษซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าไนโตรเจนออกไซด์อื่นๆ

ไนตริกออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์นั้นมีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ ก๊าซทั้งสองเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิด ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดิน หรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ คือ การเผาผลาญเชื้อเพลิง การอุตสาหกรรม ทำกรดไนตริก ชุบโลหะ ทำกรดกำมะถัน และทำวัตถุระเบิด เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ รวมทั้งโลกของก๊าซทั้งสองจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติและมนุษย์แล้ว พบว่าธรรมชาติเป็นต้นเหตุมากกว่ามนุษย์ถึงประมาณยี่สิบเท่า

การใช้เชื้อเพลิงของมนุษย์เป็นส่วนสำคัญซึ่งทำให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ และมีไนตริกออกไซด์เป็นส่วนประกอบถึง 90 - 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร การเกิดไนตริกออกไซด์มีอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุด กล่าวคือ เกิดก๊าซไนตริกออกไซด์ เมื่อมีการสันดาปที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นยานยนต์จึงก่อให้เกิดก๊าซนี้

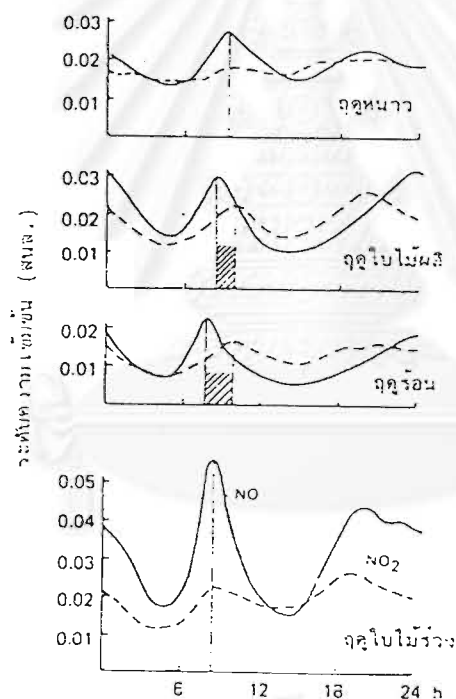
ก๊าซไนตริกออกไซด์ทำปฏิกิริยากับโอโซนในบรรยากาศเกิดเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ในทางตรงกันข้าม แสงแดดทำให้ไนโตรเจนไดออกไซด์แตกตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ดังสมการ



ทั้งนี้ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซทั้งสองในบางเมืองไว้ในรูปที่ 2.1 มลพิษนี้จะพ้นจากบรรยากาศในรูปของก๊าซไนตริกออกไซด์ เนื่องจากก๊าซนี้สามารถละลายน้ำ และอนุภาคมลสารยังดูดซับก๊าซนี้ได้

ระดับของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในย่านห่างไกลความเจริญอยู่ในพิสัย 0.4 - 9.4 มคก.ต่อ ลบ.ม. และไนตริกออกไซด์ 0 - 7.4 มคก.ต่อลบ.ม. ส่วนค่าเฉลี่ยตลอดปีของไนโตรเจนไดออกไซด์ในเมืองใหญ่ในสหรัฐอเมริกาเป็น 49 ถึง 95 มคก.ต่อลบ.ม. ทั้งนี้อาจมีค่าสูงสุดต่อวันเป็น 100 - 400 มคก.ต่อลบ.ม. และค่าสูงสุดต่อชั่วโมงเกินกว่า 800 มคก.ต่อลบ.ม.

ส่วนระดับของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทยอยู่ในช่วงพิสัย 9.3 – 317 มคก. ต่อ ลบ.ม. ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93 มคก.ต่อลบ.ม. ภาคเหนืออยู่ในช่วง 0 – 209 มคก. ต่อลบ.ม. ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในช่วง 0 – 285 มคก.ต่อลบ.ม. ภาคกลางอยู่ในช่วง 32 – 212 มคก.ต่อลบ.ม. ภาคตะวันออกอยู่ในช่วง 0 – 168 มคก.ต่อลบ.ม. และภาคใต้อยู่ในช่วง 0 – 339 มคก.ต่อลบ.ม. โดยที่ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พ.ศ.2538) กำหนดค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ไว้ที่ 320 มคก.ต่อลบ.ม. รายละเอียดในสรุปข้อมูลคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษในภาคผนวก



รูปที่ 2.1 แสดงความเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ของเมืองเคิลป์ ประเทศเนเธอร์แลนด์

NO₁ สนล. = 1230 มคก.ต่อ ลบ.ม.

NO₂ สนล. = 1880 มคก. ต่อ ลบ.ม.

WHO Environmental Health Criteria : 4 Oxides of Nitrogen 1977

2.1.1 ผลของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อร่างกายมนุษย์

คนเริ่มได้กลิ่นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ระดับ 230 มกค.ต่อ ลบ.ม. หากมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดกลิ่นเร็วขึ้น แต่ผู้ที่สูดหายใจก๊าซนี้ที่ระดับ 140 มกค.ต่อลบ.ม. จะสามารถรับรสชาติให้เข้ากับควมมีได้ไม่ดีเท่าเดิม ผู้ป่วยด้วยโรคหอบหืดอาจมีอาการหอบหืดเร็วขึ้นหากได้รับก๊าซนี้ที่ระดับ 190 มกค.ต่อลบ.ม. ร่วมกับสารกระตุ้นให้หลอดลมตีบ (bronchconstrictor) แต่บรรดาแม่บ้านชาวอเมริกันซึ่งใช้เตาอบก๊าซและสูดหายใจก๊าซนี้ที่ระดับ 940 มกค.ต่อลบ.ม. กลับไม่ปรากฏมีผลร้ายต่อระบบทางเดินหายใจแต่ประการใด อย่างไรก็ตามความผิดปกติของระบบหายใจในคนทั่วไปเริ่มต้นเมื่อร่างกายรับก๊าซที่ 1,300 - 3,800 มกค.ต่อลบ.ม. และที่ระดับ 1,320 - 1,880 มกค.ต่อลบ.ม. ผู้รับก๊าซยังสามารถออกกำลังกายได้ดังเดิม (ตารางที่ 2.1)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลเฉียบพลันระหว่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์กับไนตริกออกไซด์ที่มีต่อการทำงานของปอดแล้ว พบว่าไนตริกออกไซด์มีอันตรายน้อยกว่าอย่างชัดเจน การศึกษาทางด้านระบาดวิทยาไม่ปรากฏผลชัดเจนเท่าที่ควร แต่ก็มีส่วนสนับสนุนถึงผลของก๊าซนี้ที่มีต่อระบบหายใจของคน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมลพิษอื่นซึ่งปรากฏอยู่ร่วมกันอาจมีผลส่งเสริมด้วยก็ได้ อย่างไรก็ตามพบว่าตำรวจผู้ซึ่งลาดตระเวนในย่านจอแจของเมืองบอสตัน สหรัฐอเมริกา มีอาการเกี่ยวกับโรคระบบหายใจอย่างเรื้อรังเพิ่มขึ้นบ้างเมื่อยานนั้นมีก๊าซนี้ที่ระดับประมาณ 100 มกค.ต่อลบ.ม. โดยเฉลี่ย และมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 91 มกค.ต่อลบ.ม. ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตำรวจซึ่งปฏิบัติหน้าที่ตามชนเมือง

ในการเชื่อมโลหะ การผลิตทางการอุตสาหกรรมต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ตลอดจนยุ่งงานเก็บเมล็ดพืชต่างๆ อาจเกิดมีก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เกิดขึ้นได้ หากมิได้มีการควบคุมและป้องกันเพียงพอ เมื่อได้รับก๊าซนี้ในระดับต่ำขณะปฏิบัติงานดังกล่าว ก็อาจมีผลต่อร่างกาย กล่าวคือ เริ่มตั้งแต่มีอาการบวมของเนื้อเยื่อในหลอดลมตอนบนเมื่อก๊าซนี้ที่ระดับความเข้มข้นสูง ปฏิกริยาของร่างกายในกรณีหลังนี้ แบ่งออกได้เป็นสองขั้นตอน คือ ในขั้นต้นจะมีอาการไอ หายใจไม่ออก และแน่นอึดอัดทันที แล้วกลับมีที่พื่นตัวในระยะสงบประมาณสองสามอาทิตย์ จากนั้นระบบหายใจจะล้มเหลวจนอาจถึงแก่ชีวิต หรือมิฉะนั้นอาจฟื้นตัวได้เหมือนดังเดิม ขั้นตอนแรกเกิดจากโรคหลอดลม หรือปอดบวม ส่วนขั้นตอนที่สองเกิดจากการหลอดลมบวมพองจนอุดตัน (bronchiolitis fibrosa obliterans)

ตารางที่ 2.1 ผลของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อคน

ความเข้มข้น มก./ม ³	ความเข้มข้น สนล.	ระยะเวลา ที่รับก๊าซ	ผลที่เกิดขึ้น	แหล่งที่มา
0.23	0.12		ได้กลิ่น	Henschler et al., 1960 Salamberidze, 1967
1.3 - 3.8	0.7 - 2.0	10 นาที	เพิ่มความต้านทานของทางเดินอากาศทั้ง การหายใจเข้าและออก	Suzuki, and Ishikawa, 1965
0.190	0.1	1 ชม./วัน	เพิ่มความต้านทานของทางเดินอากาศและ เพิ่มอาการตีบตันของทางเดินหายใจของผู้ ป่วยเป็นหืด	Oreheck et al., 1976
560 - 940	300 - 500	-	เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตด้วยโรคน้ำคั่งเนื้อ ในปอดหรือสลับเนื่องจากขาดอากาศ หายใจ	Grayson, 1956
47 - 140	27 - 75	<= 1 ชม.	เป็นโรคหลอดลมอักเสบ (bronchitis) หรือ bronchopneumonia ซึ่งอาจฟื้นตัวเป็น ปกติได้	
0.094	-	1 ปี	เมื่อเปรียบเทียบกับเมืองที่มีก๊าซในระดับ 0.043 มก.ต่อลบ.ม. ไม่ปรากฏมีความแตก ต่างกันในการทำงานของปอดหรือโรคทาง เดินหายใจเรื้อรังในผู้ไม่สูบบุหรี่	Cohen et al., 1972
>= 0.094	0.50	1 ชม.	ไม่ปรากฏว่าเกิดโรคทางเดินหายใจอย่าง เฉียบพลันต่อแม่บ้านซึ่งประกอบอาหาร ด้วยเตาอบก๊าซเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้ เตาอบไฟฟ้า	U.S> EPA., 1976

ที่มา WHO Environmental Criteria :4 "Oxides of Nitrogen" 1977

2.1.2 โฟโตเคมีคัลออกซิแดนท์ (Photochemical Oxidants)

โฟโตเคมีคัลออกซิแดนท์ ในที่นี้หมายถึงโอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ และเปอร์ออกซีอะซิลไนเตรท (peroxy acylnitrates - PAN) นอกจากนี้ยังอาจนับรวมสารประกอบอื่นๆ เป็นโฟโตเคมีคัลออกซิแดนท์ได้อีก แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลในเรื่องผลของสารประกอบอื่นๆ ที่มีต่อสุขภาพอนามัย และได้แยกกล่าวถึงไนโตรเจนไดออกไซด์ต่างหาก ดังนั้นจึงกล่าวถึงโอโซนเป็นหลัก

โอโซนเป็นตัวเติมออกซิเจนอย่างดี ก๊าซนี้เกิดขึ้นตามธรรมชาติในบรรยากาศชั้นบนถึงแม้จะมีระดับความเข้มข้นต่ำแต่ก็ทำหน้าที่ป้องกันโลกจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งอาจทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ โอโซนเกิดที่ระดับความสูง 30 กม. จากพื้นผิวโลก รังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์จะทำให้โมเลกุลของออกซิเจน (O_2) แตกตัวเป็นอะตอม (O) อะตอมของออกซิเจนจะรวมตัวกับโมเลกุลของออกซิเจนโดยรวดเร็วและเกิดเป็นโอโซน

ในบรรยากาศชั้นล่างนั้น โอโซนเกิดขึ้นเนื่องจากการที่ไนโตรเจนไดออกไซด์ดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์



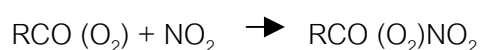
หรืออาจสรุปปฏิกิริยาต่างๆ เป็นสมการแสดงความเข้มข้นของโอโซนได้ คือ

$$O_3 = \frac{ka[NO_2]}{Ka[NO]} \quad \dots\dots\dots(2)$$

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหากมีสภาวะมลพิษทางอากาศ และมีก๊าซไนตริกออกไซด์ในที่นั้นจะเกิดการกำจัดโอโซนด้วยปฏิกิริยาดังกล่าว จนมีระดับต่ำลง อย่างไรก็ตามเมื่อโอโซนสัมผัสกับดิน และพืช ก็จะช่วยลดก๊าซนี้ลงด้วยอีกสัดหนึ่ง

เมื่อในบรรยากาศมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปฏิกิริยาโฟโตเคมีคัลจะทำให้เกิดเปอร์ออกซี (RO_2 -peroxy radicals) ขึ้น ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับไนตริกออกไซด์ และเกิดไนโตรเจนไดออกไซด์ การเปลี่ยนไนตริกออกไซด์ ไปเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์นี้ จึงเป็นผลให้มีแนวโน้มที่จะเกิดโอโซนในเวลากลางวัน ตามสมการ (2)

ส่วนเปอร์ออกซีอะซิลไนเตรท (PAN) เป็นผลจากปฏิกิริยา



นอกจากโอโซนจะเกิดขึ้นตามธรรมชาติในบรรยากาศชั้นบนแล้ว การเกิดโอโซนยังมีความสัมพันธ์กับกระแสความเย็น (cold fronts) และการเกิดฟ้าแลบ ฟ้าผ่า (atmospheric electrical phenomena)หรือมีฉะนั้นปฏิกิริยาโฟโตเคมีคัลจะทำให้เกิดโอโซนจากยางไม้ (turpenes) และสาร

ประกอบไฮโดรคาร์บอนตามธรรมชาติเมื่อมีแสงในเวลากลางวัน ดังจะสังเกตเห็นได้จากการเกิดหมอกสลัวในบริเวณป่า

ส่วนการเกิดโอโซนจากการกระทำของมนุษย์นั้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับสารอินทรีย์หลายๆ อย่าง ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เมื่อมีแสงสว่างและไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนอะตอมในสารประกอบนั้นจะทำให้เกิดออกซิแดนซ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีและความไวต่อปฏิกิริยาของสารประกอบแต่ละชนิด องค์ประกอบข้อหลังมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเกิดโอโซนเป็นพิเศษ เพราะระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงรูปของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งอาจกินเวลาตั้งแต่ต่ำกว่าชั่วโมง จนกระทั่งถึงหลายๆ วัน ถึงแม้จะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งไวต่อปฏิกิริยาอยู่ในบรรยากาศ ก็อาจตรวจพบโอโซนห่างจากแหล่งกำเนิดถึง 10 กม. และพบค่าสูงสุดได้ลมระยะห่างเกินกว่า 60 กม. ก็ได้ ในตอนเช้าตรู่มีสารประกอบต้นเหตุของออกซิแดนซ์ในระดับสูง ซึ่งจะทำให้เกิดออกซิแดนซ์ในเวลาหลังเที่ยงวัน

การเกิดโอโซนจึงเกี่ยวพันไปถึงยานยนต์ต่างๆ และการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการอื่นๆ นับตั้งแต่การเก็บ การขนถ่ายและการสันดาป ตลอดจนกระบวนการผลิตในการอุตสาหกรรมต่างๆ และมีความสัมพันธ์กับมลพิษอื่นๆ คือ ไนโตรเจนออกไซด์ ควบคู่กับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ระดับของโอโซนต่อชั่วโมงในบรรยากาศย่านทางไกลความเจริญอยู่ในพิสัย 10 - 100 มคก. ต่อ ลบ.ม. แต่สภาพมลพิษทางอากาศในเมืองและย่านอุตสาหกรรม อาจมีอิทธิพลต่อย่านชานเมือง และชนบทที่อยู่ได้ลม ในระยะห่างออกไปไกลๆ ได้ ทั้งๆที่ไม่ปรากฏมีแหล่งกำเนิดของมลพิษ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของออกซิแดนซ์อยู่ใกล้ๆ จึงอาจสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่ในบรรยากาศเป็นระยะทางไกล และเป็นเหตุให้ตรวจพบค่าโอโซน (หนึ่งชั่วโมง) 120 มคก.ต่อลบ.ม. ในชนบท ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นของมลพิษสูงสุด (หนึ่งชั่วโมง) ตามเมืองใหญ่ๆ ในสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และทวีปยุโรป เป็น 300 - 800 มคก.ต่อลบ.ม. (0.15 - 40 สนล.) และมีความสัมพันธ์กับระดับของไนโตรเจนไดออกไซด์ (รูปที่ 2.10)

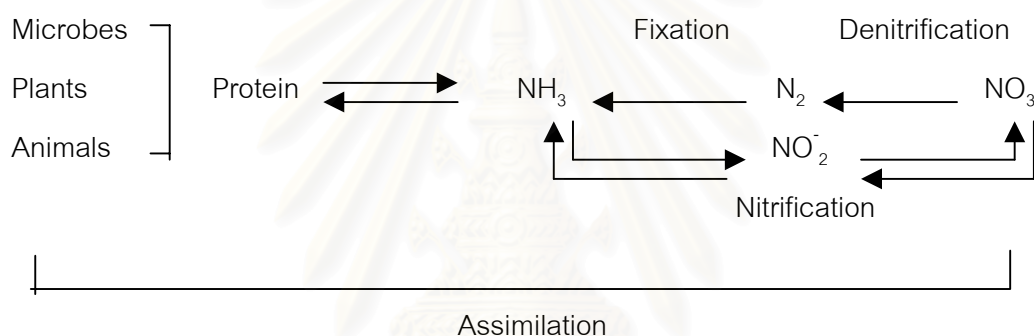
มิใคร่มีการศึกษาในระดับของเปอร์รอกซีอะเซทิลไนเตรท อย่างไรก็ดีตามพบว่า มีอัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุดของสารนี้ และโอโซนในเมืองเดล์ฟ เนเธอร์แลนด์ เป็น 1 : 50 และในชนบทของอังกฤษเป็น 1:100

2.2 การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิก ไนโตรเจนจึงเป็นส่วนประกอบของอาหารที่สำคัญซึ่งเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์จะได้อาหารไนโตรเจน เช่น โปรตีน จากพืช และไนโตรเจนทั้งหมดสำหรับการเจริญเติบโตของพืชได้มาจากไนโตรเจนในอากาศโดยวิธีการตรึงไนโตรเจน ดังนั้นการจัดการไนโตรเจนที่อยู่ในสภาพซึ่งพืชใช้ได้สำหรับการเกษตร เช่น แอมโมเนีย ไนเตรทหรือยูเรีย จึงเป็นปัญหาสำคัญต่อการบรรเทาความอดอยากของมนุษยชาติ

ถึงแม้ไนโตรเจนจะเป็นธาตุที่มีมากมายประมาณ 80 % ของบรรยากาศ แต่ก็กลับพบความขาดแคลนอาหารจำพวกไนโตรเจน เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะไนโตรเจนในบรรยากาศไม่ได้อยู่ในสภาพที่สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่สามารถนำไปใช้ได้ ไนโตรเจนจะต้องผ่านขบวนการที่เรียกว่าการตรึงไนโตรเจนได้แอมโมเนีย สิ่งมีชีวิตจึงสามารถนำมาใช้ได้



รูปที่ 2.2 วงจรของไนโตรเจน (Nitrogen cycle)

การตรึงไนโตรเจนมี 2 วิธีคือ

1. การตรึงไนโตรเจนโดยการสังเคราะห์ ซึ่งได้แก่ การตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางเคมี (Chemical Nitrogen Fixation)
2. การตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางธรรมชาติแบ่งออกเป็น
 - 2.1 การตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางเคมีแบบธรรมชาติ (Spontaneous Chemical Nitrogen Fixation)
 - 2.2 การตรึงไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิต (Biological Nitrogen Fixation)

2.2.1 การตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางเคมี (Chemical Nitrogen Fixation)

วิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลายซึ่งได้รับการปรับปรุงโดย Fritz Haber และ Karl Bosch เมื่อต้นศตวรรษที่ 20 เรียกว่า Haber-Bosch process



ไฮโดรเจนได้จากถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันปิโตรเลียม ผสมกับอากาศภายใต้ความดันและความร้อนสูงพร้อมทั้ง metal catalyst จะได้แอมโมเนียออกมา กรรมวิธีนี้ได้ใช้กันมานานโดยไม่เปลี่ยนแปลง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1974 ได้มีการขึ้นราคาน้ำมันปิโตรเลียมและยังมีแนวโน้มว่าราคาน้ำมันจะสูงขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งเหตุผลทางเศรษฐกิจและปัญหาสิ่งแวดล้อม จึงเป็นปัญหาสำคัญต่อการผลิตปุ๋ยโดยวิธีนี้ (Shanmugam และ Valentine, 1975) และทำให้ปุ๋ยมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ

Chatt และคณะ (1975) ได้ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงการตรึงไนโตรเจนด้วยวิธีเคมี โดยใช้ organo-metallic complex ที่มีลักษณะคล้ายบริเวณเร่งของเอ็นไซม์ไนโตรจิเนส ทำให้ปฏิกิริยาการตรึงไนโตรเจนเกิดได้ในสภาวะไม่รุนแรง (mild condition) สามารถที่จะรีดิวซ์ไนโตรเจนเป็นแอมโมเนียได้ผลถึง 90 % ซึ่งจะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดต้นทุนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจนได้

2.2.2 การตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางธรรมชาติ

2.2.2.1 การตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางเคมีแบบธรรมชาติ (Spontaneous Chemical Nitrogen Fixation)

วิธีนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนและออกซิเจน เป็นออกไซด์ของไนโตรเจนโดยฟ้าผ่า หรือแสงอุลตราไวโอเล็ต มีผู้คำนวณว่าการตรึงไนโตรเจนที่เกิดแบบวิธีนี้ประมาณ 44×10^{10} เมตริกตันต่อปี (Burns และ Hardy, 1975)

2.2.2.2 การตรึงไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิต (Biological Nitrogen Fixation)

Burns และ Hardy (1975) ได้คำนวณค่าการตรึงไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิตนั้น ประมาณ 2 ใน 3 ของการตรึงไนโตรเจนทั้งหมด คือประมาณ 175×10^{10} เมตริกตันต่อปี สิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน (diazotrophs) จัดอยู่ในพวก prokaryotic organisms กล่าวคือ เป็น

แบคทีเรียประมาณ 26 genera ซึ่งมีรายชื่ออยู่ใน Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Breed และคณะ 1957) และเป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 23 genera (Burns และ Hardy, 1975) การตรึงไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้แบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1. พวกพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันแบบถาวร (obligatory symbiotic type)
2. พวกพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันแบบชั่วคราว (associative symbiotic type)
3. พวกมีชีวิตได้อย่างอิสระ (free-living type)

พวกพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันแบบถาวร

การตรึงไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในกลุ่มนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในปมที่รากพืชที่ไม่ได้อยู่ในตระกูลถั่ว (non-leguminous plant) พืชที่จัดอยู่ในจำพวกนี้ได้แก่พวก Angiosperms มีมากกว่า 300 species (Bond, 1967) พบว่าประมาณ 1 ใน 3 สามารถตรึงไนโตรเจนได้ จุลินทรีย์ที่คิดว่าเกี่ยวข้องในการตรึงไนโตรเจนซึ่งพบในปมเป็นพวก Actinomycetes (Becking, 1970) อีกพวกได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในปมของรากพืชตระกูลถั่ว (leguminous plant) จุลินทรีย์นี้ได้แก่ Rhizobium sp. รายละเอียด Bergersen (1971) ได้รวบรวมเรื่องเกี่ยวกับ legume symbiosis ไว้เป็นจำนวนมาก

พวกพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันแบบชั่วคราว

ในกลุ่มนี้จะเป็นการพึ่งพาอาศัยกันและกันเพียงแค่ว่าสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ จะให้สารประกอบพวกคาร์บอนแก่แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ และในทางกลับกันแบคทีเรียพวกนี้จะให้สารประกอบไนโตรเจนแก่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ เช่น แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในบริเวณใบ (Phyllophane) ของหญ้าเขตร้อนพบว่าสามารถที่จะตรึงไนโตรเจนได้ (Ruinen, 1970) ที่บริเวณราก (Rhizosphere) ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น หญ้าเขตร้อนชนิด ข้าว อ้อย และ ข้าวโพด ก็พบแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ Doberiner และคณะ (1972) พบ Azotobacter pasalum อยู่เป็นโคโลนีภายใต้ผิวที่เป็นยางเหนียวบนรากของหญ้า Paspalum notatum, Von Bulow และ Doberiner (1975) พบแบคทีเรีย Spirillum lipoferum อยู่บนรากของหญ้า Digitaria ducumbens และข้าวโพดบางชนิด นอกจากนั้นแบคทีเรียในลำไส้สัตว์ก็สามารถตรึงไนโตรเจนได้ Bergersen และ Hipsley (1970) พบ Klebsilla sp. ในอุจจาระหมูและคน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการตรึงไนโตรเจน สำหรับการตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวนั้นมักพบแบบอาศัยพึ่งพา

อยู่กับสิ่งมีชีวิตชั้นสูง เช่น สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Anabaena* sp. อาศัยอยู่ในรูใบเฟิร์นน้ำที่ชื่อ *Azolla* sp. (Lang, 1965)

พวกมีชีวิตได้อย่างอิสระ

สิ่งมีชีวิตที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้และดำรงคงชีพได้อย่างอิสระแบ่งออกตามสภาพการเป็นอยู่ได้ 3 แบบดังนี้

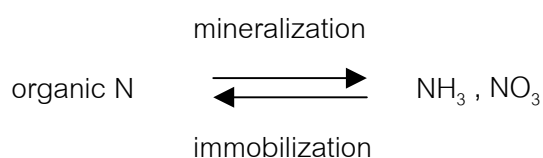
1. Aerobic diazotrophs แบคทีเรียที่รู้จักกันดีในพวกนี้ได้แก่ *Azotobacter* sp., *Beijerinckia* sp., *Derxia* sp., *Myobacterium* sp., Methane-oxidizing bacteria, *Spirillum lipoferum* ส่วน diazotroph ที่สามารถสังเคราะห์แสงและตรึงไนโตรเจนได้ เช่น สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Anabaena* sp., *Nostoc* sp.

2. Facultative diazotrophs ได้แก่ *Klebsiella* sp. *Bacillus polymyxa*, *B. macerans* และ *Escherichia coli* สำหรับ *E. coli* ที่ได้รับยีนส์ที่เกี่ยวกับการตรึงไนโตรเจน (*nif* gene) จาก *K. pneumoniae* (Dixon และ Postgate, 1971) สำหรับ *Rhodospirillum* sp. และ *Rhodopseudomonas* sp. เป็นพวกที่สังเคราะห์แสงได้ด้วย

3. Anaerobic diazotrophs ได้แก่ *Clostridium pasteurianum*, *C. butyricum*, *Desulfotomaculum* sp., *Desulfovibrio* sp. *Chromatium* sp. และ *Chlorobium* sp. และยังมีพวกที่สังเคราะห์แสงได้ด้วย เช่น *Chloropseudomonas* sp.

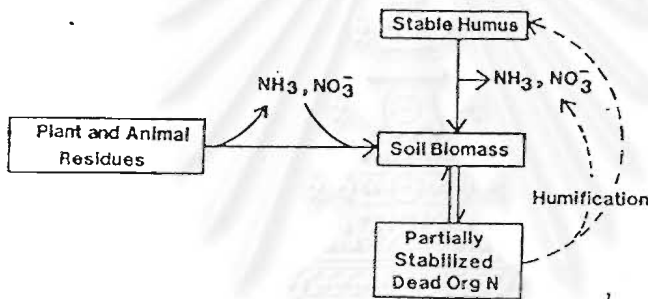
2.3 วงจรของไนโตรเจนในดิน

จากการศึกษาในช่วงปี 1980 – 1986 มีการค้นพบว่าวงจรของไนโตรเจนในดินมีความแตกต่างโดยสิ้นเชิงกับวงจรรวมของไนโตรเจน โดยที่วงจรของไนโตรเจนในดินมีลักษณะสำคัญอยู่ที่การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนในกระบวนการ mineralization – immobilization



โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพผ่านกระบวนการ mineralization - immobilization จะเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนระหว่างรูป inorganic form of N และรูป organic N การลดลงของระดับแร่ธาตุ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเกิดกระบวนการ immobilization ในทางกลับกัน การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุจะแสดงถึงการเกิดกระบวนการ mineralization และการที่ระดับแร่ธาตุ N ในดินไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ใช่จะไม่เกิดกระบวนการในวงจรไนโตรเจนในดิน แต่เกิดเนื่องจากอัตราการเกิดกระบวนการ mineralization และ immobilization เกิดในอัตราที่เท่ากัน

การพิจารณาการเกิดสารอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำปริมาณสารอินทรีย์ในดินมาร่วมพิจารณาด้วย เนื่องจากทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันโดยตรง ดังรูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบต่างๆ



รูปที่ 2.3 วงจรของไนโตรเจนในดิน

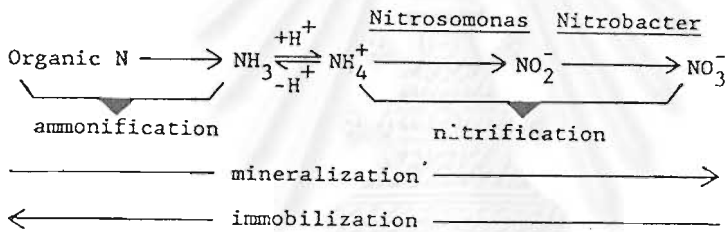
ประกอบด้วยซากพืชและสัตว์, มวลจุลชีพในดิน, สารอินทรีย์ที่เสถียรบางส่วน (เช่นเปลือกไม้, ใบไม้ที่ยังมีจุลชีพอยู่ภายใน, สาร humic ที่เพิ่งจะก่อตัว) และส่วน humus ที่เสถียรแล้วขณะที่ซากพืชย่อยสลายในดิน สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกรวบรวมเข้าไปเก็บไว้ในเนื้อเยื่อของจุลชีพ (biomass) บางส่วนจะถูกแปลงไปเป็นสาร humic และท้ายที่สุดจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสาร humus ที่เสถียร (stable humus) ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยามีช่วงตั้งแต่ 2 - 3 วัน หรือเป็นสัปดาห์ สำหรับบางส่วนของ biomass หรืออาจจะใช้เวลาเป็นปี ที่จะกลายเป็นสาร humus จะถูกขจัดเศษปริมาณที่หายไปด้วยการเกิดสาร humus ใหม่ขึ้น

กระบวนการทางชีวภาพ เช่น ammonification, nitrification, denitrification และ assimilation จะเกิดขึ้นในการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนไปอยู่ในรูปต่างๆ ของดินดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.4 กระบวนการ Ammonification และ Nitrification

การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นรูปแบบ mineral form (NH_4^+ , NO_3^-) จะเกิดผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี (biochemical transformation) โดยมีจุลชีพเป็นตัวกลาง และจะมีผลกระทบต่อกระบวนการโดยตัวแปรที่มีผลกระทบบกกับกิจกรรมของจุลชีพ เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, pH etc

ขั้นแรกกระบวนการ ammonification จะเป็นการเปลี่ยนจากรูปอินทรีย์ไนโตรเจน ไปอยู่ในรูป NH_3 โดยมีจุลชีพจำพวก heterotrophic เป็นตัวกลาง ส่วนขั้นตอนต่อมาจะเป็นการเปลี่ยนรูปจาก NH_3 ไปเป็น NO_3^- ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาผ่าน 2 ขั้นตอนย่อย คือ การเปลี่ยนรูปจาก NH_4^+ ไปเป็น NO_2^- โดยจุลชีพ Nitrosomonas ส่วนขั้นตอนที่ 2 จะเปลี่ยนรูปจาก NO_2^- ไปเป็น NO_3^- โดยจุลชีพ Nitrobacter ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน

จุลชีพทั้งชนิดใช้ O_2 (aerobic) และไม่ใช้ O_2 (anaerobic) ล้วนมีส่วนร่วมในการเกิดกระบวนการ ammonification ซึ่งต่างจากกระบวนการ oxidize NH_4^+ ไปเป็น NO_3^- ที่จะเกิดปฏิกิริยาได้จากจุลชีพจำพวกใช้ O_2 (aerobic) ดังจะเห็นได้ว่าปริมาณ NH_4^+ จะสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ ในสภาพที่มีการจำกัดปริมาณ O_2 ให้กับระบบ ส่วนปริมาณไนเตรท (NO_3^-) จะเพิ่มขึ้นถ้าให้ O_2 กับดินที่เพาะปลูก

2.5 วิธีการกำจัดก๊าซ NO_x

ด้วยเหตุผลหลายประการ การกำจัดก๊าซ NO_x เป็นไปได้ยากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆ จึงส่งผลให้เทคโนโลยีการกำจัดก๊าซ NO_x มีความก้าวหน้าช้ากว่าการกำจัดก๊าซชนิดอื่น โดยปัญหาหลักคือ

NO ซึ่งเป็นก๊าซที่สำคัญมากในชนิดของ NO_x เนื่องจากก๊าซ NO เป็นก๊าซที่ค่อนข้างเสถียรและไม่ทำปฏิกิริยาต่างๆ นอกจากนั้นในกระแสมลพิษที่มีก๊าซ NO บ่อยครั้งจะมี CO_2 , H_2O และ SO_2 ในปริมาณความเข้มข้นสูงกว่า NO ซึ่งก๊าซเหล่านี้มีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายกว่า ก๊าซ NO และจะรบกวนประสิทธิภาพการกำจัด NO

ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีการกำจัด NO_x จาก flue gases จึงมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาในโรงงานและการจราจร โดยที่วิธีการควบคุมที่เป็นไปได้มีดังนี้ โดย Bartok et al. (1971):

1. Catalytic decomposition
2. Catalytic reduction
 - a) Non selective in net reducing environment
 - b) Selective in net oxidizing environment
3. Adsorption – reaction by solids
4. Absorption – reaction by liquids
5. Physical separations

การย่อยสลายของ NO จะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตามตัวเร่งปฏิกิริยาที่จะช่วยเร่งย่อยสลายยังอยู่ในขั้นตอนการศึกษา

ปฏิกิริยา Nonselective reduction ภายใต้สภาวะ net reducing conditions มักจะมีการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO , H_2 , CH_4 ในพหลุมก๊าซก่อนเข้า Catalytic reaction หรือการทำงานของระบบที่อัตราไหลต่ำกว่าจุดที่เหมาะสม (Stoichiometric) ซึ่งจะทำให้เกิดการลดลงของประสิทธิภาพ plant และเกิดการเพิ่มขึ้นของ CO ในกระแสออก Nonselective reduction จึงไม่เป็นวิธีที่ได้รับความนิยม

Selective reduction เป็นปฏิกิริยาที่ใช้การเติมก๊าซบางชนิดโดยมากใช้แอมโมเนีย ซึ่งจะเลือกทำปฏิกิริยากับ NO ในสภาวะที่มีออกซิเจน วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจ เนื่องจาก SO_2 สามารถกำจัดได้โดยกระบวนการเดียวกัน

Bartok (1971) ได้สำรวจ Adsorbents ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้กำจัด NO_x ออกจากพหลุมก๊าซ เช่น silica gel, alumina, molecular sieves, char และ ion – exchange เรซิน โดยที่แต่ละชนิดจะมีความจุในการออกซิไดซ์ NO ไปเป็น NO_2 และ adsorb NO_2 อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการจุของ adsorbent เหล่านี้ค่อนข้างต่ำที่ความเข้มข้นของ NO โดยทั่วไปการแยกออกทางกายภาพจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของโมเลกุลของ NO เช่นขนาดโมเลกุล, จุดควบแน่น, คุณสมบัติทางแม่เหล็ก จะมีผลต่อการแยกทางกายภาพเล็กน้อย เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของ NO มีลักษณะคล้ายกับก๊าซตัวอื่นๆที่มีอยู่ในพหลุมก๊าซจึงยากต่อการแยกทางกายภาพ (Physical

separation) การใช้ของเหลว absorb จึงเป็นวิธีที่น่าจะเหมาะสมที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับการควบคุมก๊าซ NO_2 และ SO_2 ในพหลุมก๊าซ โดยปกติจะใช้สารละลาย alkaline หรือกรดซัลฟูริก แต่วิธีนี้ต้องมีการควบคุมอัตราส่วนโมลระหว่าง NO และ NO_2 ในก๊าซเนื่องจากการ absorption ของ combined oxide N_2O_3 เป็นก๊าซที่ถูกดูดซับ absorb ได้ดีที่สุด (Koral and peter, 1960) การหมุนเวียน NO_2 ในพหลุมก๊าซเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการควบคุมอัตราส่วนของก๊าซ การเวียนกลับของ NO_2 อาจทำได้โดยออกซิไดซ์ NO ที่ถูก recover จาก absorbent

2.6 แหล่งกำเนิดของ NO

ประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณก๊าซ NO_x ทั้งหมดในอเมริกาที่มีมาจากยานอุตสาหกรรม โดยแหล่งใหญ่ที่สุดคือ โรงผลิตไฟฟ้าแบบใช้น้ำมัน การเกิด SO_2 จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัดส่วนของซัลเฟอร์ที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ NO จะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่าง N_2 และ O_2 ในบรรยากาศที่อุณหภูมิสูงระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิง แต่บางสภาวะ NO_x ก็อาจจะเกิดขึ้นได้จากส่วนประกอบของไนโตรเจนในเชื้อเพลิงก็ได้

ภายในเครื่องยนต์ขณะเกิดการสันดาปก๊าซ NO จำนวนมากจะก่อตัวขึ้นใน boiler หรือ furnace ขึ้นอยู่กับเวลา, อุณหภูมิ, ส่วนผสมของอากาศ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการก่อตัวของ NO ในกระบวนการสันดาปมีดังนี้

1. อุณหภูมิขณะสันดาป อัตราการก่อตัวของ NO ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิโดยตรง โดยที่อุณหภูมิสูงๆจะเกิดความเข้มข้นของ NO สูงกว่าอุณหภูมิต่ำ
2. อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง
3. การผสมระหว่างเชื้อเพลิง, อากาศ และ ผลิตภัณฑ์จากการสันดาป ถ้าเชื้อเพลิงและอากาศได้รับการผสมที่ดี การก่อตัวของ NO จะลดลง การนำกลับผลิตภัณฑ์หลังสันดาปเข้าสู่ combustion zone ลดอุณหภูมิระหว่างสันดาป จะช่วยลดปริมาณการเกิดก๊าซ NO ได้
4. อัตราการถ่ายเทความร้อน อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ดีจะทำให้อุณหภูมิสูงสุดระหว่างการสันดาปลดลงส่งผลให้เกิด NO ลดลง
5. ชนิดของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่สามารถผลิตปริมาณก๊าซ NO ได้ดีคือ ถ่านหิน (Coal), น้ำมัน (Oil) และก๊าซ (gas)

วิธีหลักในการควบคุมก๊าซ NO_x สำหรับแหล่งอุตสาหกรรม

1. ปรับปรุงสภาพการสันดาป

2. ปรับปรุงการออกแบบระบบ
3. การกำจัดก๊าซ NO_x ออกจากปลุมก๊าซที่ทางออก

การปรับปรุงสภาพการสันดาปและการออกแบบ พบว่าเป็นเทคนิคที่ประหยัดที่สุด โดยที่สามารถลดปริมาณ NO_x ได้เป็นที่น่าพอใจ

1. การปรับปรุงสภาพการสันดาป

- a) Low – Excess – Air Combustion วิธีนี้จะใช้วิธีการให้อากาศในปริมาณที่ใกล้เคียงจุด stoichiometric ที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อจำกัดปริมาณ O_2 ที่จะไปก่อตัวเป็น NO ประสิทธิภาพของวิธี Low – Excess – Air ได้มีการสาธิตกับก๊าซและน้ำมันโดย Sensenbaugh และ Jonakin (1960) มีงานทดลองที่ทดลองโดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง พบว่าการเผาไหม้ถ่านหินที่ low excess air จะไม่สามารถควบคุมให้เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งเผาไหม้ได้สัดส่วนที่คงที่ได้ ปัญหาการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และการเกิด CO จึงเป็นข้อจำกัดของวิธีนี้
- b) Two – Stage Combustion เทคนิคนี้เป็นการให้อากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่ปริมาณต่ำกว่าจุด stoichiometric ในครั้งแรกหลังจากนั้นจะฉีดอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ เข้ามารอบที่สอง เพื่อให้เชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้บางส่วนและผลิตภัณฑ์ที่เหลือบางส่วน เย็นลงก่อน จะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ป้องกันการทำปฏิกิริยาระหว่าง N_2 และ O_2 ที่อุณหภูมิสูง และการเผาไหม้จะเกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่มีเชื้อเพลิงมากพอ (Barnhart and Diehl, 1960) ปัญหาสำคัญของวิธีนี้อยู่ที่การป้องกันการเกิดผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสันดาป เช่น CO, HC และ อนุภาค
- c) Flue Gas Recirculation การควบคุมด้วยวิธีนี้จะใช้บางส่วนของปลุมก๊าซ (ประมาณ 10 – 20%) หมุนเวียนกลับเข้ามาสู่ flame zone ก๊าซที่หมุนเวียนกลับมาจะต้องกลับเข้าสู่ห้องสันดาปเพื่อที่จะลดอุณหภูมิและให้ออกซิเจน ดังนั้นผลของการเวียนอากาศจะขึ้นอยู่กับจุดที่ฉีดก๊าซเข้ามาและปริมาณที่เวียนกลับ วิธีที่จะลดอุณหภูมิของไฟ (Flame temperature) ได้มากที่สุดคือการผสมก๊าซโดยตรงกับอากาศในห้องสันดาป ไอลเสียสามารถได้ถึง 80% โดยการรวมขบวนการลดปริมาณอากาศจาก 50% เป็น 20% และมีการเวียนกลับเป็น 50% ของปลุมก๊าซ (Andrew et al., 1968)

วิธีการในการควบคุม NO_x โดยการปรับปรุงการเผาไหม้ที่ได้ประสิทธิภาพที่สุด จะเกิดจากการรวมเอาขบวนการต่างๆข้างบนไว้ด้วยกัน เช่น การรวมวิธี Low - excess – air และ Stage Combustion หรือ Low - excess – air กับ Flue – gas recirculation การรวม

กระบวนการเหล่านี้ใช้ได้ผลดีในเชื้อเพลิงประเภทก๊าซและน้ำมัน อย่างไรก็ตามมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำไปใช้กับถ่านหินบ้างเล็กน้อย ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการก่อตัวของ NO ในกระบวนการสันดาปจำนวนเชื้อเพลิง 3 ชนิด น้ำมัน, ก๊าซ และถ่านหิน ก๊าซจะเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถควบคุมปริมาณ NO ที่เกิดขึ้นได้อย่างแม่นยำที่สุด

2. การปรับปรุงการออกแบบของระบบ

การปรับตั้งเตาเผาใน boiler มีอิทธิพลต่อการเกิด NO ยกตัวอย่างเช่น เตาเผาธรรมดา 2 เตา ดีไซน์ให้พ่นไฟในทิศทางตั้งฉากกับ boiler และอีกเตาพ่นไฟในทิศทางขนานกับ boiler ใน boiler ที่ มีการพ่นไฟในทิศตั้งฉาก เปลวไฟและผลิตภัณฑ์จากการสันดาปจะหมุนเป็นเกลียวขึ้นไปรอบกำแพงของเตาเผา

ส่วนในการทำให้ไฟทิศทางขนานจะมีแนวโน้ม การสะสมตัวของก๊าซร้อนและจะเกิดเปลวไฟ อุณหภูมิสูง และ NO จำนวนมากขึ้น (Sensenbaugh and Jonakin, 1960) ทดสอบค่า NO จากกระแสออกจากเตาเผาทั้ง 2 แบบ ดังนั้น การปรับตั้งเตาเผาที่ก่อให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้เกิด NO เพิ่มขึ้น จึงควรออกแบบเตาเผาให้ระบายอากาศได้ บ้างเพื่อลดการสะสมตัวของไอร้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 ค่าใช้จ่ายและตัวอย่างของระบบ EAPS

Project	Type	Date	Area (m ²)	Purified Air Volume (m ³ /h)
1 Fujita Corporation Head Office	Underground Parking Lot	12/1992	8	55
2 Higashiosaka City	Purification along road	10/1994	75	1,080
3 Higashiosaka City	Purification along road	10/1995	50	3,600
4 Adachi Ward Government Office	Underground Parking Lot	05/1996	110	8,000
5 Ashiya City	Underground Parking Lot	10/1996	80	5,760
6 Nishikami City	Underground Parking Lot	03/1997	200	14,400
7 Suita City	Purification along road	03/1997	500	36,000
8 Hanna Tunnel	Road tunnel	04/1997	400	28,800

ตารางที่ 2.2 รายชื่อโครงการที่ใช้ระบบ EAPS

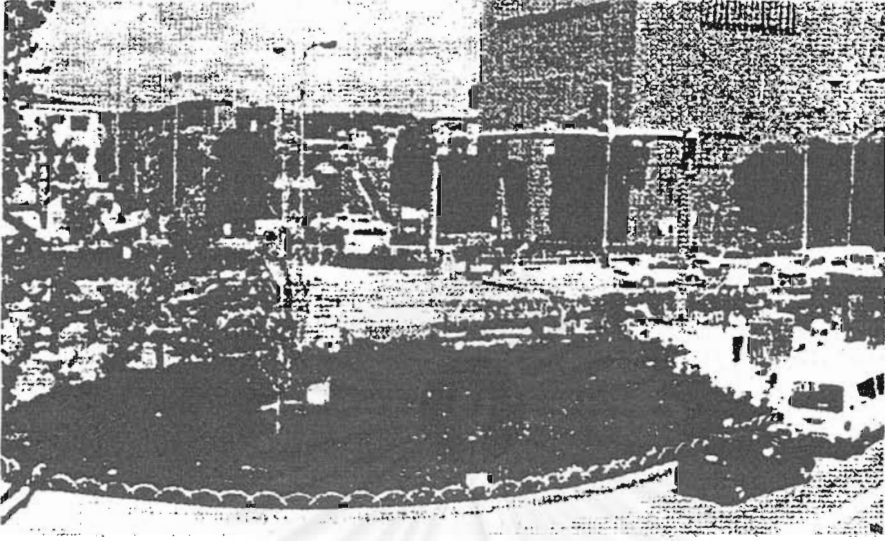
ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบ EAPS

กรณีไม่มีเครื่องมือตรวจสอบประสิทธิภาพ \Leftrightarrow 50,000 บาท/m²

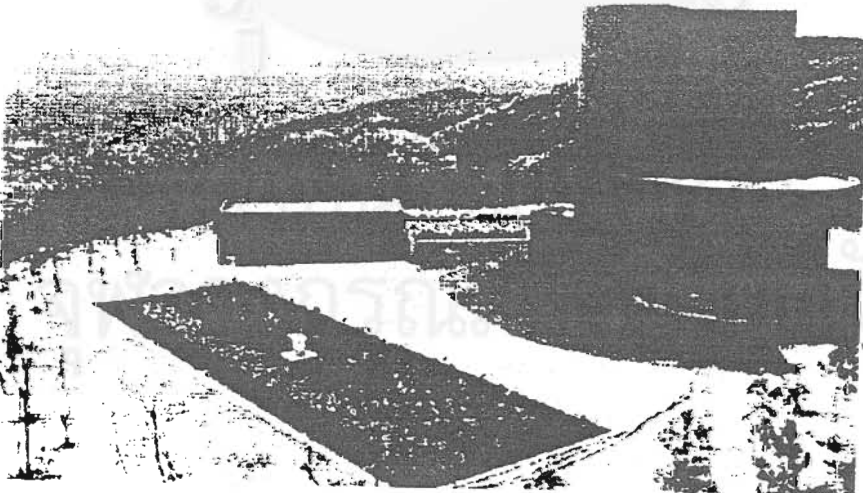
กรณีติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบวัดผลประสิทธิภาพ \Leftrightarrow 94,000 บาท/m²

ปัจจุบันระบบ EAPS ได้ถูกนำไปใช้งานจริงใน 8 โครงการตามตารางที่ 2.2 โครงการที่ 2 และ 3 เป็น pilot plants ส่วนโครงการที่ 4 และ 8 เป็นโครงการที่บริษัท Fujita ถูกว่าจ้างให้ดำเนินการก่อสร้าง เพื่อลดปริมาณมลพิษในบริเวณที่จอดรถใต้ดิน และอุโมงค์ใต้ดิน ที่มีการระบายอากาศได้ไม่ดี

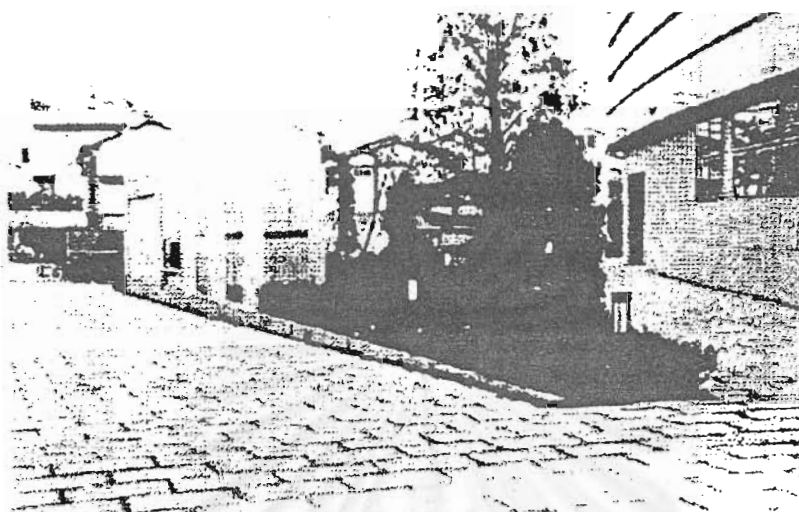
โครงการ 7 และ 8 ได้รับเงินทุนสนับสนุนจาก Osaka prefecture และ Environment agency



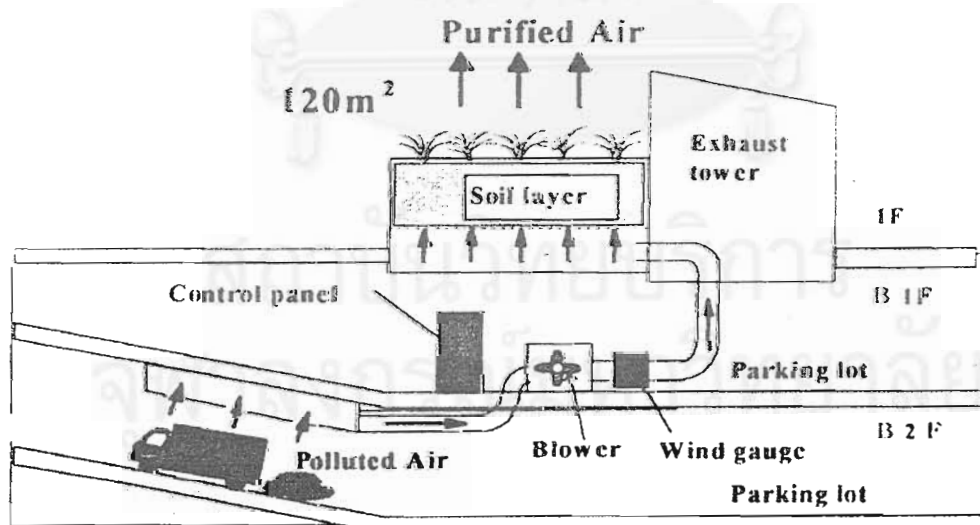
รูปที่ 2.5 ภาพรวมของ Suita plant , ระบบ EAP ถูกนำไปใช้ในบริเวณที่มลพิษในอากาศเกินมาตรฐาน ระบบ EAP ติดตั้งในพื้นที่ 250 ตร.ม. บำบัดอากาศในอัตรา 18,000 ลบ.ม./ชม.



รูปที่ 2.6 ภาพรวมของ Hanna tunnel project พื้นที่ในการติดตั้ง 200 ตร.ม. ความสามารถในการบำบัด 15,000 ลบ.ม./ชม.



รูปที่ 2.7 ภาพของ Adachi plant

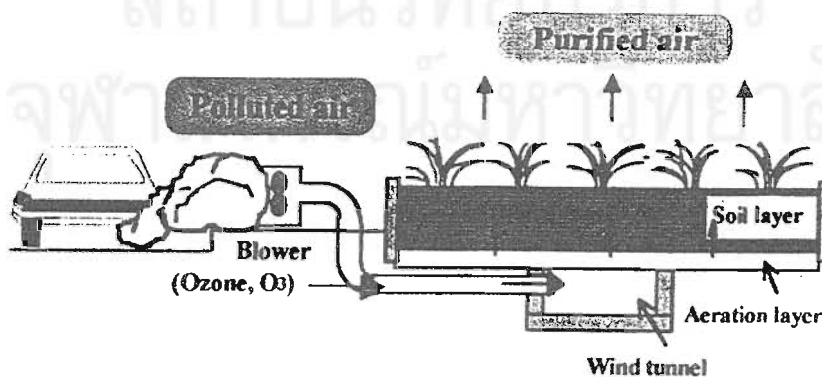
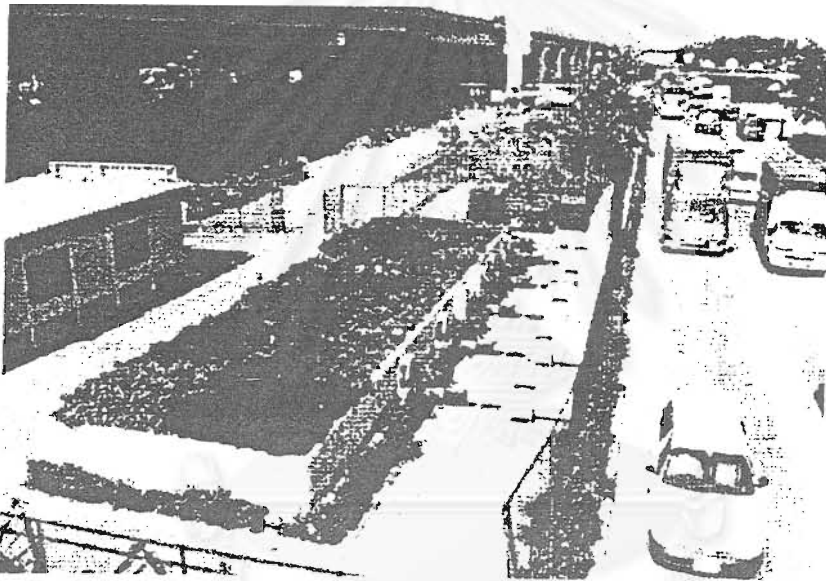


รูปที่ 2.8 แสดงภาพตัดของ Adachi plant ซึ่งเป็นระบบ EAP ที่ก่อสร้างในรูปแบบประยุกต์ใช้กับที่จอดรถใต้ดินโดยมีรูปตัดของระบบ EAPS

Pilot Plant at Higashiosaka

ในการศึกษาตัวแปรเพื่อใช้ออกแบบและทดลองผลการนำไปใช้กับโครงการจริงจึงมีการสร้างถนนในเขต Higashiosaka ทดสอบการทำงานของระบบเป็นเวลา 3 ปี หลังจากการทดลองในห้องทดลองสำเร็จ รูป 2.9 แสดงภาพของ pilot plant ที่เขต Higashiosaka และ cross section ของระบบ EAP ที่ใช้ใน pilot plant

มลพิษทางอากาศจะถูกดูดรวบรวมโดยพัดลมดูดมาเข้าอุโมงค์ลม และไหลผ่านชั้นดินขึ้นไป โดยที่ ความเร็วลมผ่านชั้นดินมีความเร็ว 20 มม./วินาที ความหนาของชั้นดิน 50 ซม. Capacity of air volume $72 \text{ m}^3/\text{n}/\text{m}^2$ ใน pilot plant จะแบ่งเป็น 6 ช่อง โดยแต่ละ unit จะมีเครื่องมือตรวจสอบวัดผลติดตั้งทุก unit



รูปที่ 2.9 แสดง pilot plant ที่ Higashiosaka และ ภาพตัดด้านข้าง

ระบบ EAPS เป็นระบบที่คิดค้นประยุกต์ใช้ในประเศญี่ปุ่นตั้งแต่ปี 1992. และมีการนำเข้ามาทดลองใช้ในประเศไทยช่วงปี 1998 โดยสำนักงานควบคุมมลพิษกรุงเทพมหานคร ด้วยงบประมาณ 170,000 บาท ระบบมีขนาดกว้าง 2.5 เมตร ยาว 4.5 เมตร ลึก 1 เมตร แต่ไม่ประสบผลสำเร็จในการกำจัดก๊าซมลพิษ เนื่องจากใช้ชั้นดิน (Soil layer media) ไม่เหมาะสม ดินที่เหมาะสมที่จะใช้ในระบบ EAPS ควรจะมีการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นใกล้เคียงกับดินที่ทดลองใช้ในประเศญี่ปุ่น

วิทยานิพนธ์ชุดนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อทดลองใช้ดินและปุ๋ยในประเศไทยมาทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น และเลือกดินหรือปุ๋ยที่มีความเหมาะสมที่สุด ใช้ทดลองในระบบ EAPS ตรวจสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ NO_x



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การวางแผนการวิจัย

3.1 แผนการทดลอง

การทดลองกระทำที่ห้องปฏิบัติการปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้แบบจำลองบรรจุดิน 2 ชุด ศึกษาความเหมาะสมของดิน 3 ประเภท คือ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก, ดินสีกา ใช้เป็นตัวกลางในระบบ EAPS

การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์โดยตรง มีความเข้มข้นของ NO_x ในปริมาณสูง ประมาณ 2 – 4 ppm (High concentration test) และการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO สังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 250, 500 และ 750 ppb (Low concentration test)

ตัวแปรอิสระที่ต้องกำหนดให้คงที่ คือ

- อัตราการปล่อยก๊าซมลพิษเข้าระบบเท่ากับ 120 l/min สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์ (High concentration test) และ 60 l/min สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO สังเคราะห์ (Low concentration test)
- ส่วนผสมของดินตัวกลางโดยใช้สัดส่วนดิน : perlite : น้ำ เท่ากับ 3 : 1 : 1
- ปริมาณน้ำที่ต้องรดในแบบจำลอง 1.5 l/day

1. การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์ (High concentration test)

ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาคือ

- ดินที่ใช้ทดสอบ 3 ชนิด คือ ดินสีกา, ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก
- เวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างที่ทางเข้า (inlet) และทางออก (outlet) เวลา 30 นาที และ 60 นาที หลังเริ่มระบบ

ตัวแปรตามที่ต้องวิเคราะห์คือ

- พีเอชของดินตัวกลาง
- ความเข้มข้นของก๊าซ NO_x และ NO_2 ที่ทางเข้าและทางออกของระบบ

- ความดันลดที่ผ่านระบบ
- ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดิน
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน

2. การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) สังกะระห์ (Low concentration test)

ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาคือ

- ดินที่ใช้ทดสอบ 3 ชนิด คือ ดินสีดำ, ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก
- ความเข้มข้นของก๊าซ NO ที่ทางเข้า 3 ชุดการทดลองคือ 250, 500 และ 750 ppb

ตัวแปรตามที่ต้องวิเคราะห์คือ

- พีเอชของดินตัวกลาง
- ความเข้มข้นของก๊าซ NO ที่ทางออก
- ความดันลดที่ผ่านระบบ
- ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดิน
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน

การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์ (High concentration test) จะเก็บตัวอย่างที่ เวลา 30 นาทีและ 60 นาทีที่ ทางเข้า(inlet) และทางออก(outlet) ระบบ ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO สังกะระห์ (Low concentration test) จะวัดค่าก๊าซ NO ที่ทางเข้า 3 วันและวัดที่ทางออก 7 วัน ในการบันทึกค่า NO ใช้เวลา 6 ชั่วโมง/วัน

การทดลองทั้ง 2 ช่วงวัดค่าปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดิน (TKN-N), ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) และปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในดิน

3.2 การเตรียมดินตัวกลาง

ดินตัวกลางที่ใช้ในการทดลอง จะใช้ดิน 3 ชนิด คือ ดินสีดา ยี่ห้อ ดินดำน้ำชุ่ม, ปุ๋ยหมัก ยี่ห้อ Bionic, ปุ๋ยคอก ยี่ห้อ งามดีการเกษตร(ลพบุรี)

ทำการทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆของดินดังนี้

- พีเอชของดิน
- การกระจายขนาดอนุภาคดิน(Grain size Analysis)
- ค่าสารอินทรีย์ในดิน(Organic Content)
- คุณสมบัติการซึมผ่านได้ของดิน (Permeability)
- ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดิน
- ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน
- ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน
- ความชื้นในดิน (Moisture content)
- ความถ่วงจำเพาะ (Specific density)

ที่เลือกใช้ดิน 3 ชนิดนี้เนื่องจากมีปริมาณของไนโตรเจนมากกว่าดินปกติเหมาะที่จะใช้เป็นดินตัวกลางของระบบ EAPS

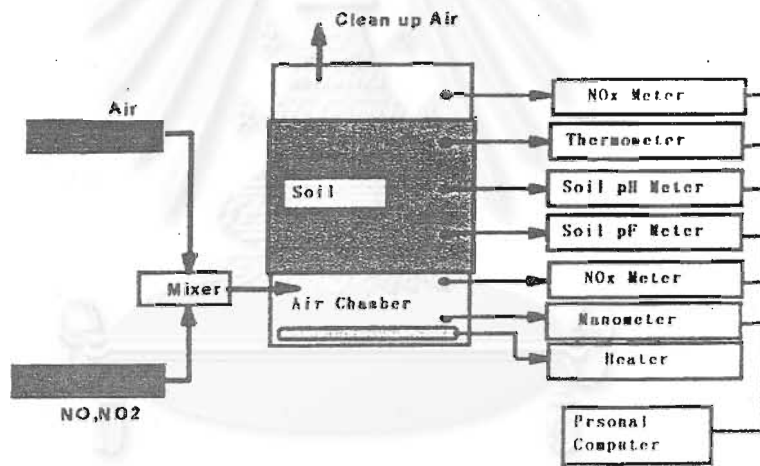
การผสมดินตัวกลางจะใช้สัดส่วนดิน : perlite ละเอียด : น้ำ เท่ากับ 3 : 1 : 1

perlite เป็นวัสดุเพิ่มความพรุนของดิน มีลักษณะเม็ดกลม คล้ายโฟม แต่เปราะสามารถบีบแตกเป็นผงได้ เส้นผ่านศูนย์กลาง perlite แบบละเอียดประมาณ 2 - 3 mm แบบหยาบมีลักษณะคล้ายหินกรวดแต่เบาและเปราะ หลังจากคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันแล้ว นำไปบรรจุลงในคอลัมที่มีชั้น perlite หยาบปูรองพื้นอยู่หนา 10 cm บรรจุดินตัวกลางลงไปเป็นชั้นๆ ชั้นละ 10 cm อัดดินให้แน่นเฉพาะบริเวณขอบคอลัม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของก๊าซมลพิษ บริเวณของโมเดล โมเดลมีลักษณะเป็นคอลัมทรงกระบอก พื้นที่หน้าตัด 0.1 m^2 สูง 50 cm บรรจุดินสูง 40 cm จากชั้น perlite หยาบ

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 แบบจำลองอีเอพีเอส

แบบจำลองอีเอพีเอสที่ใช้ในการทดลองมีจำนวน 2 ชุด แบบจำลองทำจากอะคริลิกใส รูปทรงกระบอกมีพื้นที่หน้าตัด 0.1 m^2 แบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นแรก เป็น perlite หนาสูง 10 cm ชั้นต่อมาเป็นดินตัวกลางที่ผสมแล้ว สูง 40 cm ส่วนล่างของแบบจำลองจะเป็นทางเข้าแบบจำลอง (Inlet Air Chamber) สูง 15 cm มีท่อปล่อยระบายน้ำระเหยขนาด $1/2$ นิ้ว อยู่ด้านล่างสุด ส่วนด้านข้างมีท่อสายยาง $1/4$ นิ้วต่อ 2 จุด เพื่อวัดค่าความดันลดและอีกท่อใช้ต่อท่อเข้าเครื่องวัดความเข้มข้น NO_x (NO_x Analyzer) เพื่อวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO ที่ทางเข้าแบบจำลอง (Inlet Air Chamber) และมีสายยาง $3/4$ นิ้วต่อนำก๊าซมลพิษเข้าระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองระบบ EAPS

3.3.2 เครื่องสูบลม (Air pump) เป็น บั๊มอากาศแบบไดอะแฟรม ปล่อยอากาศที่บั๊มในอัตรา 200 l/min ใช้ ไฟ 110 โวลต์

3.3.3 เครื่องกวน (mixer)

ใช้สำหรับทำให้เกิดการผสมระหว่างอากาศที่สูบลมจากบั๊มและก๊าซที่ออกมาจากถังก๊าซ ก่อนจะปล่อยเข้าแบบจำลองที่ ทางเข้าแบบจำลอง (Inlet Air Chamber) เครื่องกวนจะเป็นแบบ Static type คือไม่มีส่วนที่ เคลื่อนไหวให้การผสมเกิดจากการหมุนวนของอากาศที่เข้ามาจากบั๊มลม

3.3.4 วาล์วปรับอัตราการไหล (flow meter valve)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับอัตราการไหลให้ได้ตามที่ต้องการโดยจะมีลูกกลอยบอกถึงอัตราการไหลให้ทราบ ในการทดลองจะใช้วาล์วปรับอัตราการไหล 2 ขนาด ขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 0 – 220 l/min ใช้ต่อระหว่างบีมลม และเครื่องกวน ใช้ปรับอัตราไหลจากบีมลม ที่เข้าสู่เครื่องกวน ส่วนวาล์วปรับอัตราการไหล ขนาดเล็ก มีขนาด 0 – 200 l/min ต่ออยู่ระหว่างถังก๊าซและเครื่องกวน ใช้ปรับปริมาณก๊าซ NO ที่จะเข้ามาสู่ เครื่องกวน

3.3.5 เครื่องวัดความเข้มข้น NO_x เป็นเครื่อง NO_x Analyzer ของ HoriBA model ADNA – 350 ทำงานโดยใช้การวัดแบบ Chemiluminescence ต่อกับเครื่อง dataloger ผ่าน chanel NO output ที่ current output 20 – 4 mA

3.3.6 เครื่อง Dataloger และโปรแกรม Excel dataloger

3.3.7 เครื่องวัดความดันลด

3.3.8 pH Meter

3.3.9 อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับทำการย่อย (digest) ดินและเครื่องมือชุดกลั่นแอมโมเนีย

3.3.10 อุปกรณ์ชุดทำการทดลองการกระจายขนาดของดิน (sieve analysis)

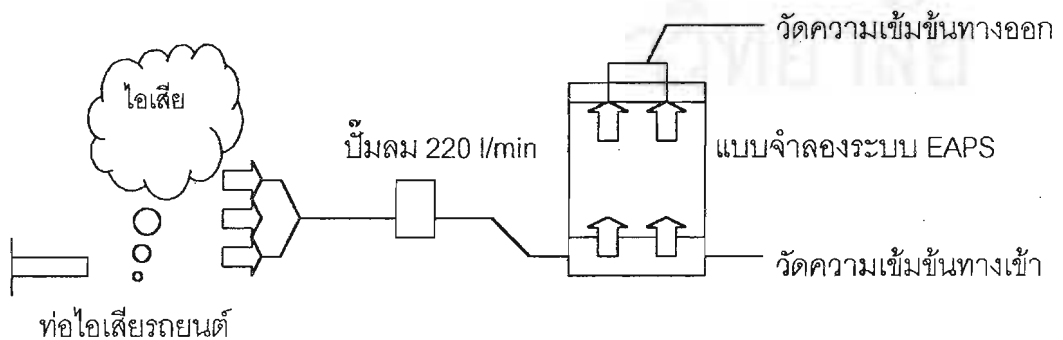
3.3.11 อุปกรณ์ชุดทำการทดลองหาความถ่วงจำเพาะของดิน

3.3.12 อุปกรณ์ชุดทำการทดลองการซึมผ่านของดิน (permeability test)

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ทำการวัดคุณสมบัติของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด เพื่อเก็บข้อมูลทางกายภาพของดินที่ทำการทดสอบ

3.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์ (High Concentration Test) จะติดตั้งอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์

การวัดความเข้มข้นของมลพิษจะใช้ เครื่องวัดแบบ Hand Pump ของ GASTEC วัดความเข้มข้นของก๊าซ NO_x และ NO_2 ที่ ทางเข้าและทางออก ที่เวลา 30 นาทีและ 60 นาที หลังจากเริ่มปล่อยก๊าซเข้าระบบ โดยความเข้มข้นของก๊าซ NO_x จะวัดโดยใช้หลอดวัดความเข้มข้น GASTEC NO_x Detector tube NO.11L ส่วนความเข้มข้นของ NO_2 จะวัดโดยใช้ หลอดวัดความเข้มข้น GASTEC NO_2 Detector tubes NO. 9L

วิธีการใช้เครื่องวัดแบบ Hand pump ขั้นแรกเตรียมใช้หลอดวัดความเข้มข้น ที่จะใช้ให้ตรงกับประเภทของมลพิษที่จะใช้วัด จากนั้นหักปลายทั้ง 2 ข้างของเซลล์ ที่ จะใช้วัดโดยที่กระบอก hand pump จะมีรู Tip breaker ไว้ใช้ในการหักปลายเซลล์อยู่ดังรูป จากนั้นเสียบ หลอดวัดความเข้มข้น ลงไปใน hand pump หนึ่งด้าน G> ให้หัวลูกศรเข้าหาตัว hand pump หมุนก้านมือจับให้ขีดสีแดงตรงกับ 100 ml. (1 stroke การดึงจะดูดอากาศ 100 ml.) นำปลายอีกข้างไปจ่อบริเวณที่ต้องการเก็บตัวอย่าง ดึงก้านมือจับให้สุดจนมีสลักล็อกที่ปลายมือจับจะมีช่องกระจกให้สังเกต (End Flow indication) จนช่องกระจกเป็นสีขาว หมุนก้านมือจับไปครึ่งรอบก้านจับจะหมดกลับไปทำการดึงซ้ำอีกครั้ง เหมือนเดิม สีเหลืองปรากฏที่ tube จะเป็น indicator ให้อ่านค่าความเข้มข้นของก๊าซจาก scale หน่วย ppm ถ้าต้องการค่าที่ละเอียดขึ้นให้ดึง hand pump เก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง แต่ค่าที่ อ่านได้จากหลอดวัดความเข้มข้น ต้องคูณด้วย 0.4 จึงจะเป็นค่าความเข้มข้นที่แท้จริง

การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากรถยนต์ (High Concentration) จะมีการวัดค่าไนโตรเจนในดิน ในรูปของที่เคเอ็นไนโตรเจน, แอมโมเนีย ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) และไนเตรท ($\text{NO}_3 - \text{N}$) ที่วันเริ่มต้นเดินระบบและวันที่ 20 เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน

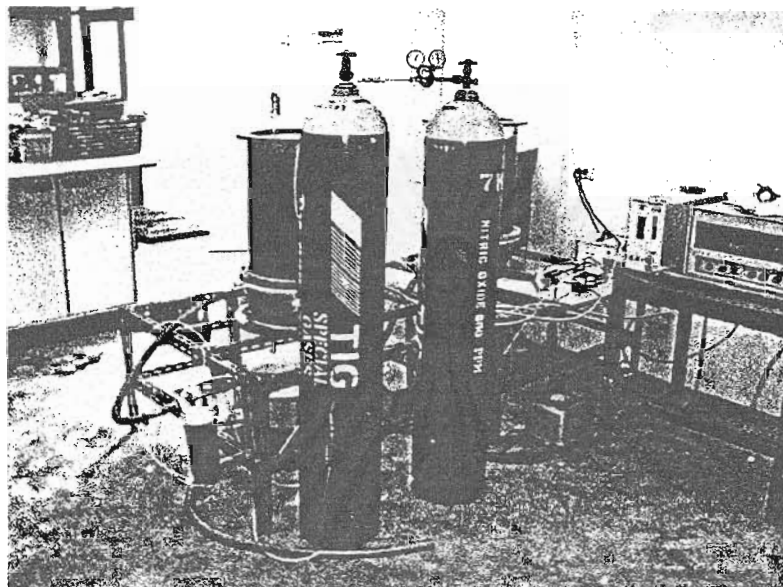
3.4.3 การทดลองช่วง Low Concentration Test จะเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ที่ความเข้มข้นต่ำ 250, 500 และ 750 ppb ของดินตัวกลางแต่ละชนิด โดยการวัดค่าความเข้มข้นจะวัดที่ทางเข้าและทางออกของระบบหลังจากปล่อยก๊าซ NO ที่ความเข้มข้นต่างๆเข้าระบบ การวัดค่าความเข้มข้นจะกระทำแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่องวัดความเข้มข้น NO_x ผ่านเครื่องเก็บข้อมูลต่อเนื่อง (Dataloger) แสดงผลและเก็บข้อมูลต่อเนื่องลงคอมพิวเตอร์ ในการวัดค่า NO การบันทึกค่าต่อเนื่องในแต่ละความเข้มข้นที่วัด จะวัดค่า inlet 3 วัน วัดค่า outlet 7 วัน ก่อนวัดค่า outlet จะต้องวัดค่า inlet ให้ ได้คงที่ตามความเข้มข้นที่สนใจ แล้วจึงหมุนวาล์วไปวัดค่า outlet รอให้คงที่แล้วจึงเริ่มทำการบันทึกค่าความเข้มข้นเมื่อได้ครบ 3 ความเข้มข้นแล้วจึงเปลี่ยนดินตัวกลางชนิดต่อไป

ระหว่างการทดลองจะวัดค่าความดันลดของระบบเทียบกับเวลาด้วยและจะมีการวัดค่า pH, ที่เคเอ็นไนโตรเจน, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ และ $\text{NO}_3 - \text{N}$ ของดินที่ทำการทดลอง โดยจะวัดที่วันแรก,วันสุด

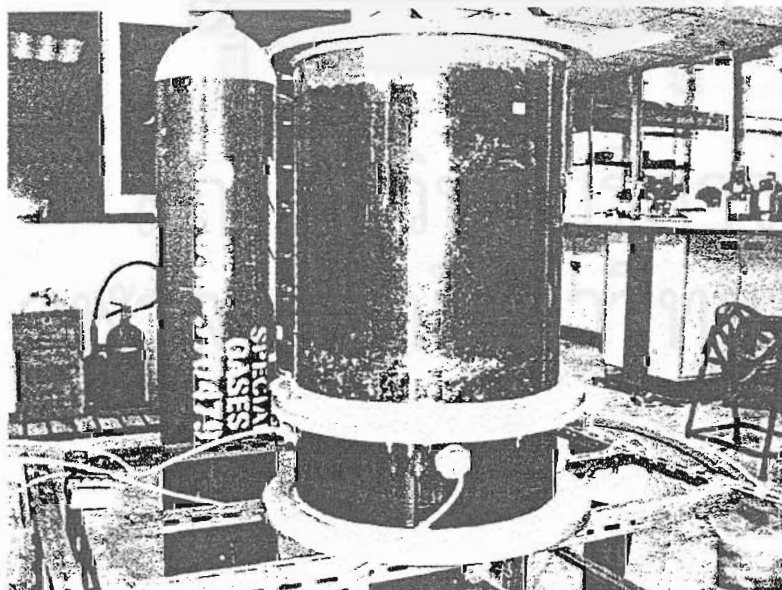
ท้ายที่ทดสอบ และ วันที่ 10 หลังหยุดทดสอบ ของแต่ละความเข้มข้น เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินระหว่างที่ทำการทดสอบ



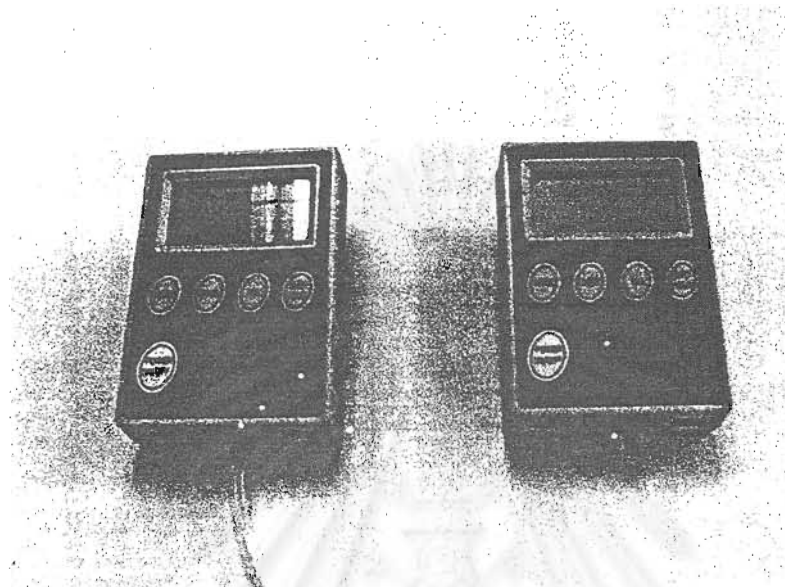
สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



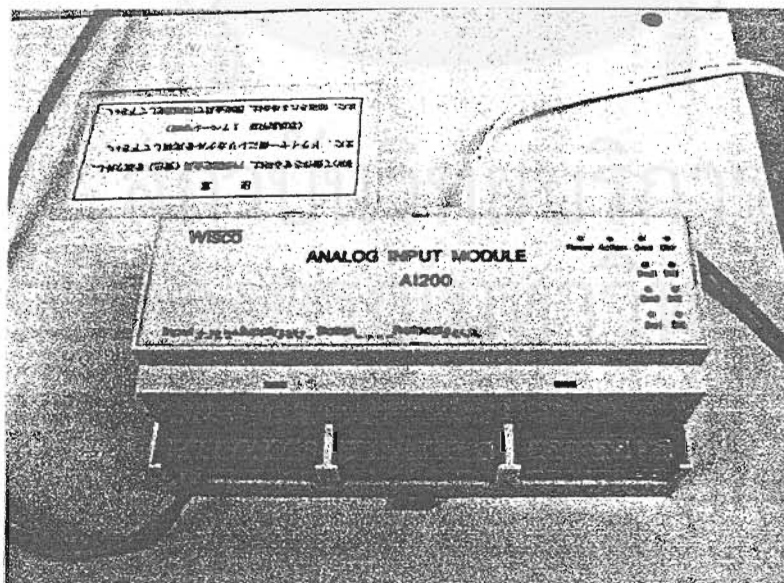
รูปที่ 3.3 ท่อก๊าซ NO 800 ppm.



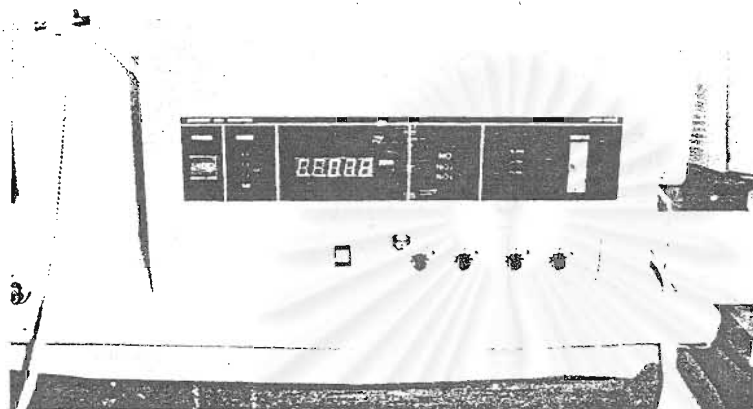
รูปที่ 3.4 แบบจำลอง EAPS



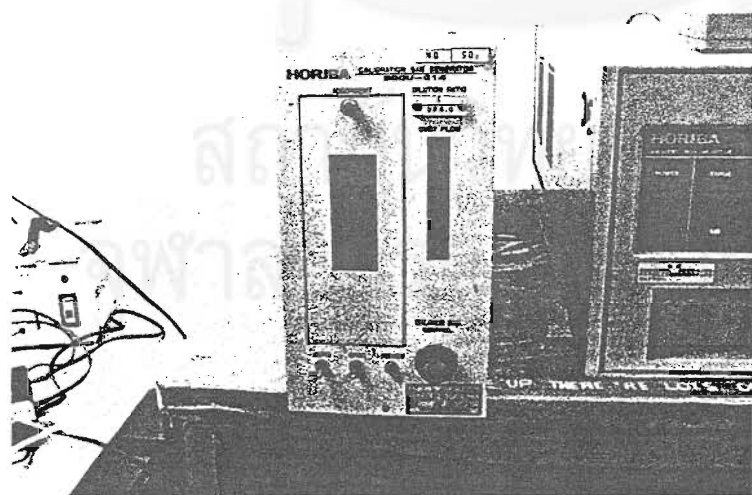
รูปที่ 3.5 เครื่องวัดความดัน Manometer



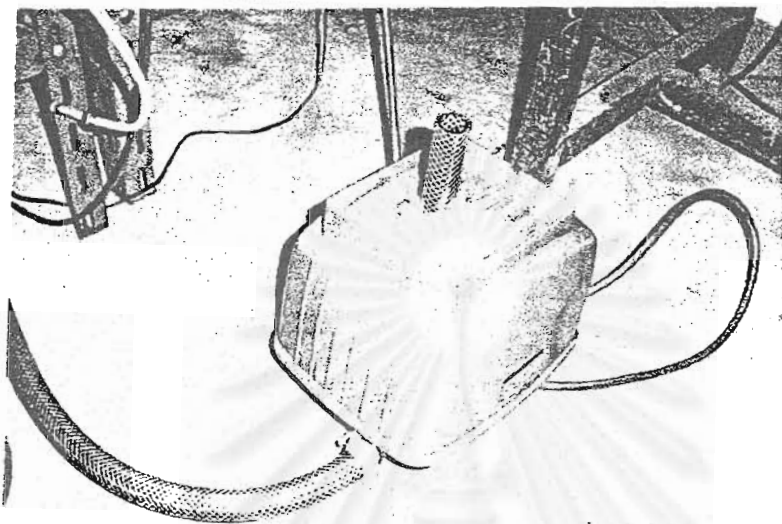
รูปที่ 3.6 เครื่องบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่อง Data Logger



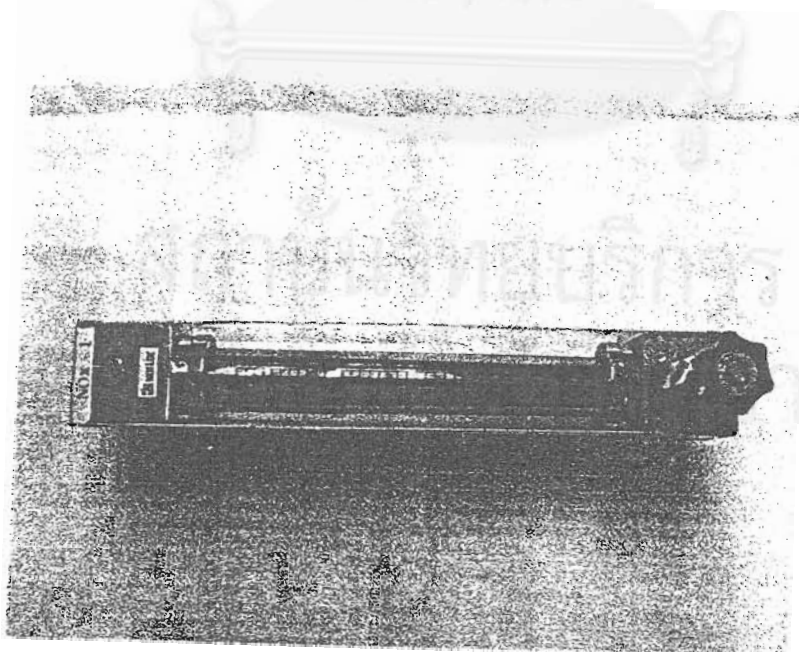
รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซ NO_x



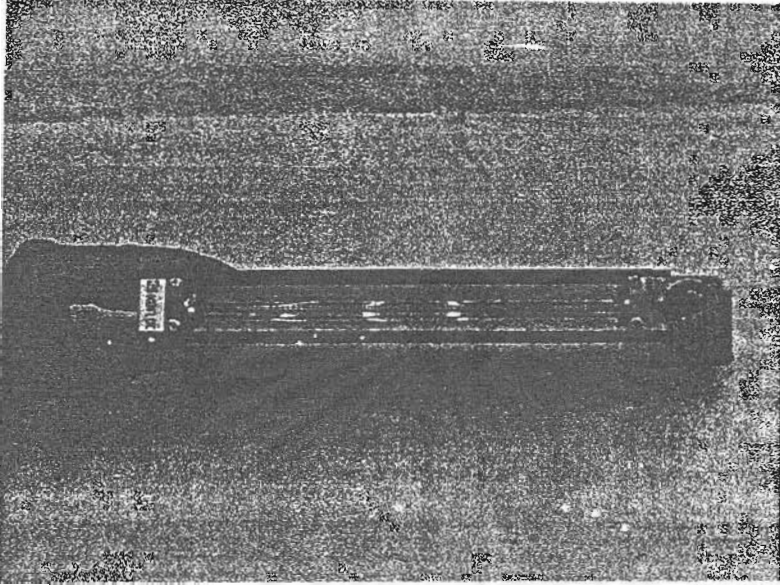
รูปที่ 3.8 เครื่อง Calibrate ก๊าซ NO_x



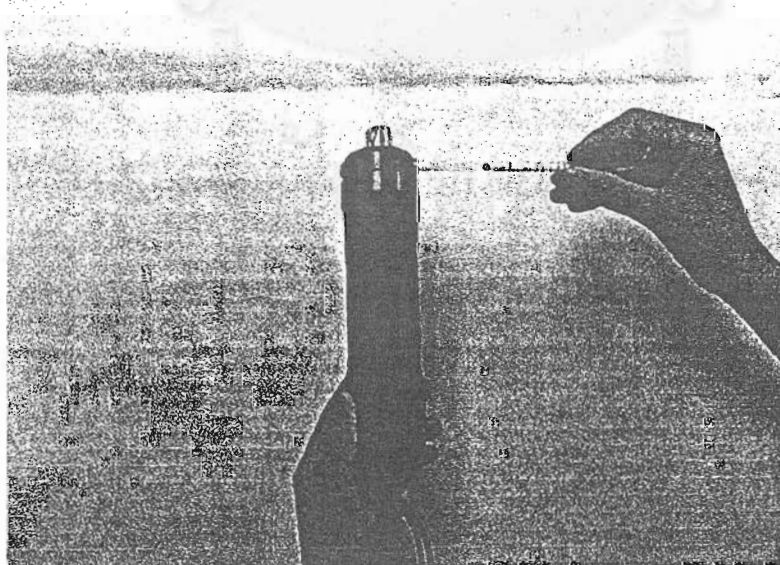
รูปที่ 3.9 ปั๊มลม อัตราไหล 220 ลิตร/นาที



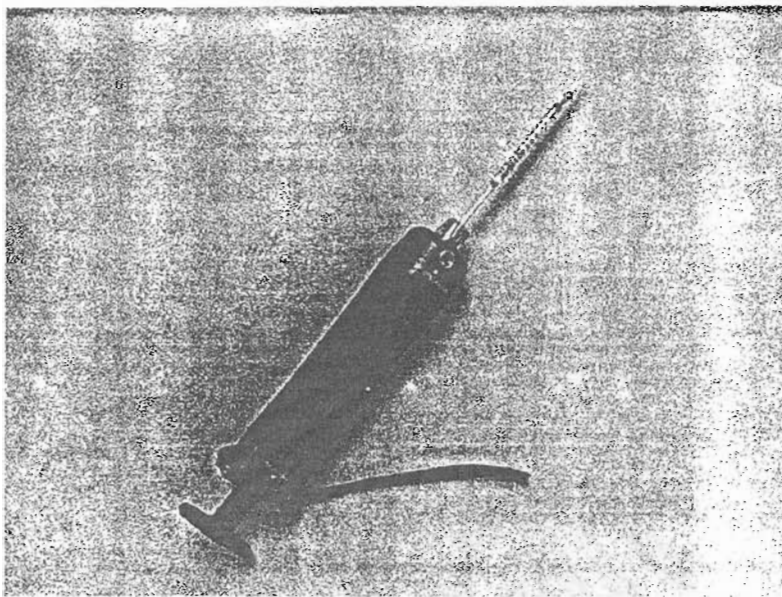
รูปที่ 3.10 วาล์วปรับอัตราไหล (0-200 ลิตร/นาที)



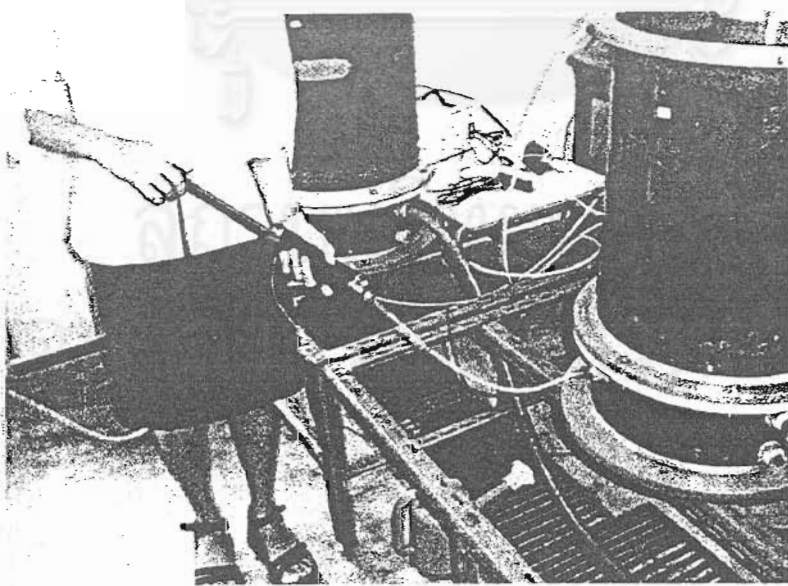
รูปที่ 3.11 วาล์วปรับอัตราไหล (0- 120 ลิตร/นาที่)



รูปที่ 3.12 การหักปลายหลอดวัดความเข้มข้น



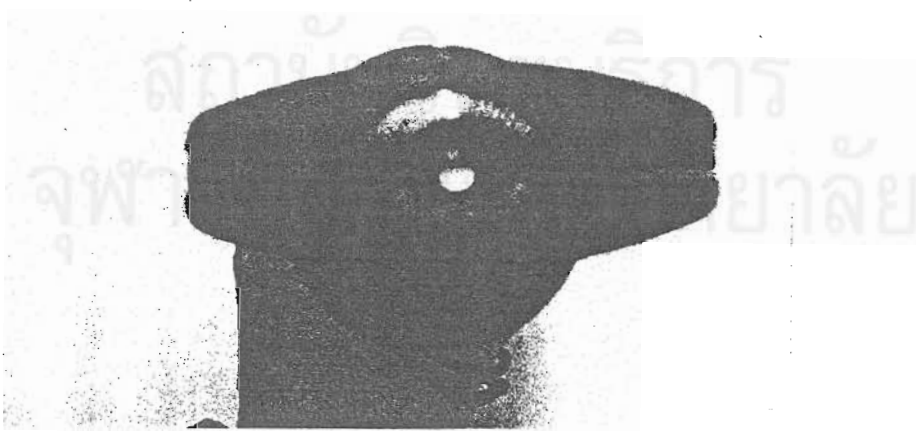
รูปที่ 3.13 การใส่ หลอดวัดความเข้มข้นเข้ากับ Hand pump



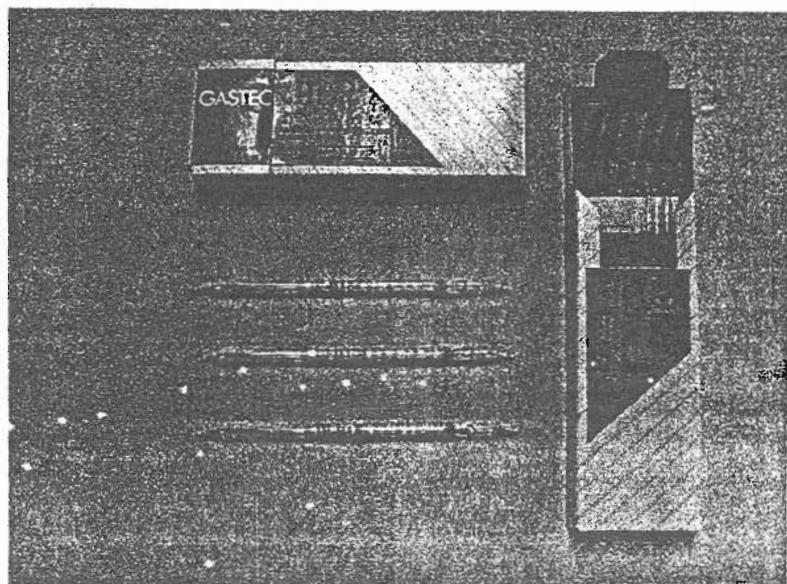
รูปที่ 3.14 การวัดความเข้มข้นมลพิษโดยใช้ Hand pump



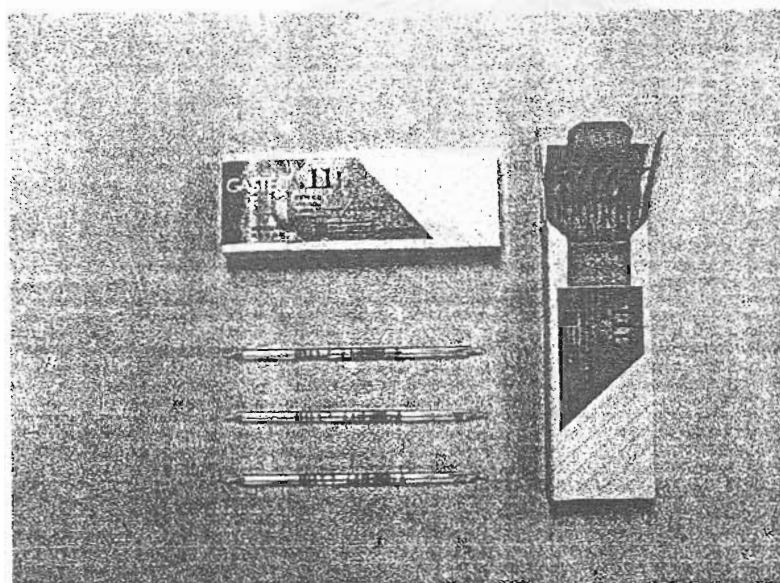
รูปที่ 3.15 ขีดแสดงปริมาตรอากาศต่อ 1 ช่วงชัก



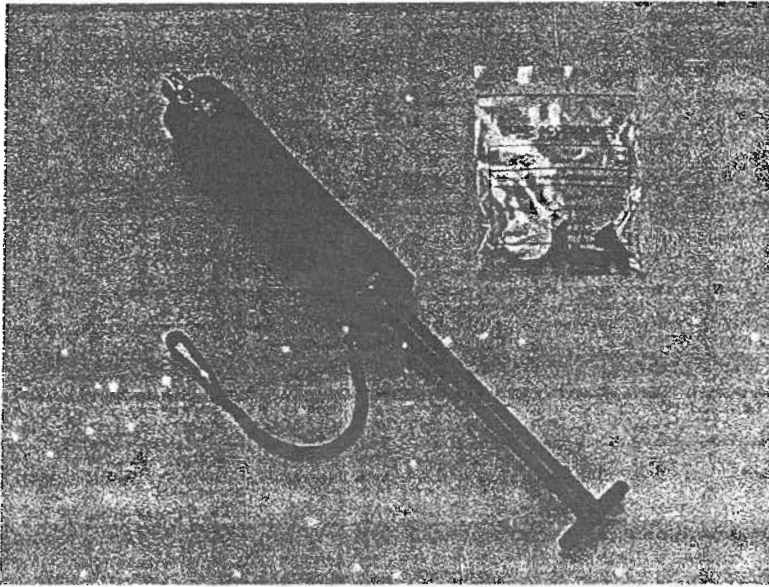
รูปที่ 3.16 ช่องกระจกให้สังเกตการสิ้นสุดของการเก็บตัวอย่าง



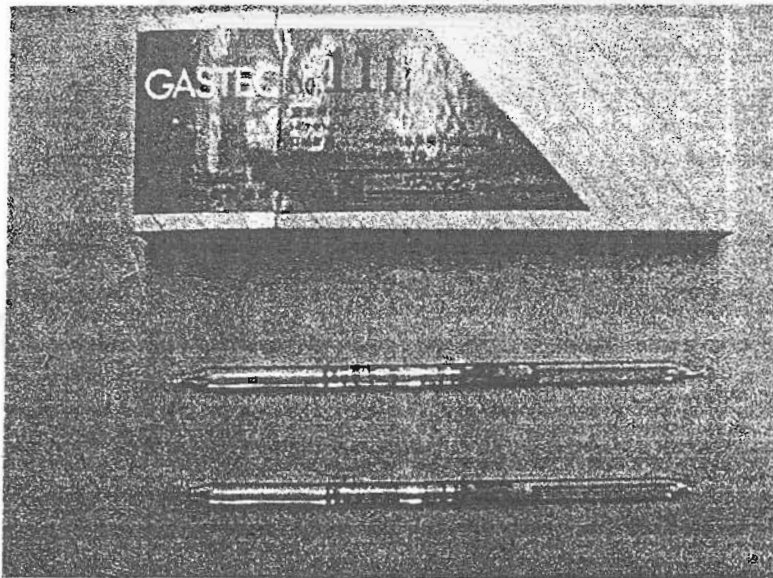
รูปที่ 3.17 หลอดวัดความเข้มข้นก๊าซ NO_2



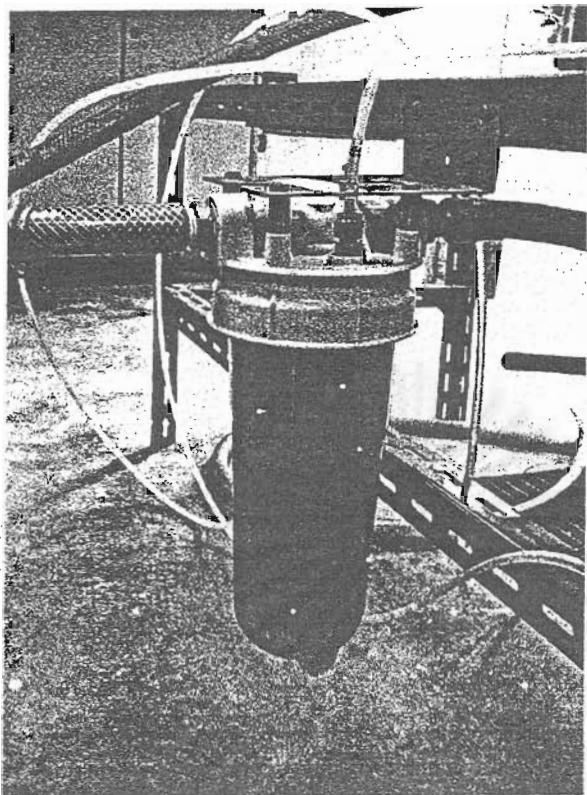
รูปที่ 3.18 หลอดวัดความเข้มข้นก๊าซ NO_x



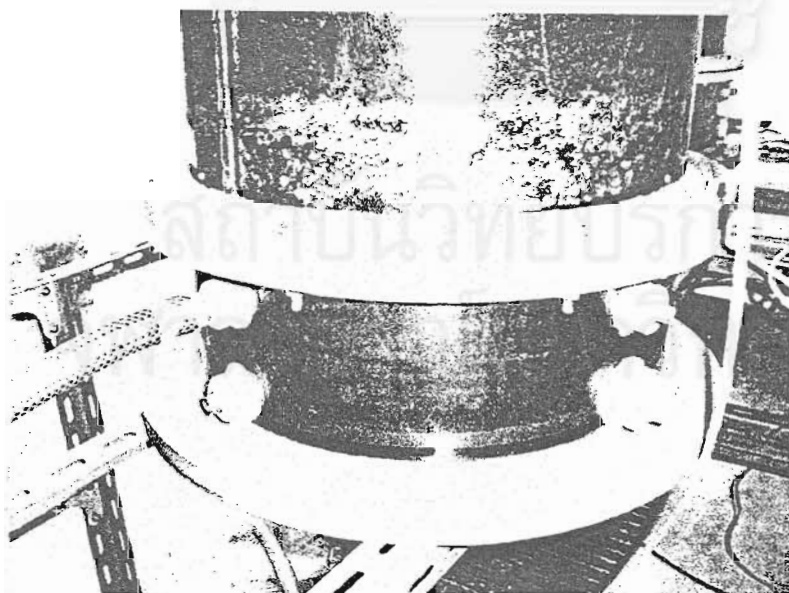
รูปที่ 3.19 อุปกรณ์วัดแบบ Hand pump ของ GASTEC



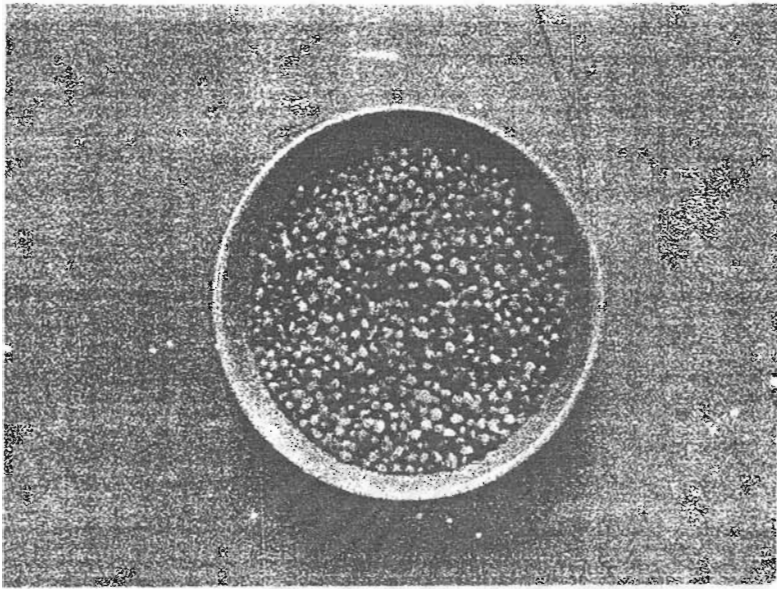
รูปที่ 3.20 หลอดวัดความเข้มข้นก๊าซ NO_x หลังผ่านการทดลอง



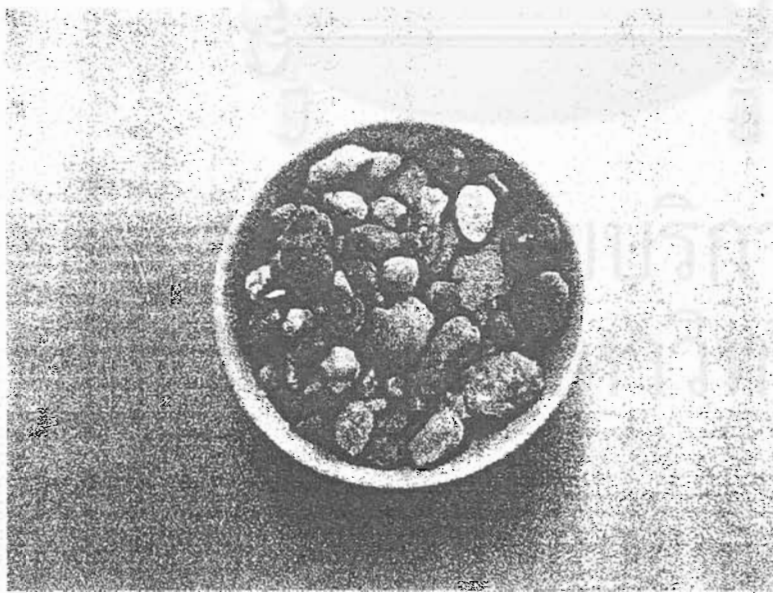
รูปที่ 3.21 เครื่องผสมอากาศ



รูปที่ 3.22 ทางเข้าแบบจำลอง (Inlet air chamber)



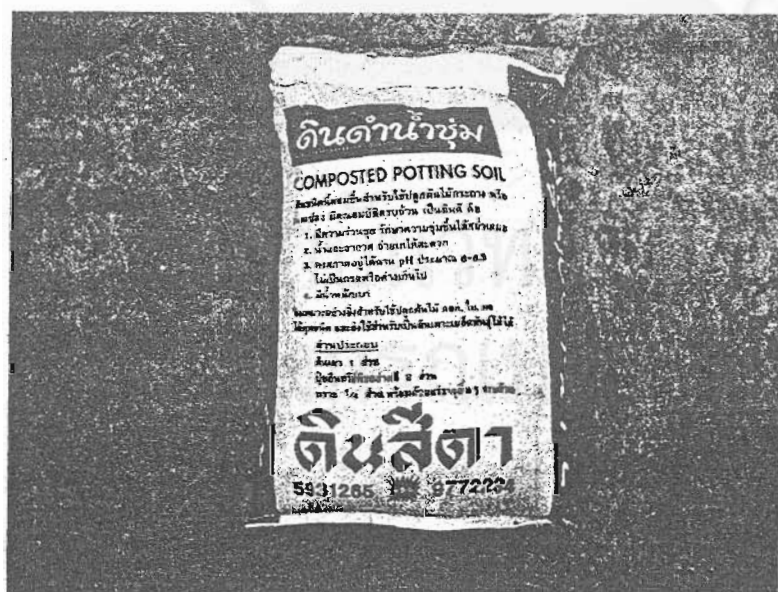
รูปที่ 3.23 Parlite คบเอียด



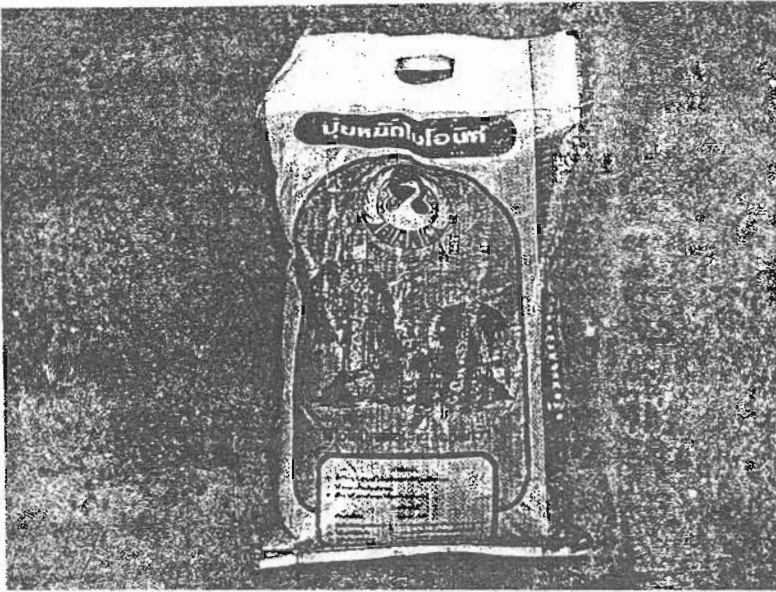
รูปที่ 3.24 Parlite หยาบ



รูปที่ 3.25 Perlite ละเอียด



รูปที่ 3.26 ดินสีดา



รูปที่ 3.27 ปุ๋ยหมัก



รูปที่ 3.28 ปุ๋ยคอก



รูปที่ 3.29 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด NOX กับคอมพิวเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

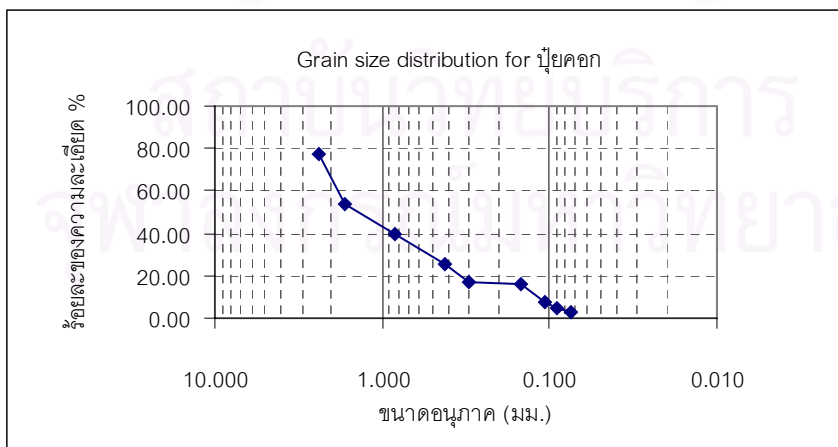
4.1 การศึกษาลักษณะของดินตัวกลาง

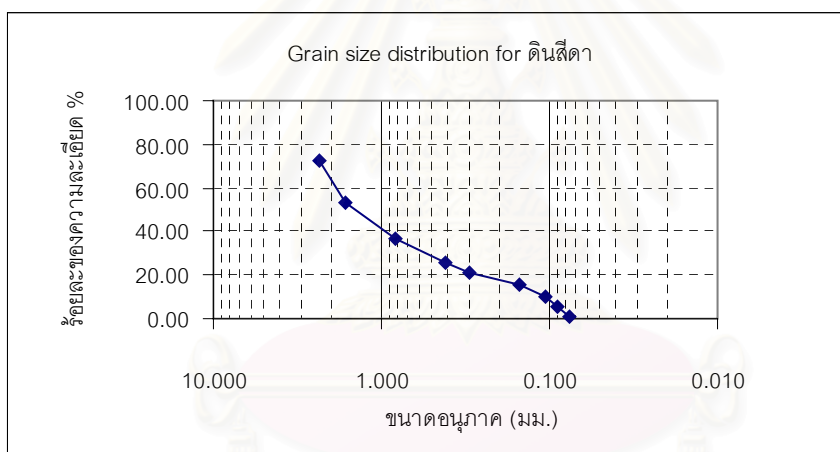
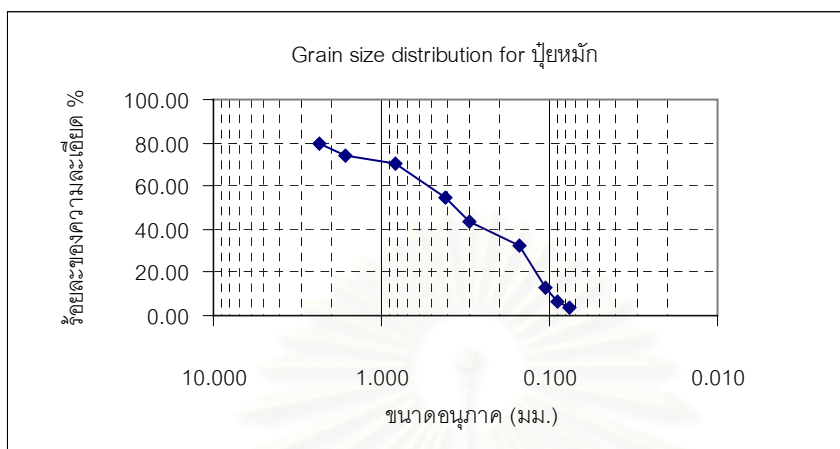
ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ใช้ดินและปุ๋ยเพื่อทดลองความเหมาะสมในการใช้เป็นตัวกลางของระบบ EAPS ดินที่ใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด คือ ดินสีดา ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก ซึ่งทำการเลือกโดยผู้ทำการวิจัย ซึ่งเกณฑ์เบื้องต้นที่ใช้เลือกได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญของบริษัท FUJITA Co. แนะนำว่าดินที่มีความเหมาะสมควรมีปริมาณไนโตรเจนและสารอินทรีย์ในดินเป็นปริมาณที่สูง พบว่าดินและปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณไนโตรเจนและสารอินทรีย์ในดิน มากพอเหมาะที่จะใช้กับระบบ EAPS

4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

4.1.1.1 การกระจายขนาดคละ (Size Distribution)

การทดสอบการกระจายขนาดคละ ของอนุภาคดินตัวกลาง 3 ชนิดที่นำมาศึกษากระทำตามวิธีมาตรฐาน ASTM D422 – 63 ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 4.1





รูปที่ 4.1 การกระจายตัวของอนุภาคดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด ปุ๋ยคอก,ปุ๋ยหมัก และดินสีดา

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยขนาดอนุภาคและสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ

Soil Type	D_{50} mm.	D_{60}/D_{10} (C_u)	Soil Classification
ปุ๋ยคอก	1.5	15	Well graded silty sand
ปุ๋ยหมัก	0.37	5.2	Well graded silty sand
ดินสีดา	1.5	20	Well graded silty sand

- ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคปุ๋ยคอก

พบว่า 22.76% ของอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่า 2.36 มม. (Sieve no. 8) มีลักษณะเป็นเม็ดแข็งคล้ายกรวด ปนกับก้อนแคลเซียม ส่วน 0.14% ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.075 มม. (Sieve no. 200) มีลักษณะเป็นผงละเอียดปนกับเส้นใยคล้ายหญ้าแห้งขนาดเล็ก ปุ๋ยคอกมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย (D_{50}) ประมาณ 1.5 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity, Cu) หรือค่า D_{60}/D_{10} ประมาณ 15 จัดว่าเป็นอนุภาคที่มีการกระจายที่ดี (Well Grade) เนื่องจาก Cu มากกว่า 4 – 6

- ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคปุ๋ยหมัก

พบว่า 20.11 % ของปุ๋ยหมักมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 2.36 มม. (Sieve no. 8) มีลักษณะเป็นเศษไม้เล็กๆ ไม่มีก้อนแคลเซียมปน ส่วนอนุภาคขนาดเล็กกว่า 0.075 มม. มีถึง 7.71 % มีลักษณะเป็นผงดินสีดำปนกับเศษเซลลูโลสของพืช ปุ๋ยหมักมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย D_{50} ประมาณ 0.37 มม. ค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอเท่ากับ 5.2 ยังจัดว่าอยู่ในช่วงอนุภาคละเอียด (Well Grade)

- ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคดินสีดำ

อนุภาคประมาณ 27.66 % ของดินสีดำมีขนาดใหญ่กว่า 2.36 มม. มีลักษณะเป็นกรวดปนเศษไม้และใยมะพร้าว มีก้อนแคลเซียมปนเล็กน้อย ส่วนขนาดเล็กกว่า 0.075 มม. มี 1.28 % เป็นผงดินสีดำ ดินสีดำมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย D_{50} ประมาณ 1.5 มม. ค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ เท่ากับ 20 จัดเป็นอนุภาคแบบละเอียด (Well Grade)

4.1.1.2 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Density)

ความถ่วงจำเพาะของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด พบว่า ดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิดมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าดินทั่วไป ที่ปกติจะมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.65 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิดมีส่วนประกอบที่มาจากเส้นใยพืชผสมอยู่ จึงเป็นผลให้ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าปกติ ความถ่วงจำเพาะของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิดแสดงในตารางที่ 4.2

4.1.1.3 ความเป็นกรด – ด่างของดินตัวกลาง (pH)

ค่าพีเอชของดินตัวกลางก่อนทำการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2 พีเอชในดินมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีในดินและการทำงานของจุลินทรีย์บางชนิด THOMAS (1967) ให้ข้อสังเกตว่า ถ้าพีเอชน้อยกว่า 4 จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าดินมีความเป็นกรดสูง จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลไฟด์ ในช่วงนี้ ถ้าพีเอชน้อยกว่า 5.5 เป็นไปได้สูงว่าจะมีอะลูมิเนียมที่พร้อมจะเกิดปฏิกิริยากับสารประกอบตัวอื่น ส่วนช่วงพีเอช 7.8 – 8.2 จะพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจะเกิดมากในช่วงนี้ จากการทดสอบวัดค่าพีเอชของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด พบว่าปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงนี้ จึงมีผลีก่อนแคลเซียมปรากฏอยู่ในดินตัวกลางทั้ง 2 ชนิดนี้ด้วย

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆของตัวกลางทั้ง 3 ชนิด ปุ๋ยคอก,ปุ๋ยหมัก และดินสีดำ

Soil Type	Org.Matter g/g	Permeability cm/s	pH	TKN-N % by W	NH4-N mg/kg	NO3-N mg/kg	ความถ่วงจำเพาะ
ปุ๋ยคอก	0.2737	3.79×10^{-3}	8.43	1.44	73.43	90.82	1.711
ปุ๋ยหมัก	0.1248	2.53×10^{-3}	8.50	0.64	55.36	50.94	1.841
ดินสีดำ	0.0373	1.79×10^{-2}	7.48	0.30	52.09	45.11	1.858

4.1.1.4 ค่าสารอินทรีย์ในดิน (Organic Content)

ค่าสารอินทรีย์ของดินตัวกลางทั้ง3ชนิด แสดงในตารางที่ 4.2 โดยค่าอินทรีย์วัตถุทำการวัดโดยวิธี Loss on ignition พบว่าปุ๋ยคอกเป็นดินตัวกลางที่มีปริมาณสารอินทรีย์มากที่สุดประมาณ 27.37% โดย น.น.ปุ๋ยหมักมี ปริมาณสารอินทรีย์เฉลี่ย 12.48% โดย น.น. ส่วนดินสีดำมี ปริมาณสารอินทรีย์เฉลี่ย 3.73% โดย น.น. ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักมี ปริมาณสารอินทรีย์ที่สูงกว่าดินธรรมดา เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักเป็นซากพืชและมวลจุลินทรีย์จึงไม่แปลกที่ค่าอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยคอกจะสูงกว่าดินทั่วไป

4.1.1.5 ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจน, ไนเตรท และแอมโมเนีย (TKN-N, NO₃-N, NH₄-N)

ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในดินจะมีเล็กน้อยแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของดิน โดยทั่วไปจะมี ไนโตรเจน ตั้งแต่ต่ำกว่า 0.02% (ในดินชั้นล่าง) ไปจนถึงมากกว่า 2.5% (ในดินชั้นบน) แต่สำหรับดินชั้นบนที่ใช้ในการทำสิกรรมจะมีไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.06 – 0.50% ไนโตรเจน

ที่มีอยู่ในดินส่วนใหญ่ (ประมาณ 95%) จะอยู่ในรูปอินทรีย์วัตถุประกอบด้วยส่วนที่เป็น Protein Amino Acid Complex Hexamin และสารประกอบที่ซับซ้อนรวมกันเรียกว่า อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) ส่วนที่เหลือจะอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ เช่น แอมโมเนียม (NH_4^+), ไนเตรท (NO_3^-) และไนไตรท์ (NO_2^-) ผลการทดลองวัดปริมาณไนโตรเจนของดินตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าปุ๋ยคอกเป็นดินตัวอย่างที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดในทุกรูปไม่ว่าจะรูปของ อินทรีย์ไนโตรเจน หรือ อนินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นเช่นนี้น่าจะเนื่องมาจากปุ๋ยคอกมีส่วนประกอบของเซลลูโลสจากพืชและมวลจุลินทรีย์มากกว่าดินตัวอย่างชนิดอื่นส่วนประกอบของอินทรีย์ไนโตรเจนในพืช เมื่อผ่านกระบวนการ mineralization จะเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียและไนเตรท จึงส่งผลทำให้อินทรีย์ไนโตรเจนมีค่าสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.3 สัมประสิทธิ์การซึมได้ของดินชนิดต่างๆ

ชนิดของดิน	ช่วงของขนาดอนุภาคเม็ดดิน		ขนาดประสิทธิผล D_{10} mm.	ส.ป.ส. ความซึมได้, K		
	D_{max} mm.	D_{min} mm.		ฟุต/ปี	ฟุต/เดือน	ซม./วินาที
Uniform, coarse sand	2	0.5	0.6	0.4×10^6	0.4×10^5	0.4
Uniform, medium sand	0.5	0.25	0.3	0.1×10^6	0.1×10^5	0.1
Clean, well-graded sand and gravel	10	0.05	0.1	0.01×10^6	0.01×10^5	0.01
Uniform, fine sand	0.25	0.05	0.06	4000	400	40×10^{-4}
Well-graded, silty sand and gravel	5	0.01	0.02	400	40	4×10^{-4}
Silty sand	2	0.005	0.01	100	10	1×10^{-4}
Uniform silt	0.05	0.005	0.006	50	5	0.5×10^{-4}
Sandy clay	1	0.001	0.002	5	0.5	0.05×10^{-4}
Silty clay	0.05	0.001	0.0015	1	0.1	0.01×10^{-4}
Clay (30-50% clay sizes)	0.05	0.0005	0.0008	0.1	0.01	0.001×10^{-4}
Colloidal clay	0.01	10A _o	40A ^o	0.001	1×10^{-4}	1×10^{-9}

K.B.Hough, Basic Soil Engineering, Copyright 1957, Ronald Press, New York.

4.1.1.6 ความสามารถในการซึมผ่านได้ (Permeability)

ความสามารถในการซึมผ่านได้ของดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ (Permeability Coefficient, K) ปุ๋ยคอกมีค่าเฉลี่ย 3.97×10^{-3} ซม./วินาที ปุ๋ยหมักมีค่า K เฉลี่ย 2.57×10^{-3} ซม./วินาที ส่วนดินสีดามีค่า K เฉลี่ย 1.79×10^{-2} ซม./วินาที พบว่าปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกมีค่า K ใกล้กันส่วนดินสีดามีค่า K มากที่สุดเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดินทั้ง 3 มาเทียบในตาราง 4.3 จะพบว่าดินทั้ง 3 อยู่ในช่วงระหว่างดินชนิด Clean, Well-graded sand and gravel และ Uniform, fine sand ที่มีค่า K อยู่ในช่วง $4 \times 10^{-3} - 0.01$ ซม./วินาที

4.2 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากระบบ EAPS (High Concentration Test)

การทดลองในช่วงนี้จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO และ NO₂ ในกระแสไอเสียจากระบบโดยใช้แบบจำลองระบบ EAPS เปลี่ยนดินตัวกลาง 3 ชนิด ซึ่งความเข้มข้นของก๊าซ NO_x ในไอเสียจะอยู่ในช่วง 2 – 4 ppm (หลังจากผสมกับอากาศ ในเครื่องผสมอากาศแล้ว) สูงเกินค่าสูงสุดที่อ่านได้ของเครื่องวัดแบบต่อเนื่องจึงทำการวัดค่าความเข้มข้นโดยใช้เครื่องวัดแบบ hand pump และหลอดวัดค่าความเข้มข้น (Detector tube) เก็บตัวอย่างที่ทางเข้าและทางออกของระบบ ที่เวลา 30 และ 60 นาทีหลังจากเริ่มทำการทดสอบจะได้ผลการทดสอบดินตัวกลางแต่ละชนิดดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ส่วนตารางที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน รูปต่างๆในดินตัวกลาง ก่อนและหลังผ่านมลพิษจากระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบ EAPS กับมลพิษจากรถยนต์โดยใช้ปุ๋ยคอกเป็นดินตัวกลาง

Soil	Date	30 minute				60 minute				Removal Efficiency %				P-loss mmH2O
		Inlet (ppm)		Outlet (ppm)		Inlet (ppm)		Outlet (ppm)		30 min.		60 min.		
		NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	
ปุ๋ยคอก	1	5	1.7	2	0	5	2	3	0	60.0	100.0	40.0	100.0	56
	2	2.2	0.5	1.5	0	2	0.5	1.7	0	31.8	100.0	15.0	100.0	52
	3	3	1.5	1.8	0	3	1.5	1.5	0	40.0	100.0	50.0	100.0	40
	4	3	1.2	1.5	0	3.5	1.5	1.7	0	50.0	100.0	51.4	100.0	40
	5	3	1	1	0	3	1.2	1.5	0	66.7	100.0	50.0	100.0	38
	6	3.5	1	1	0	4	1.2	1.5	0	71.4	100.0	62.5	100.0	36
	7	3.5	1.2	1.5	0	3.2	1.2	1.2	0	57.1	100.0	62.5	100.0	42
	8	3	1	1.2	0	3.8	1	1.5	0	60.0	100.0	60.5	100.0	45
	9	3.5	1	1.2	0	3.8	1.5	1.5	0	65.7	100.0	60.5	100.0	47
	10	3.5	1	1.8	0	3.5	1.2	1.5	0	48.6	100.0	57.1	100.0	40
	11	3.5	1	1.5	0	3.8	1.5	1.8	0	57.1	100.0	52.6	100.0	38
	12	4	1.5	1.5	0	3.8	1.5	1.5	0	62.5	100.0	60.5	100.0	41
	13	3.8	1.5	1.5	0	3.5	1.5	1.5	0	60.5	100.0	57.1	100.0	44
	14	3.5	1.5	1.8	0	3.8	1.5	1.8	0	48.6	100.0	52.6	100.0	39
	15	2.2	1.2	1	0	3.8	1.5	1.8	0	54.5	100.0	52.6	100.0	36
	16	2.5	1.2	1	0	3.5	1.2	1.8	0	60.0	100.0	48.6	100.0	44
	17	2.5	1	1	0	3	1	1.5	0	60.0	100.0	50.0	100.0	41
	18	3.5	1.5	1.5	0	4	1.2	1.5	0	57.1	100.0	62.5	100.0	40
	19	3	1.2	1	0	3.8	1.5	1.2	0	66.7	100.0	68.4	100.0	37
	20	3.5	1	1.5	0	3.8	1.2	1.5	0	57.1	100.0	60.5	100.0	36
Avg.										56.7	100.0	53.7	100.0	41.6
SD.										9.3	0.0	11.2	0.0	5.2

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบระบบ EAPS กับมลพิษจากรถยนต์โดยใช้ปุ๋ยหมักเป็นดินตัวกลาง

Soil Type	Date	30 minute				60 minute				Removal Efficiency %				P-loss mmH2O
		Inlet (ppm)		Outlet (ppm)		Inlet (ppm)		Outlet (ppm)		30 min		60 min		
		NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	
ปุ๋ยหมัก	1	2.7	1.5	1	0	3	1.2	1.5	0	63.0	100.0	50.0	100.0	62.0
	2	3	1.2	1.8	0	3.3	1.5	1.8	0	40.0	100.0	45.5	100.0	52.0
	3	3.3	1.2	2	0	3.5	1.2	2	0	39.4	100.0	42.9	100.0	60.0
	4	2.5	1	1.7	0	3.3	1.2	2	0	32.0	100.0	39.4	100.0	58.0
	5	3.5	1.5	2	0	3.3	1.5	1.8	0	42.9	100.0	45.5	100.0	48.0
	6	2.5	1.5	1	0	3	1.5	1.2	0	60.0	100.0	60.0	100.0	63.0
	7	3.7	1.7	1.8	0	3.5	1.5	2.2	0	51.4	100.0	37.1	100.0	59.0
	8	3.5	1.2	2.5	0	3.3	1.5	2	0	28.6	100.0	39.4	100.0	67.0
	9	2.2	1	1	0	2.7	1.2	1.5	0	54.5	100.0	44.4	100.0	73.0
	10	3.3	1.2	2	0	3.5	1.5	2	0	39.4	100.0	42.9	100.0	69.0
	11	3.4	1.3	2	0	3.2	1.5	2	0	41.2	100.0	37.5	100.0	72.0
	12	2.7	1.2	1.2	0	3.5	1.7	1.5	0	55.6	100.0	57.1	100.0	71.0
	13	3	1.5	1.7	0	3.3	1.2	2	0	43.3	100.0	39.4	100.0	65.0
	14	3.5	1.7	1.5	0	3.3	1.5	2.2	0	57.1	100.0	33.3	100.0	70.0
	15	2.5	1.2	1.5	0	3	1.2	1.5	0	40.0	100.0	50.0	100.0	73.0
	16	3.2	1.5	1.7	0	3.5	1.2	2	0	46.9	100.0	42.9	100.0	68.0
	17	2.7	1.5	1.5	0	3.2	1.5	2.2	0	44.4	100.0	31.3	100.0	67.0
	18	3.3	1.2	1.8	0	3.5	1.5	1.8	0	45.5	100.0	48.6	100.0	72.0
	19	3	1.5	1.8	0	3.3	1.5	2	0	40.0	100.0	39.4	100.0	69.0
	20	3.7	2	2	0	3.5	1.7	2.2	0	45.9	100.0	37.1	100.0	75.0
Avg.										45.6	100.0	43.2	100.0	65.7
SD.										9.0	0.0	7.3	0.0	7.3

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบระบบ EAPS กับมลพิษจากรถยนต์โดยใช้ดินสีดาเป็นดินตัวกลาง

Soil Type	Date	30 minute				60 minute				Removal Efficiency %				P-loss mmH2O
		Inlet (ppm)		Outlet (ppm)		Inlet (ppm)		Outlet (ppm)		30 min.		60 min.		
		NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	
ดินสีดา	1	5	1.7	2	0	5	2	3	0	60.0	100.0	40.0	100.0	40.0
	2	1.5	0.5	0.3	0	1.7	0.7	0.5	0	80.0	100.0	70.6	100.0	30.0
	3	3	0.7	0.7	0	2.8	0.7	0.7	0	76.7	100.0	75.0	100.0	24.0
	4	3	1	1	0	3	0.8	1.2	0	66.7	100.0	60.0	100.0	24.0
	5	3.5	1	1	0	3.5	1.2	1.5	0	71.4	100.0	57.1	100.0	26.0
	6	4	1.5	1.8	0	3.8	1.2	1.8	0	55.0	100.0	52.6	100.0	24.0
	7	3	1	1	0	3.5	1	1	0	66.7	100.0	71.4	100.0	28.0
	8	4	1.5	1.8	0	4	1.5	1.5	0	55.0	100.0	62.5	100.0	26.0
	9	3.5	1	1.8	0	3.8	1.2	1.8	0	48.6	100.0	52.6	100.0	25.0
	10	3.5	1	1.5	0	3	1.8	1.2	0	57.1	100.0	60.0	100.0	26.0
	11	3	1	1.5	0	3.5	1.2	1.8	0	50.0	100.0	48.6	100.0	28.0
	12	3.8	1.5	1.5	0	3.5	1.5	1.2	0	60.5	100.0	65.7	100.0	30.0
	13	3.5	1	1.8	0	3.8	1.5	1.5	0	48.6	100.0	60.5	100.0	28.0
	14	3.8	1.2	2	0	4	1.5	2.2	0	47.4	100.0	45.0	100.0	30.0
	15	2.5	1.2	1	0	3.8	1.5	1.5	0	60.0	100.0	60.5	100.0	28.0
	16	3.5	1.5	1.8	0	3.8	1.2	1.8	0	48.6	100.0	52.6	100.0	30.0
	17	3.5	1.2	1.5	0	4	1.2	1.8	0	57.1	100.0	55.0	100.0	31.0
	18	3	1.2	1.5	0	3.5	1	1.5	0	50.0	100.0	57.1	100.0	30.0
	19	3.5	1	1	0	3.5	1	1.5	0	71.4	100.0	57.1	100.0	32.0
	20	3.5	1.2	1	0	3.8	1.5	1.2	0	71.4	100.0	68.4	100.0	35.0
Avg.										60.1	100.0	58.6	100.0	28.8
SD.										10.2	0.0	8.9	0.0	3.9

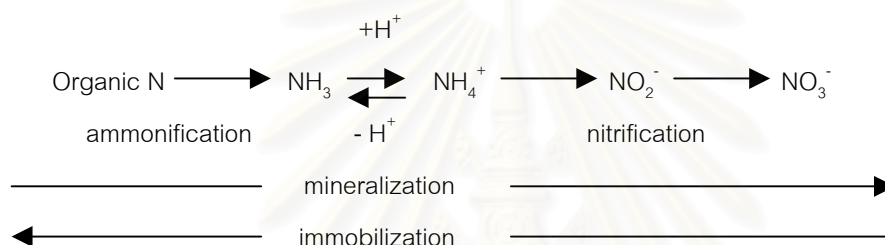
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรูปต่างๆในดินตัวกลางก่อนและหลังผ่านมลพิษจากรถยนต์

Sample No.	Soil Type	ก่อนการทดสอบ			หลังการทดสอบ		
		TKN %(by W)	NH4-N(mg/kg)	NO3-N(mg/kg)	TKN %(by W)	NH4-N(mg/kg)	NO3-N(mg/kg)
1	ปุ๋ยคอก	1.32	76.89	106.12	1.41	31.04	137.31
2		1.34	79.11	86.33	1.42	53.22	145.90
3		1.21	69.20	92.86	1.40	46.39	147.54
	Average.	1.29	75.07	95.10	1.41	43.55	143.58
	SD.	0.070	5.20	10.08	0.01	11.36	5.49
4	ดินสีดำ	0.35	49.90	71.70	0.27	29.60	127.95
5		0.28	41.60	28.68	0.28	21.17	145.90
6		0.31	62.40	43.02	0.27	32.35	116.72
	Average.	0.31	51.30	47.80	0.27	27.71	130.19
	SD.	0.04	10.47	21.90	0.01	5.83	14.72
7	ปุ๋ยหมัก	0.62	55.61	48.26	0.41	35.24	125.26
8		0.54	62.31	45.62	0.56	25.85	159.24
9		0.57	43.25	63.45	0.52	42.52	134.25
	Average.	0.58	53.72	52.44	0.50	34.54	139.58
	SD.	0.04	9.67	9.62	0.08	8.36	17.61

ในการทดสอบครั้งแรกตั้งจุดดูด (Suction Point) ห่างจากท่อไอเสีย เป็นระยะ 40 ซม. วัดค่าความเข้มข้นที่ทางเข้า (Inlet) ของระบบ พบว่าค่า NO_x สูงถึง 5 ppm ซึ่งเต็มขีดวัดของ Detector tube พอดี ในวันต่อมาจึงต้องมีการปรับระยะระหว่างจุดดูดกับท่อไอเสีย ให้เป็น 60 ซม. จึงได้ความเข้มข้นที่ทางเข้าประมาณ 2 – 4 ppm จากผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ของระบบโดยใช้ดินสีดำและปุ๋ยคอกมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 58% แต่ค่าความดันลดที่เกิดขึ้นจากปุ๋ยคอกจะมีค่าสูงกว่า ส่วนระบบที่ใช้ปุ๋ยหมักเป็นดินตัวกลางจะมีประสิทธิภาพการกำจัดต่ำที่สุด ประมาณ 45.6 % และมีค่าความดันลดเกิดขึ้นมากถึง 65 mmH_2O แต่ประสิทธิภาพการกำจัด NO_2 ของทุกตัวกลางจะเท่ากับ 100 % เท่ากันที่เป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจาก NO_2 จะแตกตัวไปเป็น NO เมื่อถูกแสงแดดจึงทำให้ปริมาณ NO_2 ที่ทางออกของระบบลดลงจากปกติ จากสาเหตุนี้แสดงให้เห็นได้ชัดว่าการกำจัด NO_2 สามารถทำได้ง่ายกว่าการกำจัด NO ประสิทธิภาพการกำจัด

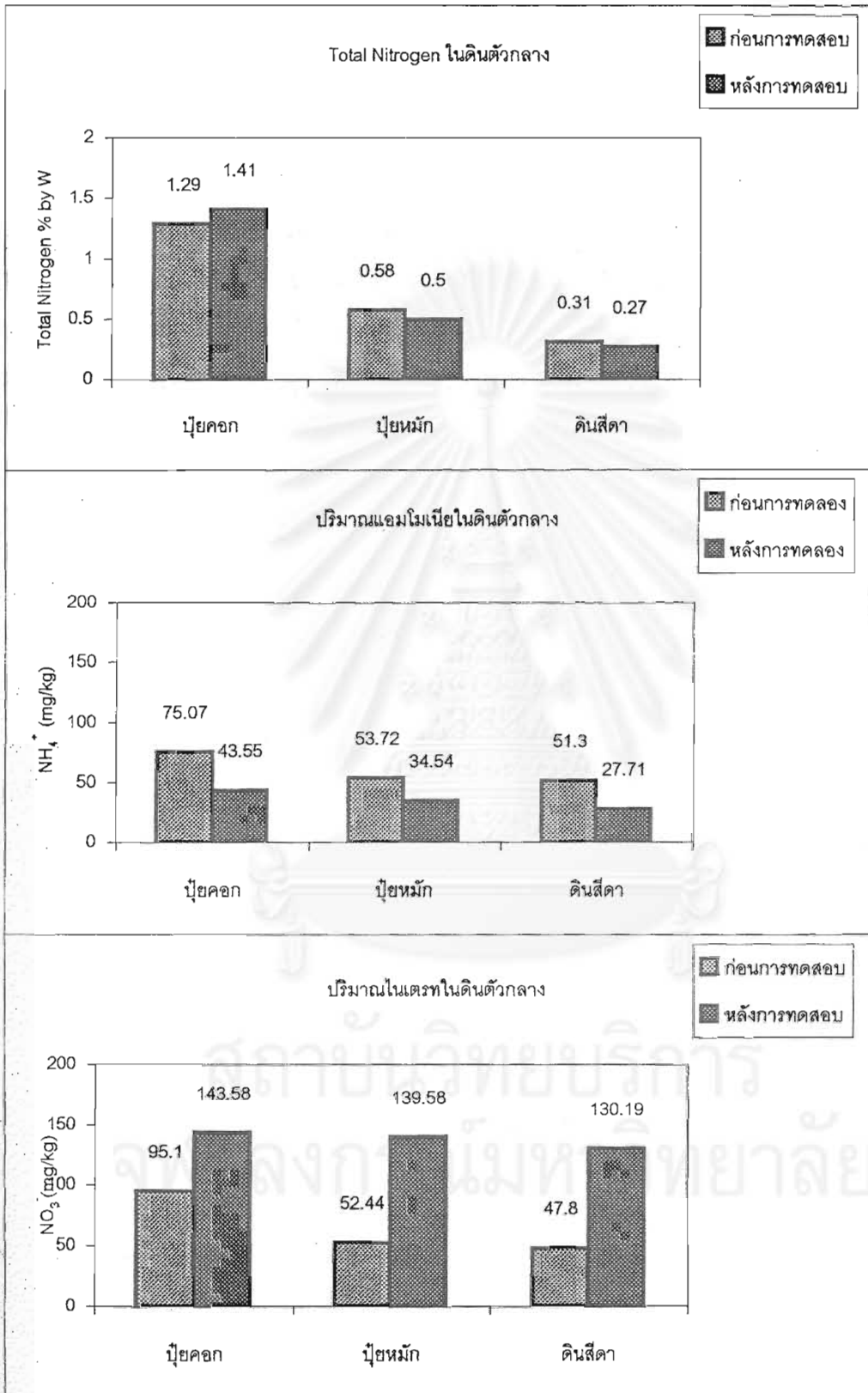
NO_x จึงขึ้นกับปริมาณ NO_2 ที่มีอยู่ในกระแสลมพิษเป็นหลัก พิจารณาผลการทดสอบดินตัวกลาง ทั้ง 3 ชนิดหลังการผ่านมลพิษในตารางที่ 4.7 พบว่า ปริมาณไนเตรทในดินทั้ง 3 ชนิด มีค่าเพิ่มจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจาก ก๊าซ NO_2 ละลายน้ำและเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรทสะสมในดินและมีส่วนที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนรูปแอมโมเนียเป็นไนเตรทจากกระบวนการ Mineralization ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดิน ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ พบว่ามีเพียงปุ๋ยคอกเท่านั้นที่มีปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนดินสีดาและปุ๋ยหมัก พบว่าค่าเฉลี่ยของที่เคเอ็นไนโตรเจนลดลงเล็กน้อย ส่วนปริมาณแอมโมเนียในดินทั้ง 3 ชนิด ลดลงหลังจากการทดลองผ่านก๊าซมลพิษ สามารถอธิบายได้จากกระบวนการ Mineralization ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน

กระบวนการ Oxidize NH_4^+ ไปเป็น NO_3^- เกิดได้จากจุลชีพจำพวก ใช้ O_2 (Aerobic) การทดลองผ่านก๊าซมลพิษมีการให้อากาศผสมก๊าซมลพิษเป็นจำนวนมากเท่ากับเป็นการให้ O_2 ในปริมาณที่มากเกินไปกับระบบ จึงทำให้ NH_4^+ บางส่วนเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท

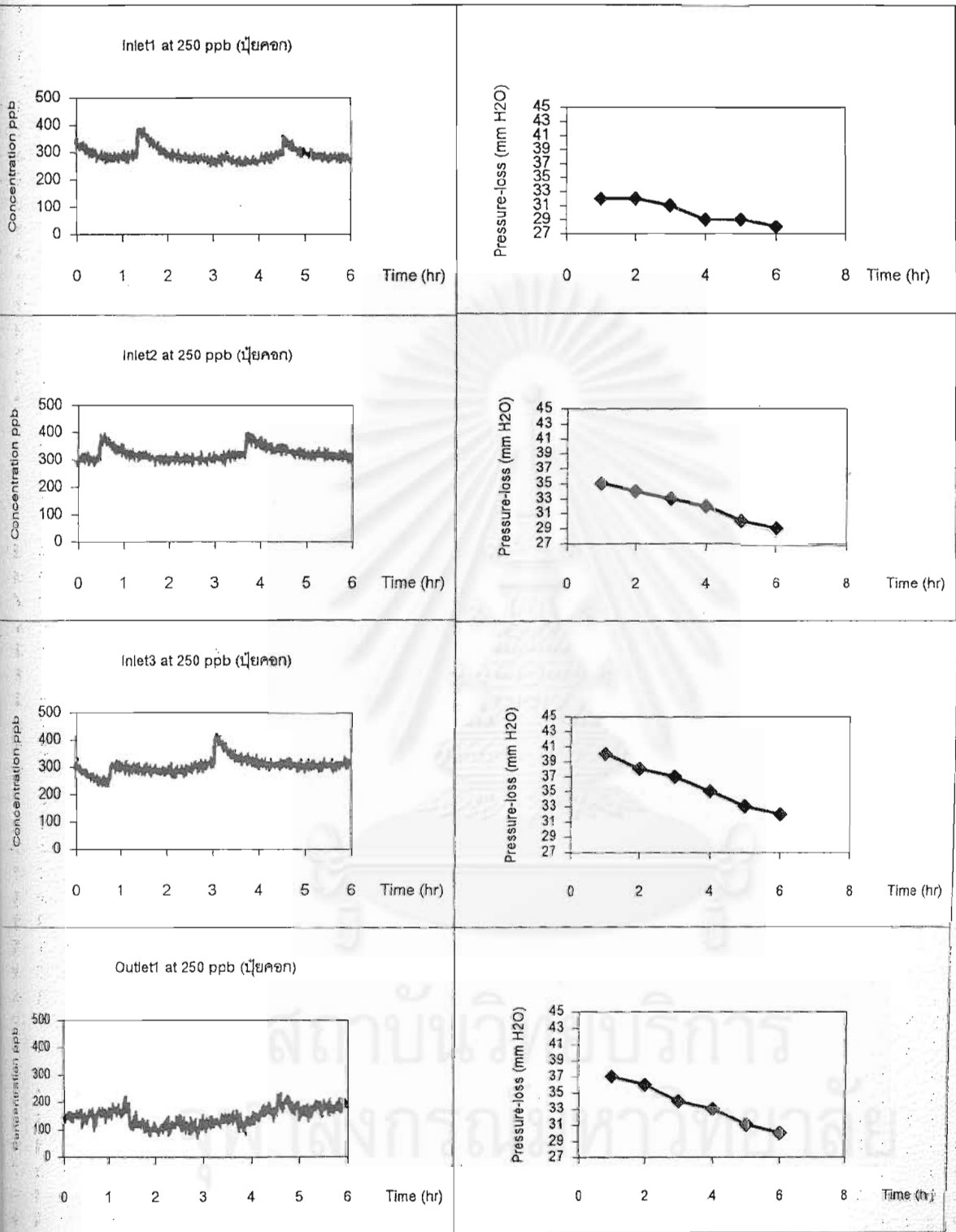
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



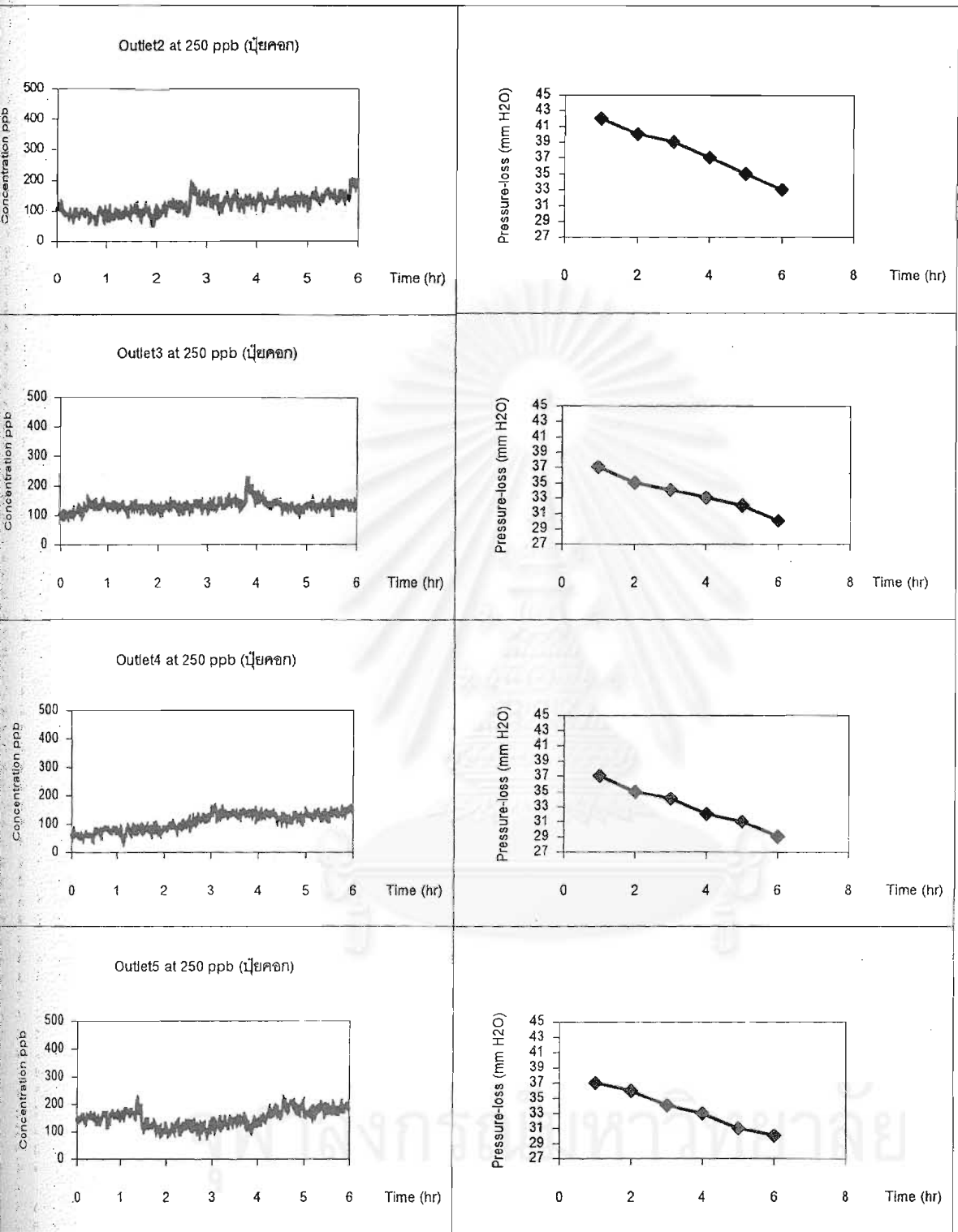
รูป 4.2 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนรูปต่างๆ ในดินตัวกลางหลังผ่านการทดสอบมลพิษจากรถยนต์

4.3 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษสังเคราะห์ของระบบ EAPS (Low concentration test)

การทดลองในช่วงนี้เป็นการทดสอบระบบ EAPS ที่ใช้ดินเป็นตัวกลางทั้ง 3 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมักและดินสีดากับมลพิษสังเคราะห์ โดยมลพิษสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เข้มข้น 800 ppm balance with N₂ ต่อเข้ากับเครื่องผสมอากาศ โดยเครื่องสุบลมซึ่งสูบลมอากาศมาผสมในอัตรา 60 ล./นาที แล้วจึงปล่อยให้มลพิษสังเคราะห์เข้าสู่ทางเข้าของแบบจำลอง (inlet chamber) โดยที่ความเข้มข้นที่ศึกษาแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ 250, 500 และ 750 ppb ตามลำดับ การควบคุมความเข้มข้นในทางเข้าของแบบจำลอง ทำได้โดยการปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลระหว่างถังเก็บก๊าซกับเครื่องผสมอากาศ โดยอ่านค่าความเข้มข้นของ NO จากเครื่อง NO_x Analyzer ที่ต่อเข้ากับทางเข้าของแบบจำลอง รวณค่าความเข้มข้นตามต้องการแล้วจึงเริ่มเก็บข้อมูลต่อเนื่อง 6 ชั่วโมง เนื่องจากเครื่อง NO_x Analyzer มีเพียงเครื่องเดียว การวัดค่าความเข้มข้นจึงจำเป็นต้องวัดเฉพาะที่ทางเข้าหรือทางออกเท่านั้น ไม่สามารถวัดพร้อมกันได้ ในการทดลองจึงวัดค่าความเข้มข้นที่ทางเข้าระบบ 3 ครั้ง เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นที่ทางเข้าระบบ และวัดค่าความเข้มข้นที่ทางออก 7 ครั้ง เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่ทางออก และประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำของระบบ EAPS

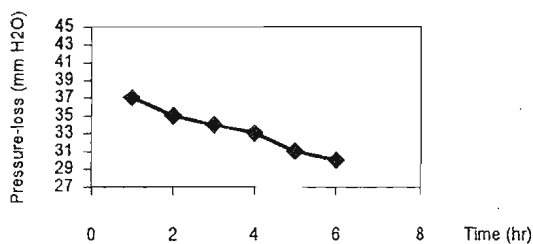
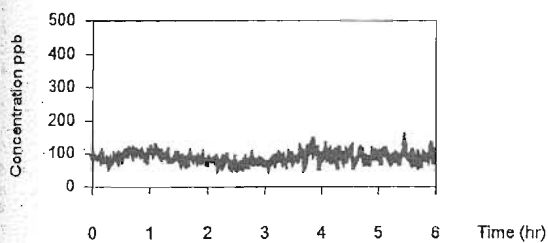


รูปที่ 4.4 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองป้อนคอกชุดการทดลองที่ 1

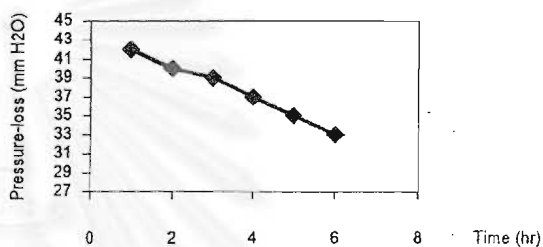
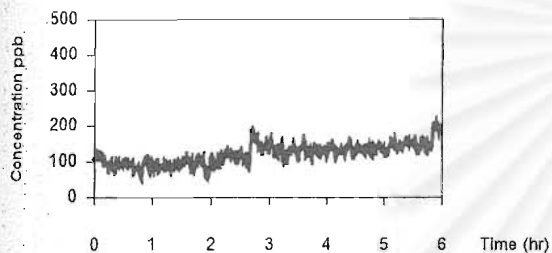


รูปที่ 4.4 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปั๊มออกชุดการทดลองที่ 1 (ต่อ)

Outlet6 at 250 ppb (น้ยมคอก)

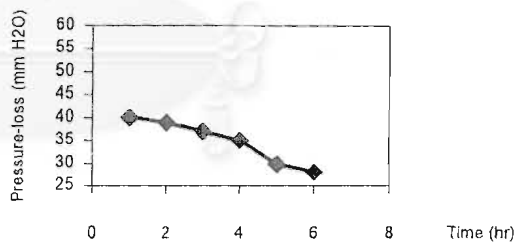
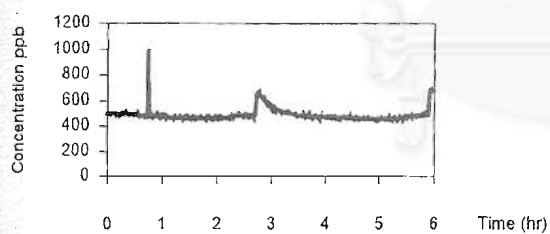


Outlet7 at 250 ppb (น้ยมคอก)

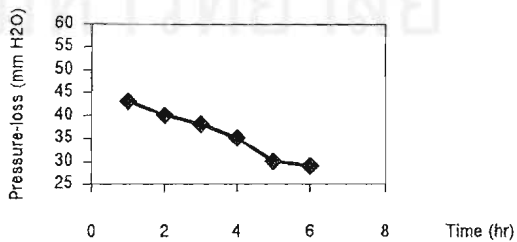
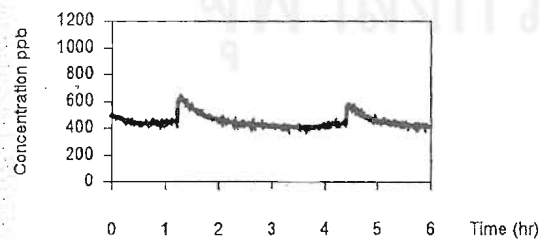


รูปที่ 4.4 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองน้ยมคอกชุดการทดลองที่1 (ต่อ)

Inlet1 at 500 ppb (น้ยมคอก)

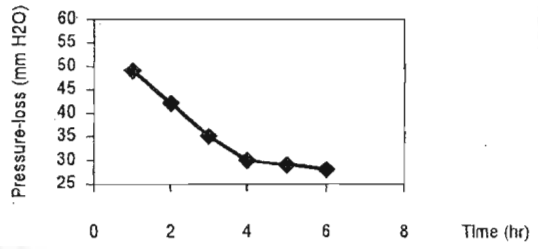
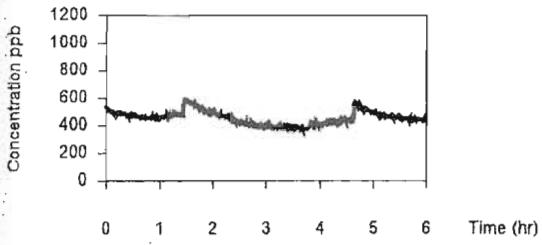


Inlet2 at 500 ppb (น้ยมคอก)

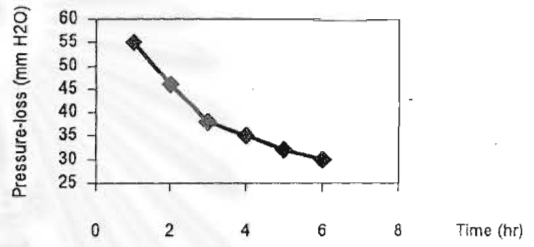
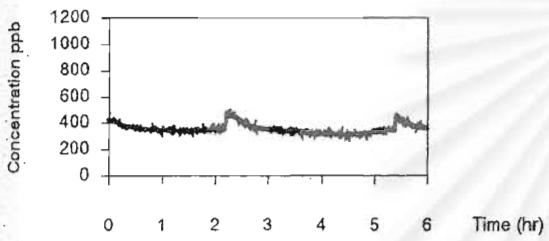


รูปที่ 4.5 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองน้ยมคอกชุดการทดลองที่2

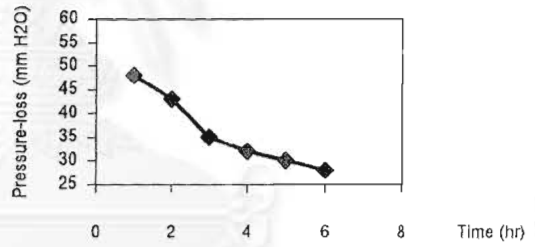
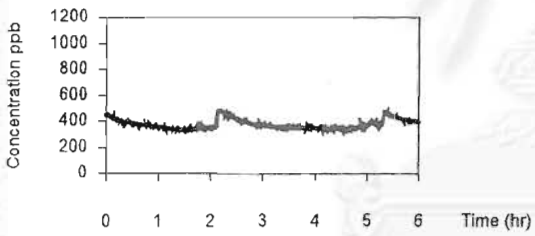
Inlet3 at 500 ppb (น้ํายคอก)



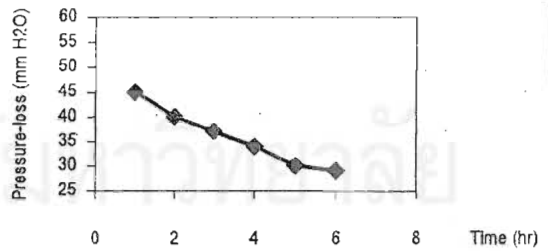
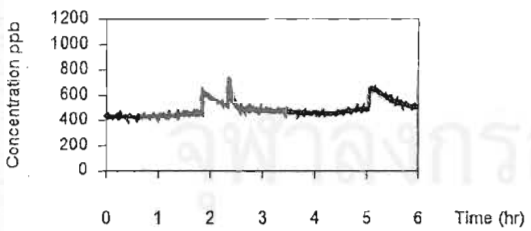
Outlet1 at 500 ppb (น้ํายคอก)



Outlet2 at 500 ppb (น้ํายคอก)

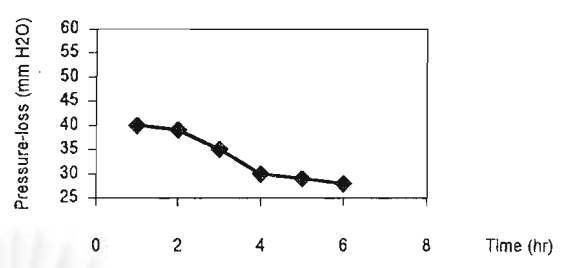
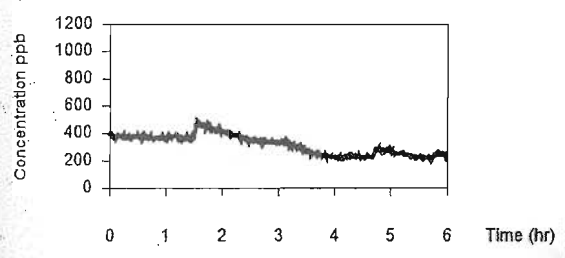


Outlet3 at 500 ppb (น้ํายคอก)

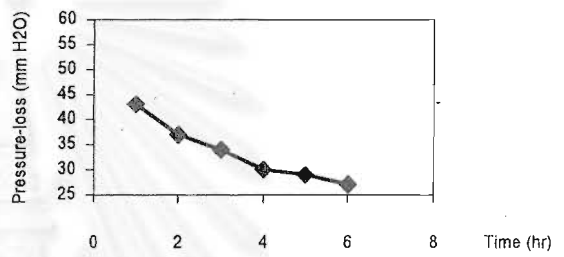
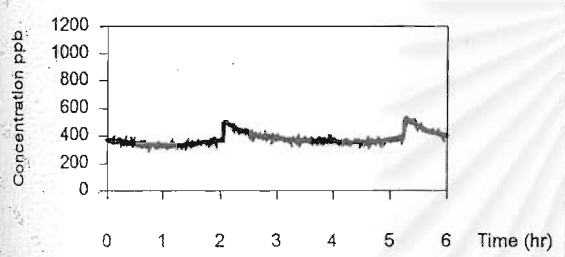


รูปที่ 4.5 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองน้ํายคอกชุดการทดลองที่2 (ต่อ)

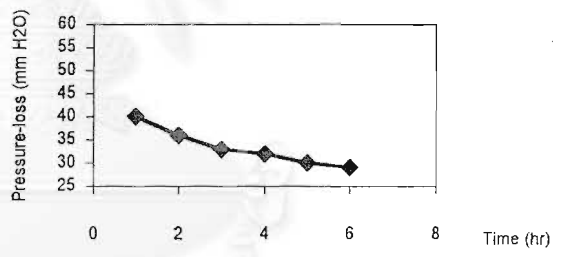
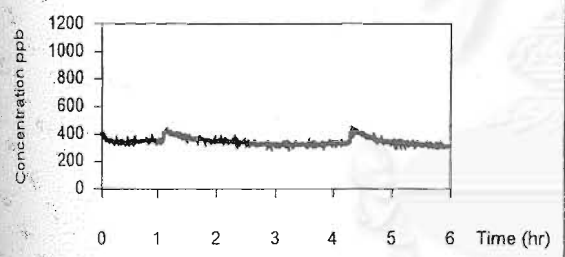
Outlet4 at 500 ppb (ปุ๋ยคอก)



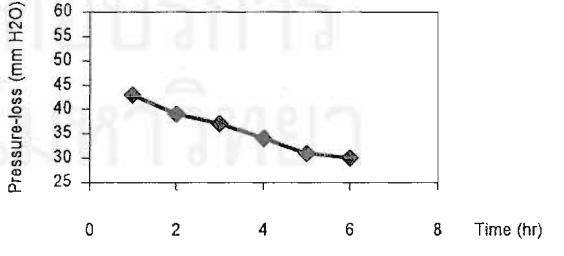
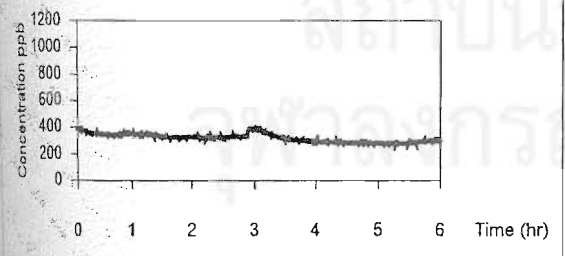
Outlet5 at 500 ppb (ปุ๋ยคอก)



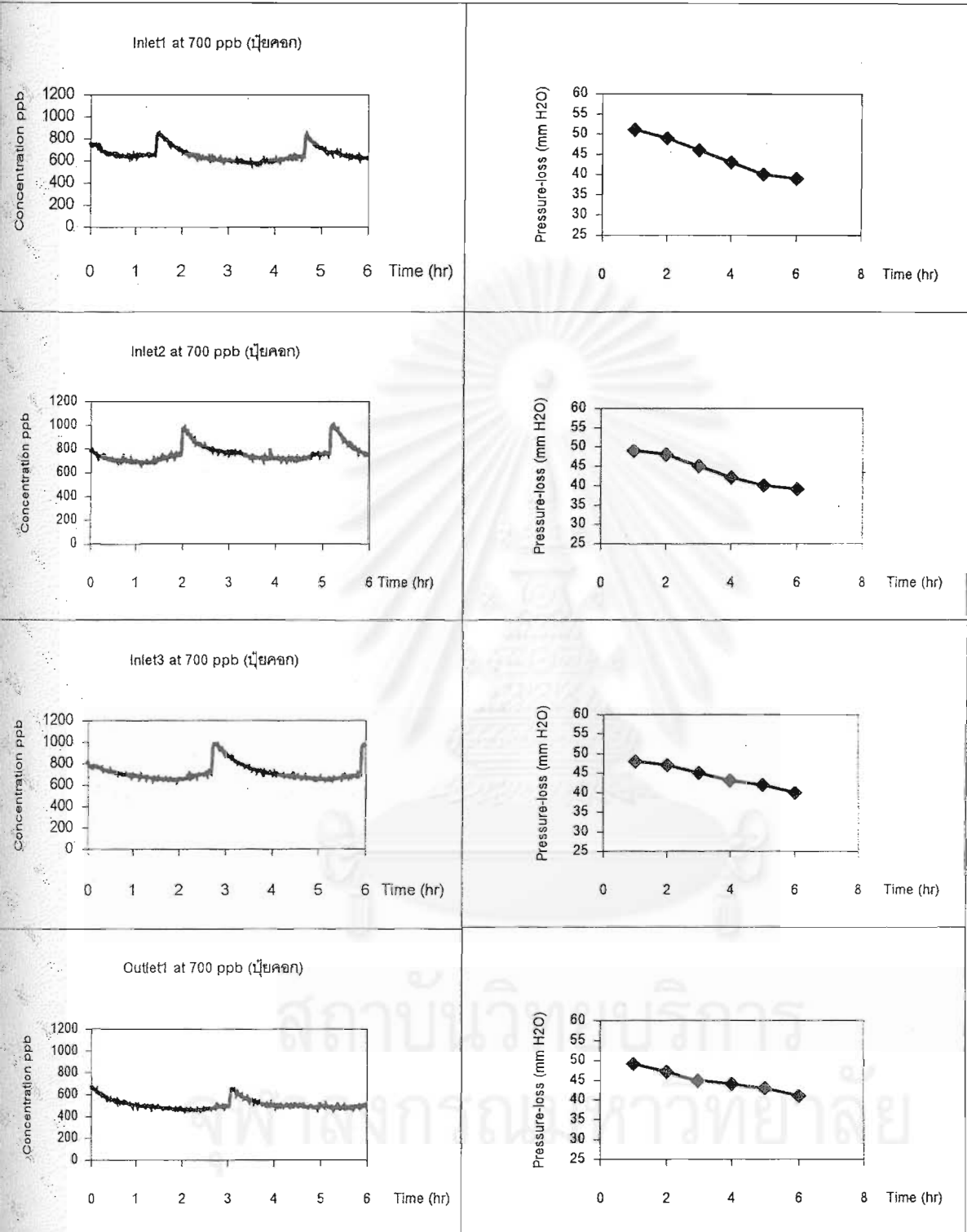
Outlet6 at 500 ppb (ปุ๋ยคอก)



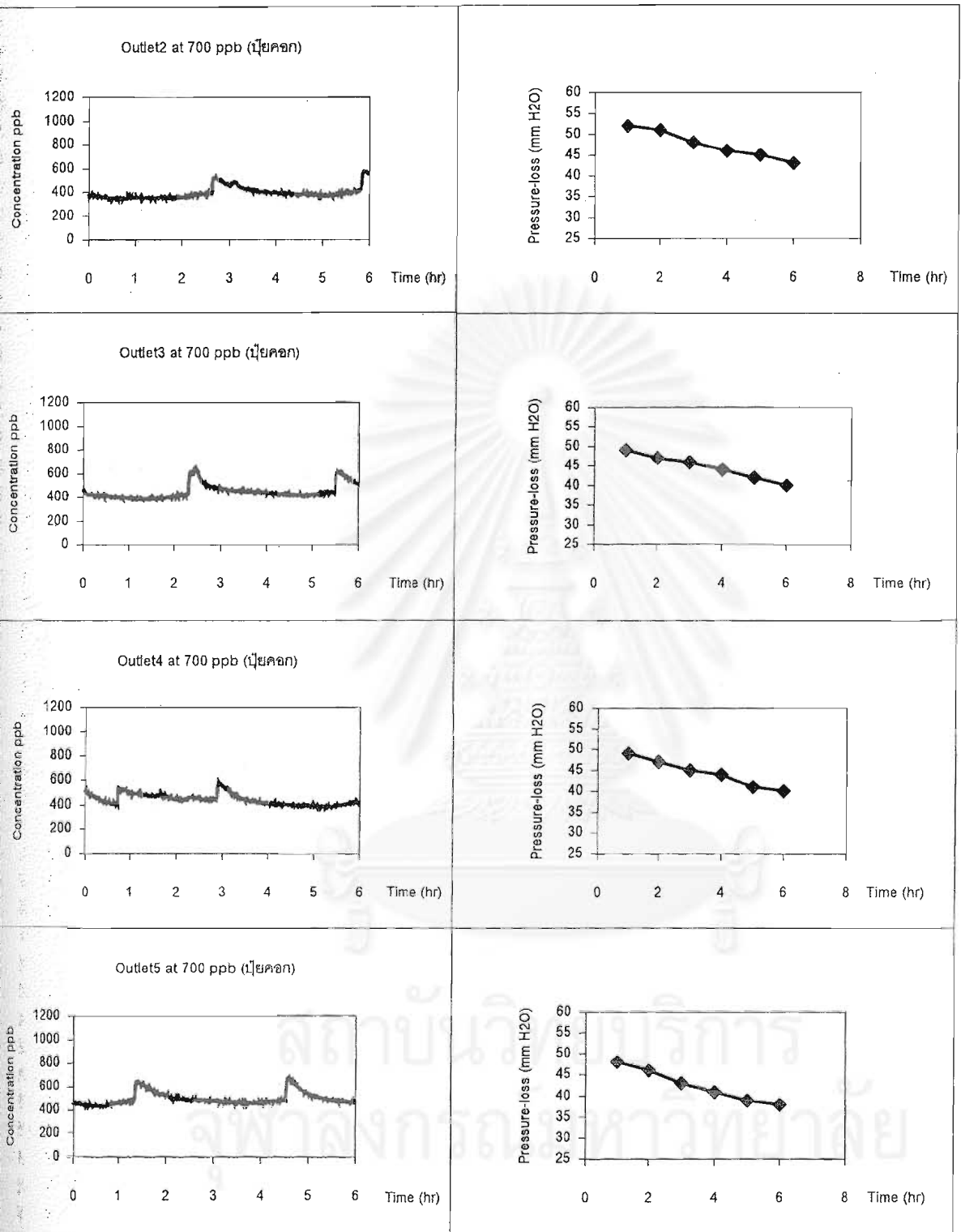
Outlet7 at 500 ppb (ปุ๋ยคอก)



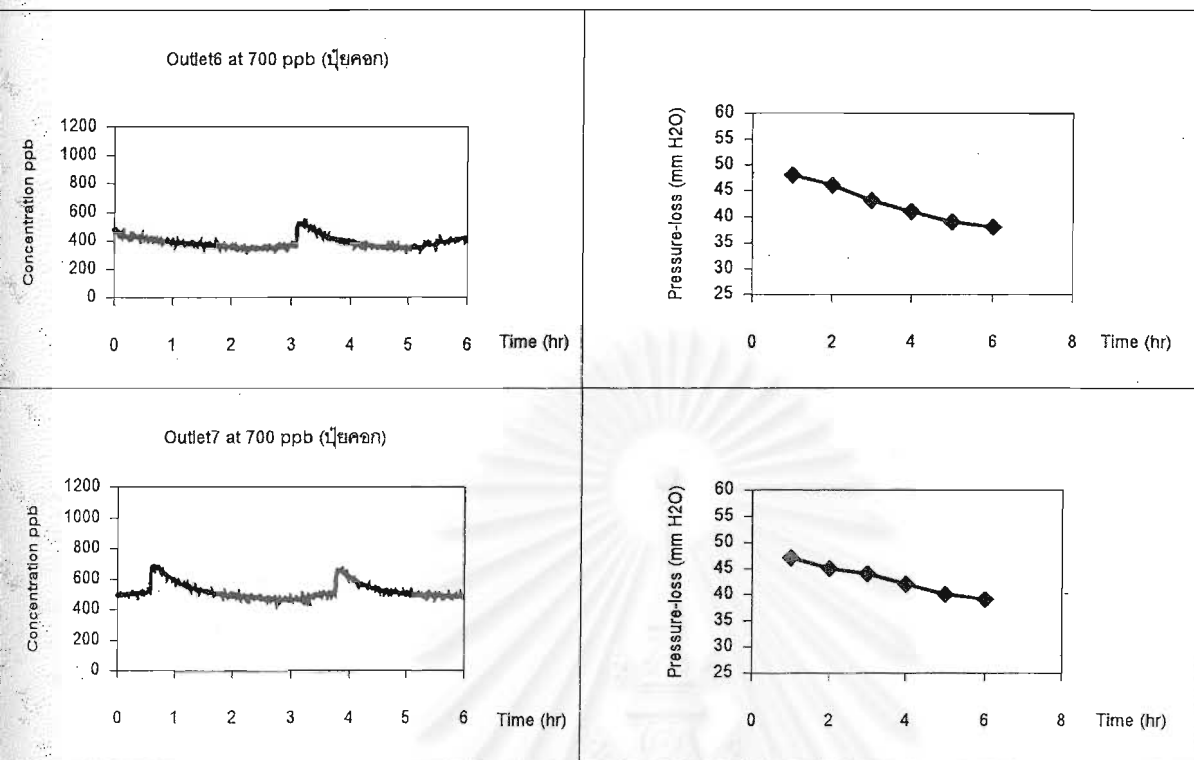
รูปที่ 4.5 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปุ๋ยคอกชุดการทดลองที่2 (ต่อ)



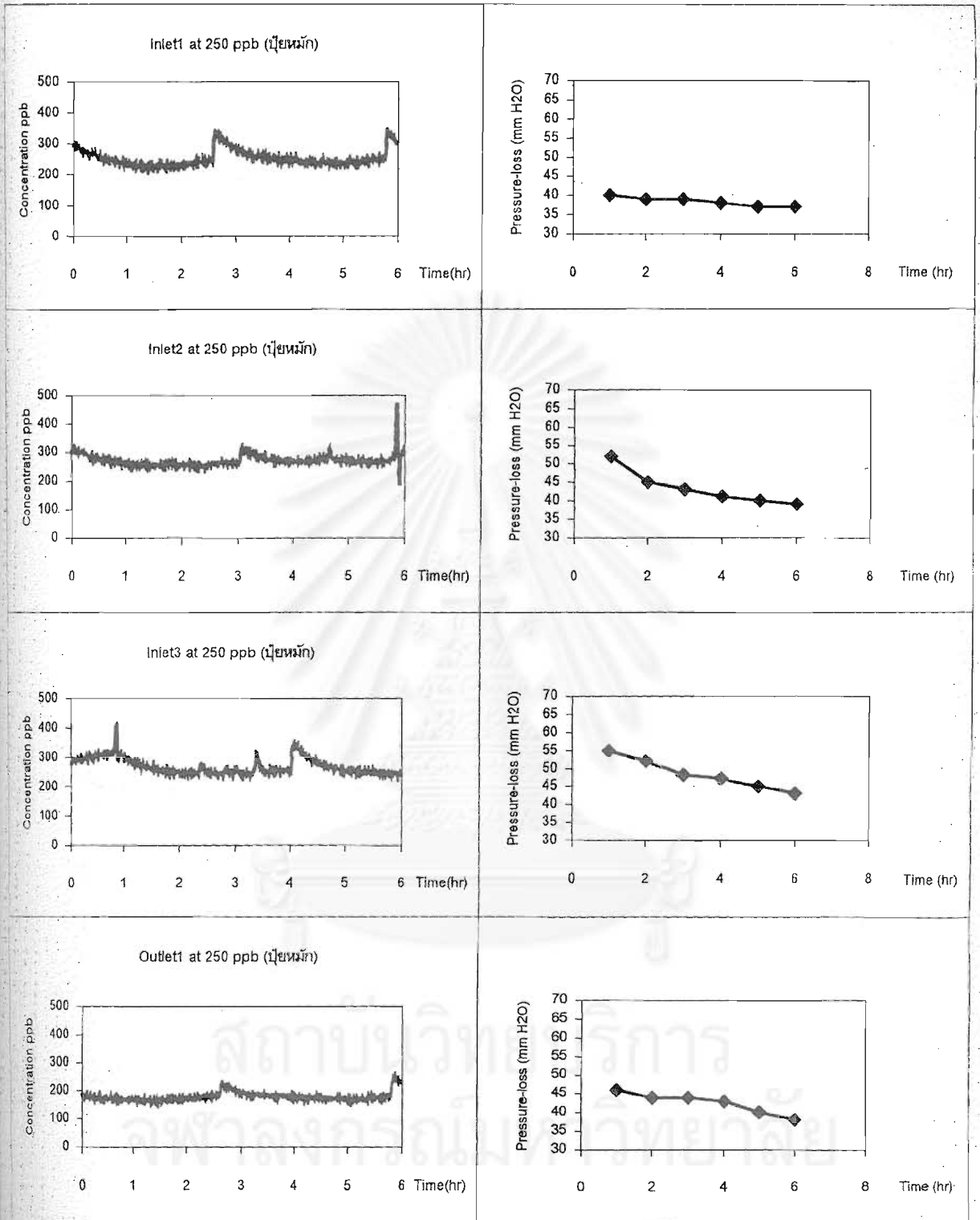
รูปที่ 4.6 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองน้ยมคอกชุดการทดลองที่3



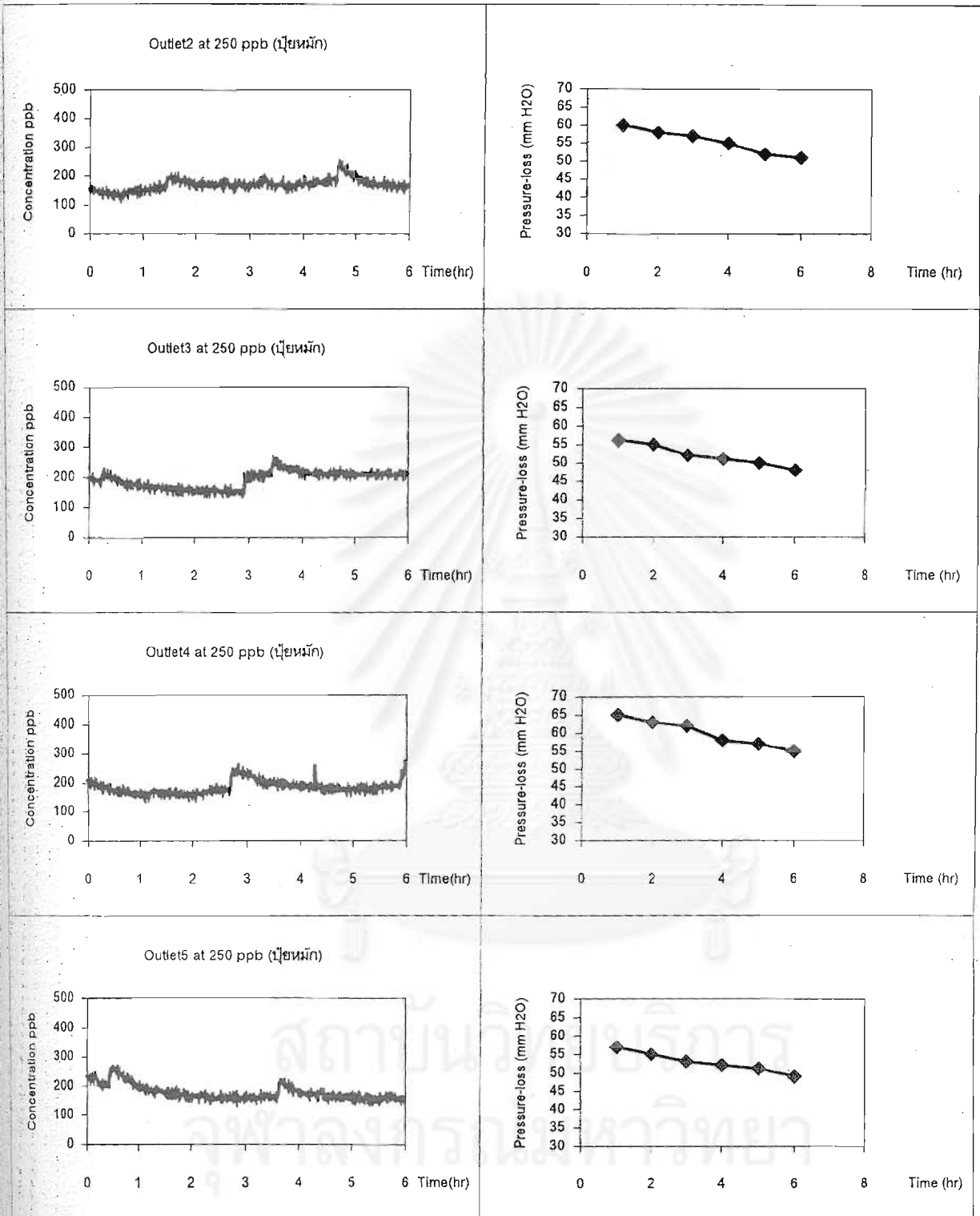
รูปที่ 4.6 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปล่อยออกชุดการทดลองที่3 (ต่อ)



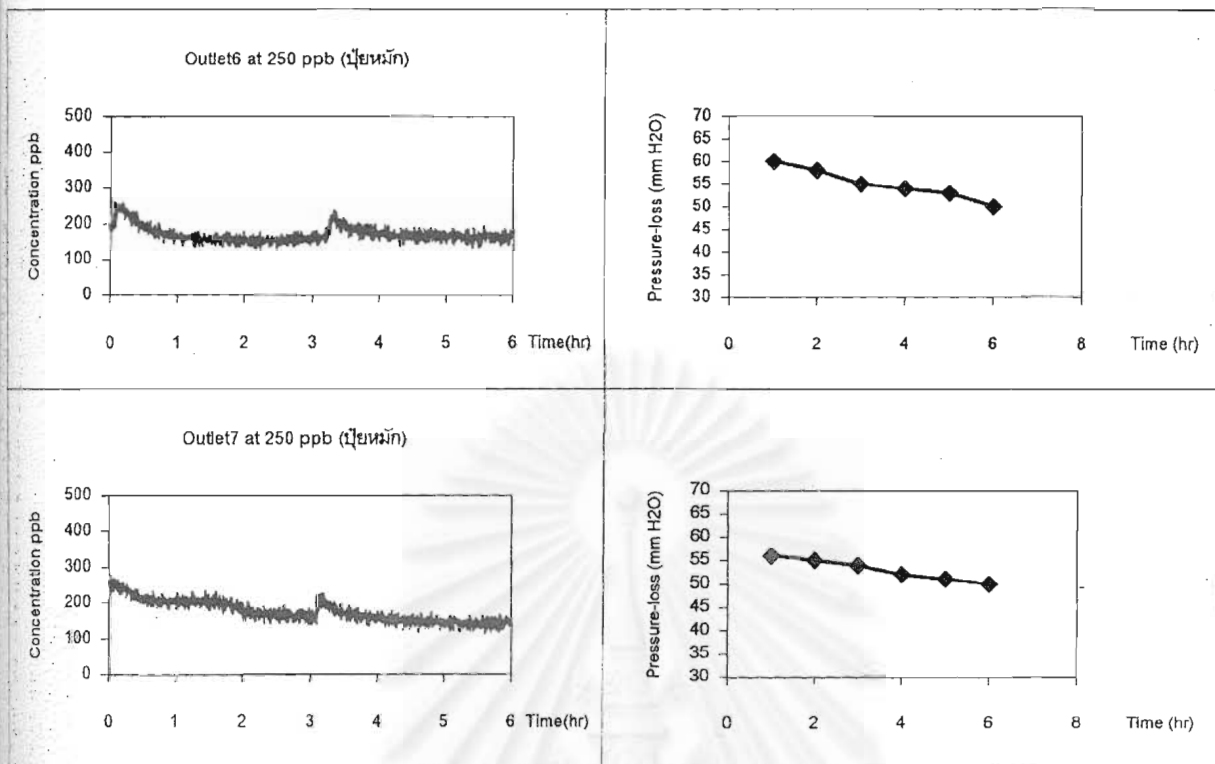
รูปที่ 4.6 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองไม้คอกชุดการทดลองที่ 3 (ต่อ)



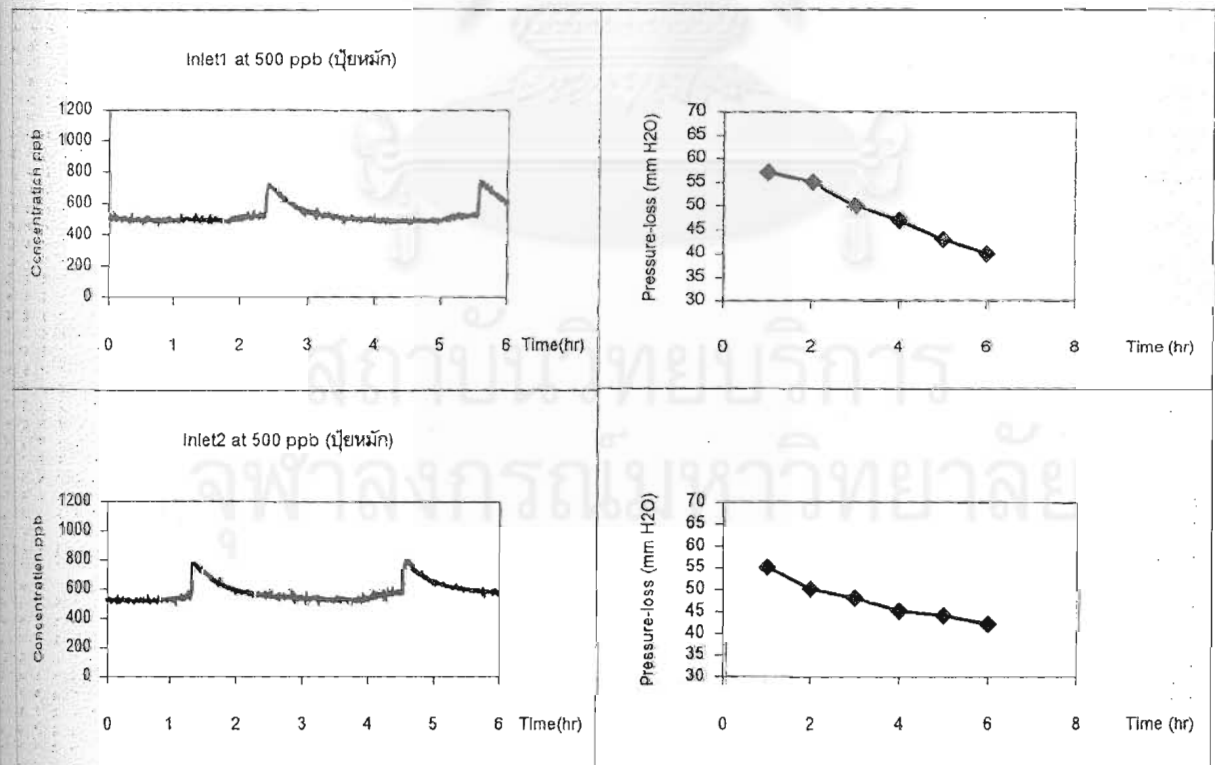
รูปที่ 4.7 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปุ๋ยหมักชุดการทดลองที่ 1



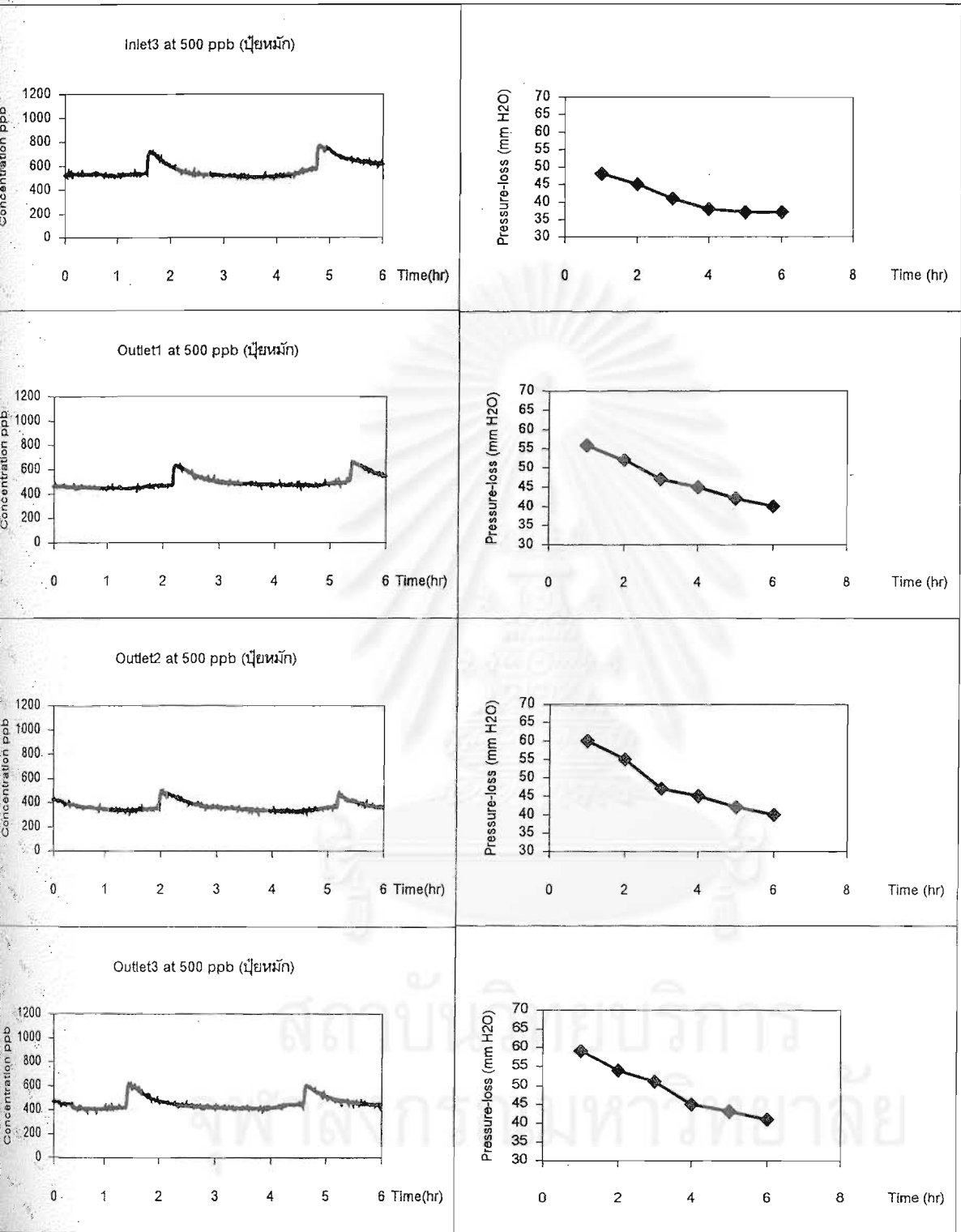
รูปที่ 4.7 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปุ๋ยหมักชุดการทดลองที่ 1 (ต่อ)



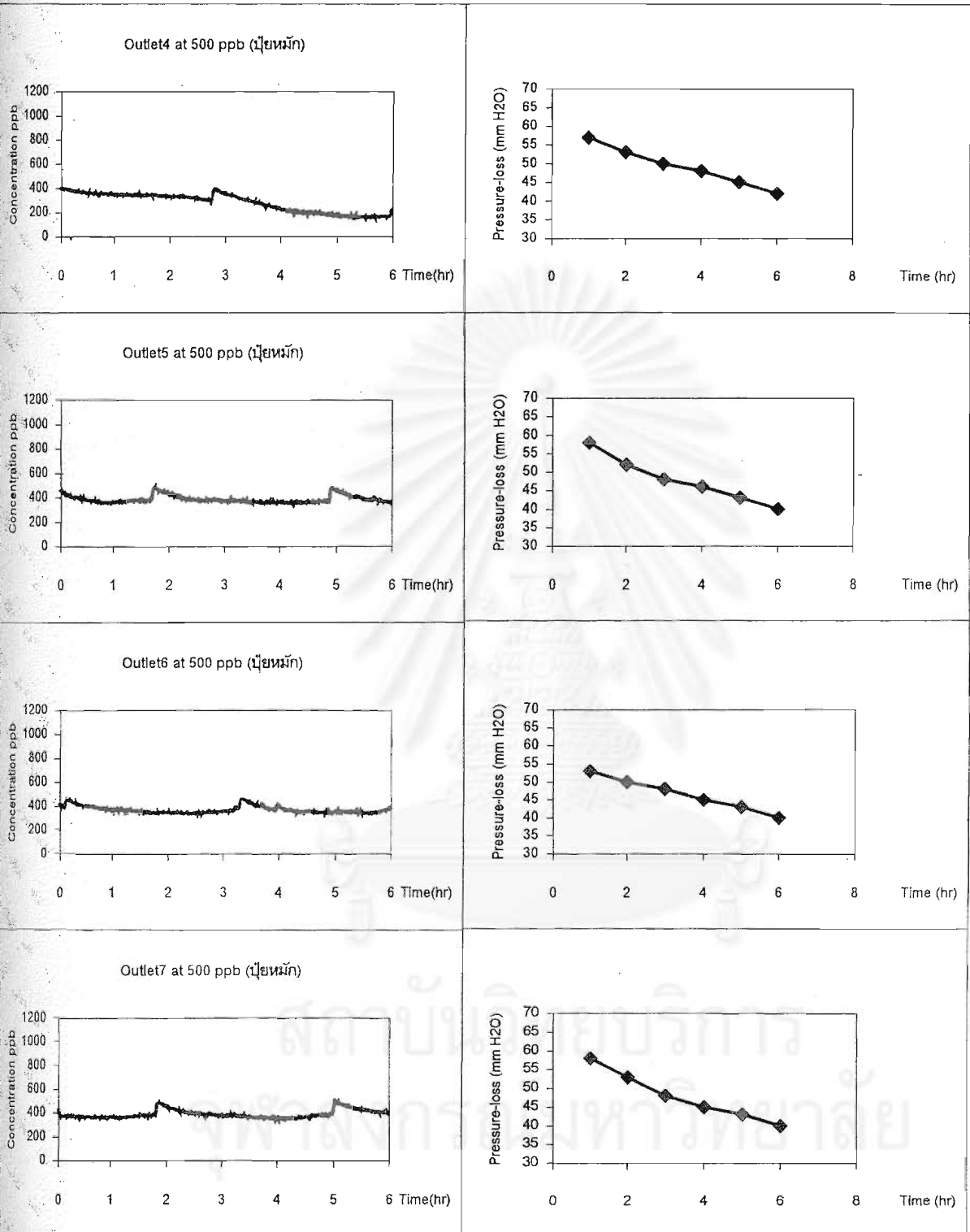
รูปที่ 4.7 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปุ๋ยหมักชุดการทดลองที่ 1 (ต่อ)



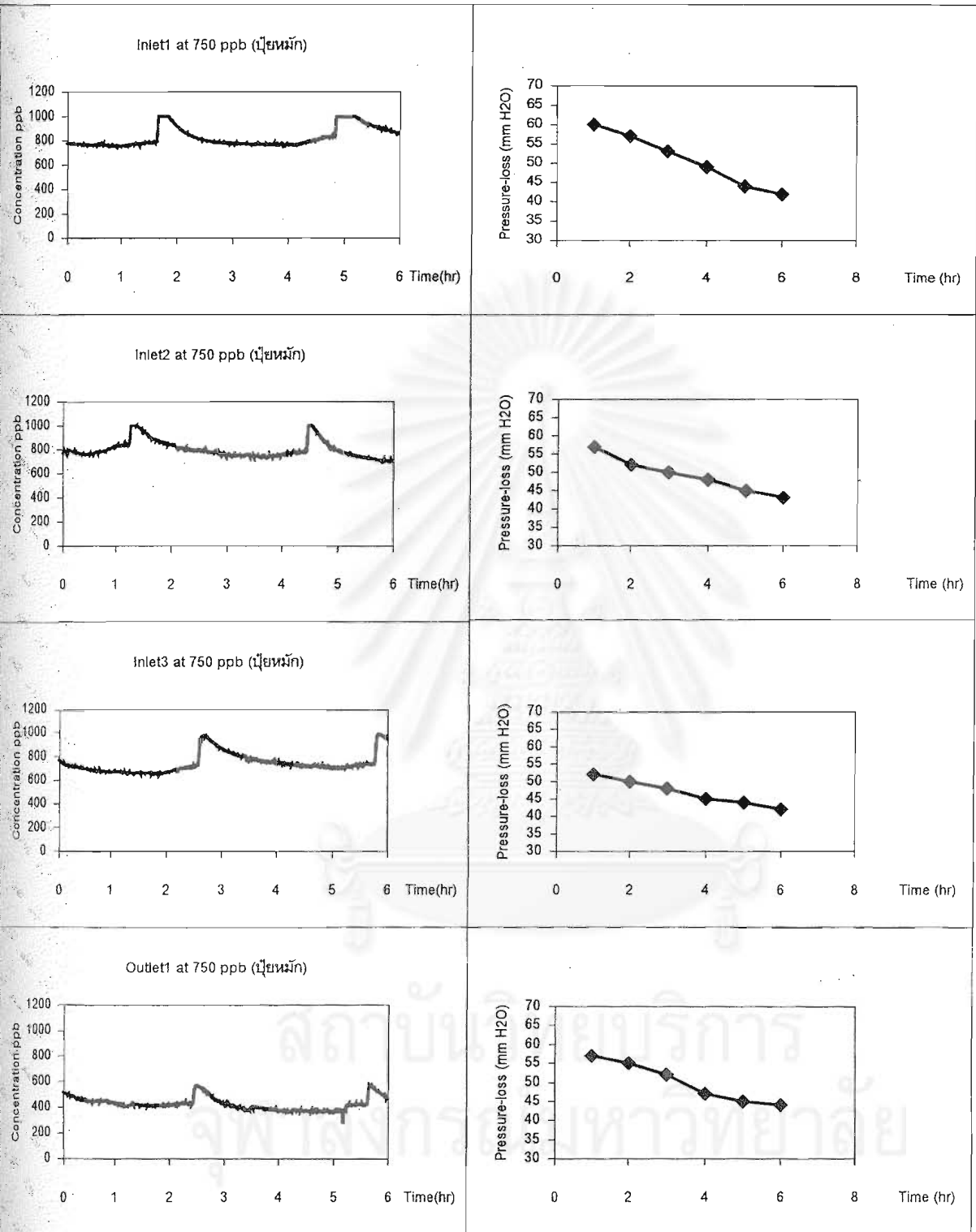
รูปที่ 4.8 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปุ๋ยหมักชุดการทดลองที่ 2



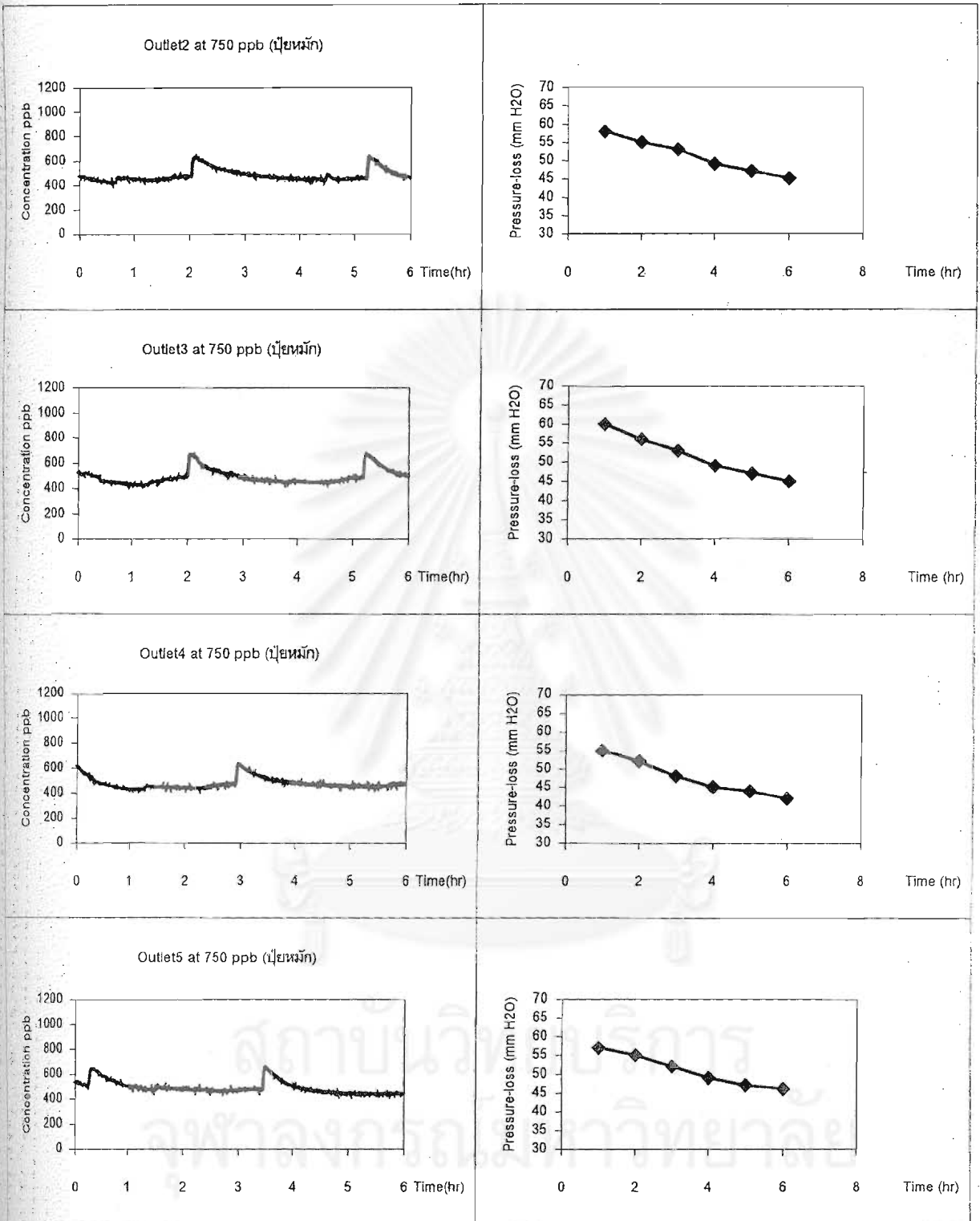
รูปที่ 4.8 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำทดลองปุยหมักชุดการทำทดลองที่ 2 (ต่อ)



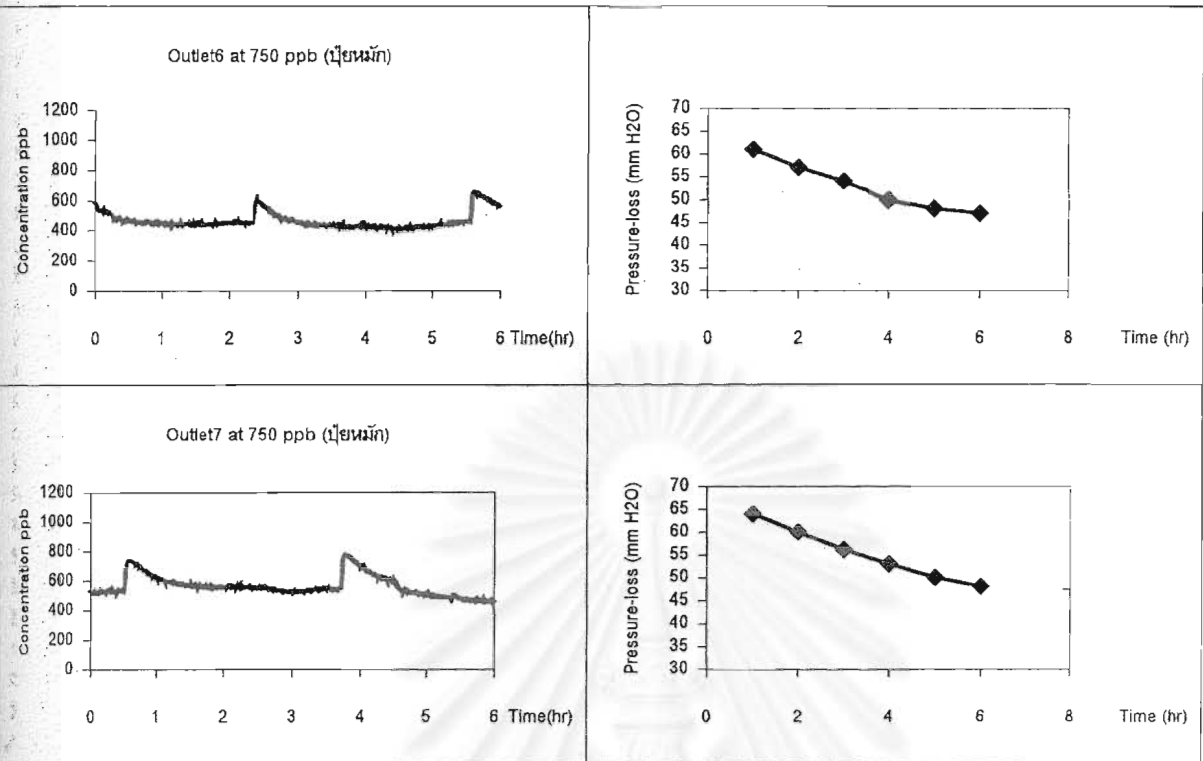
รูปที่ 4.8 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองป้ายหมักชุดการทดลองที่ 2 (ต่อ)



รูปที่ 4.9 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองบ่อกักเก็บน้ำดื่มและการทดลองที่ 3

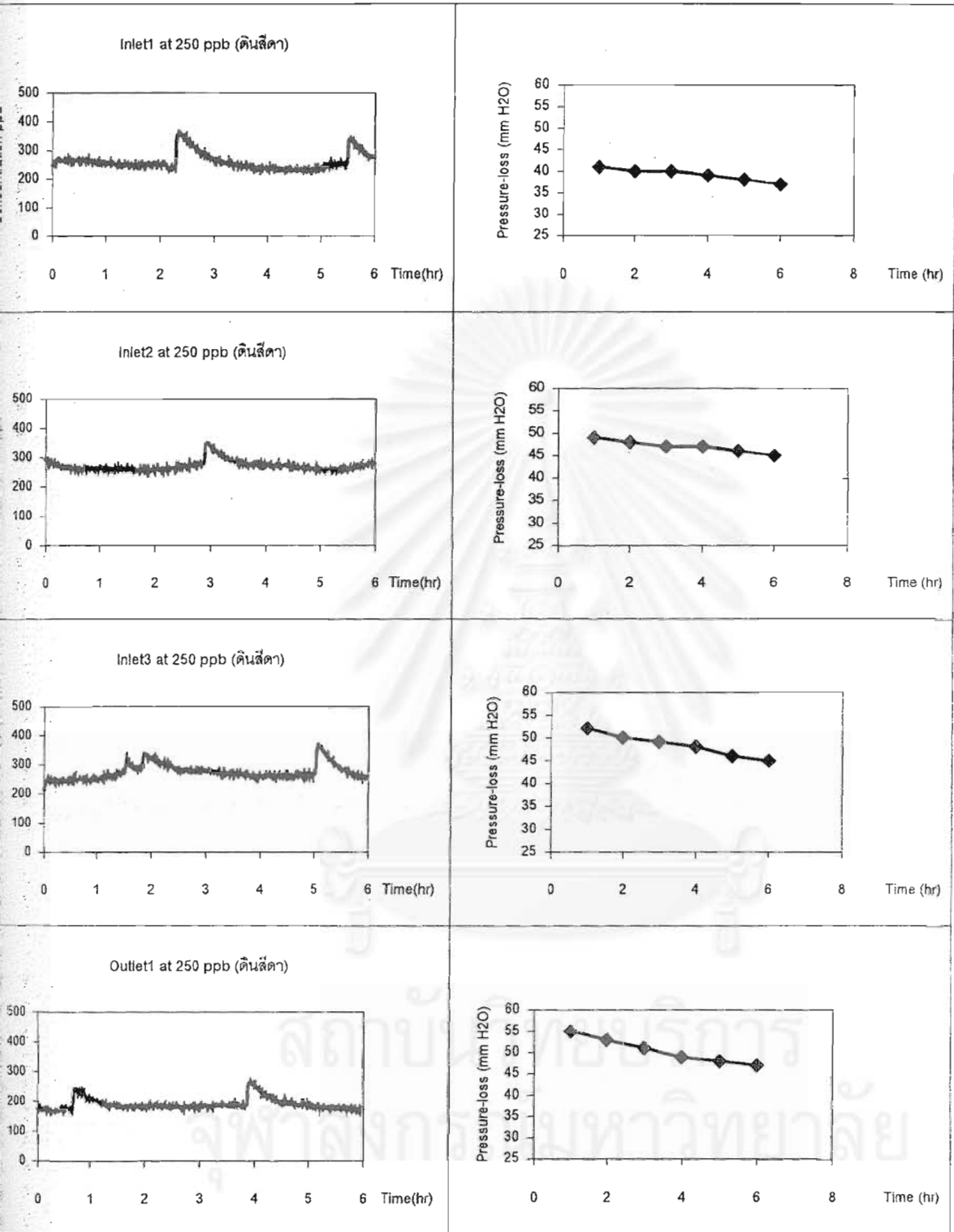


รูปที่ 4.9 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองน้ยมักชุดการทดลองที่3 (ต่อ)

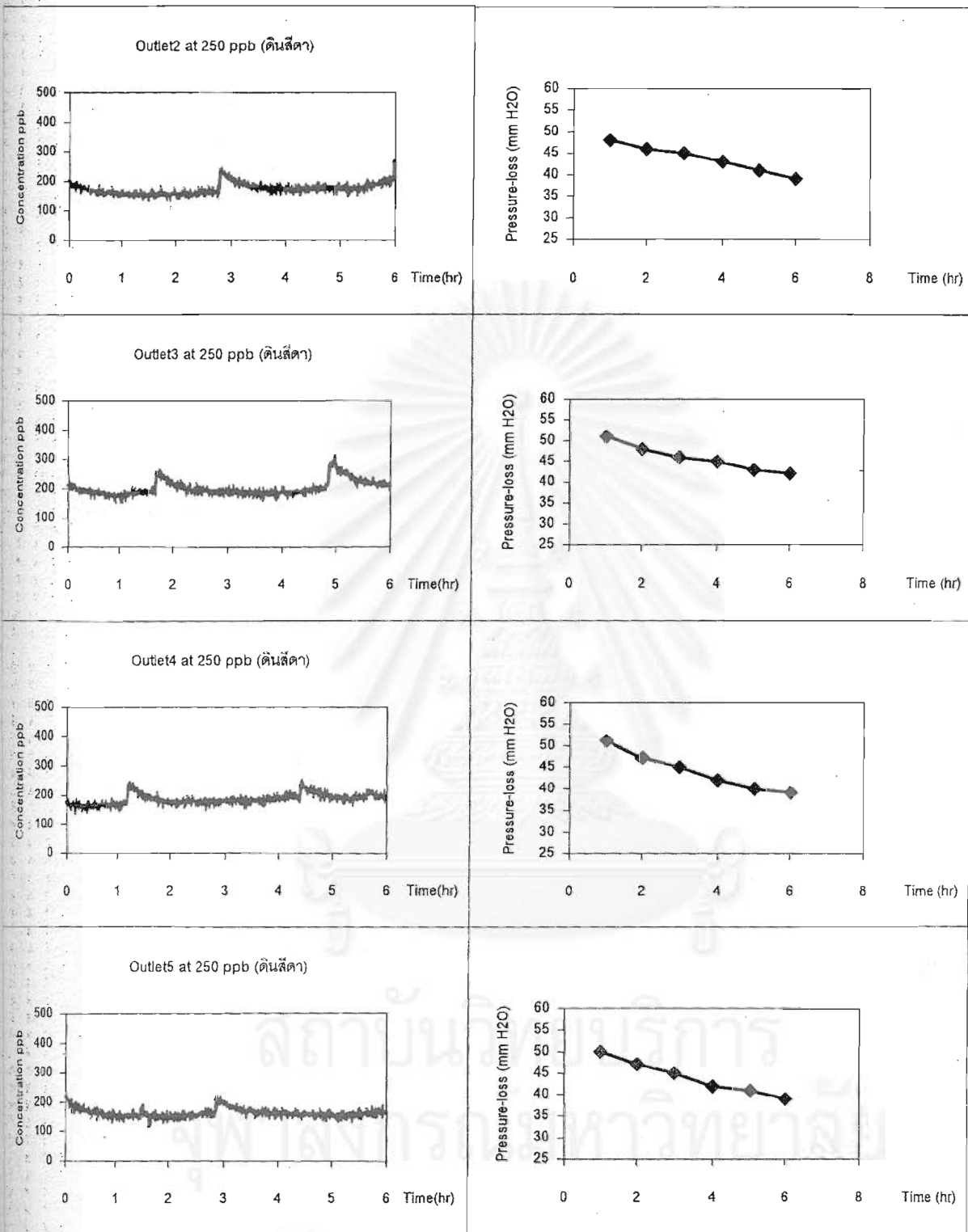


รูปที่ 4.9 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองปัยหนักชุดการทดลองที่ 3 (ต่อ)

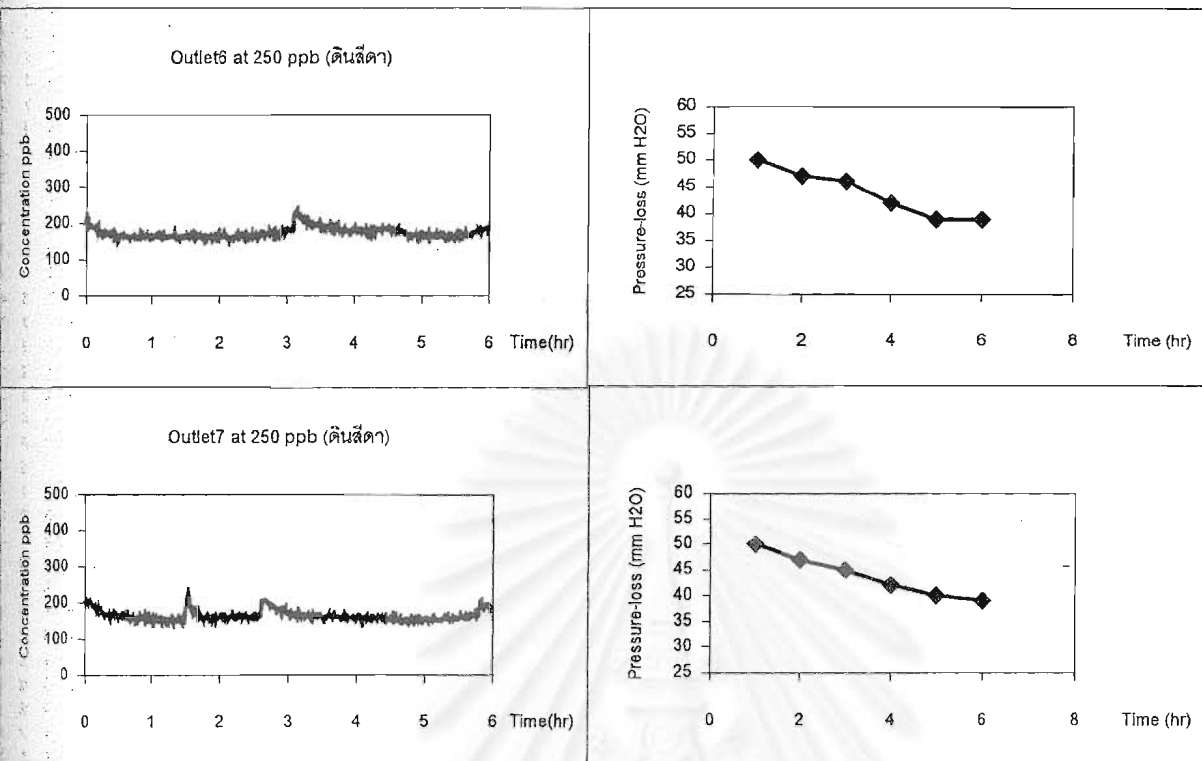
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



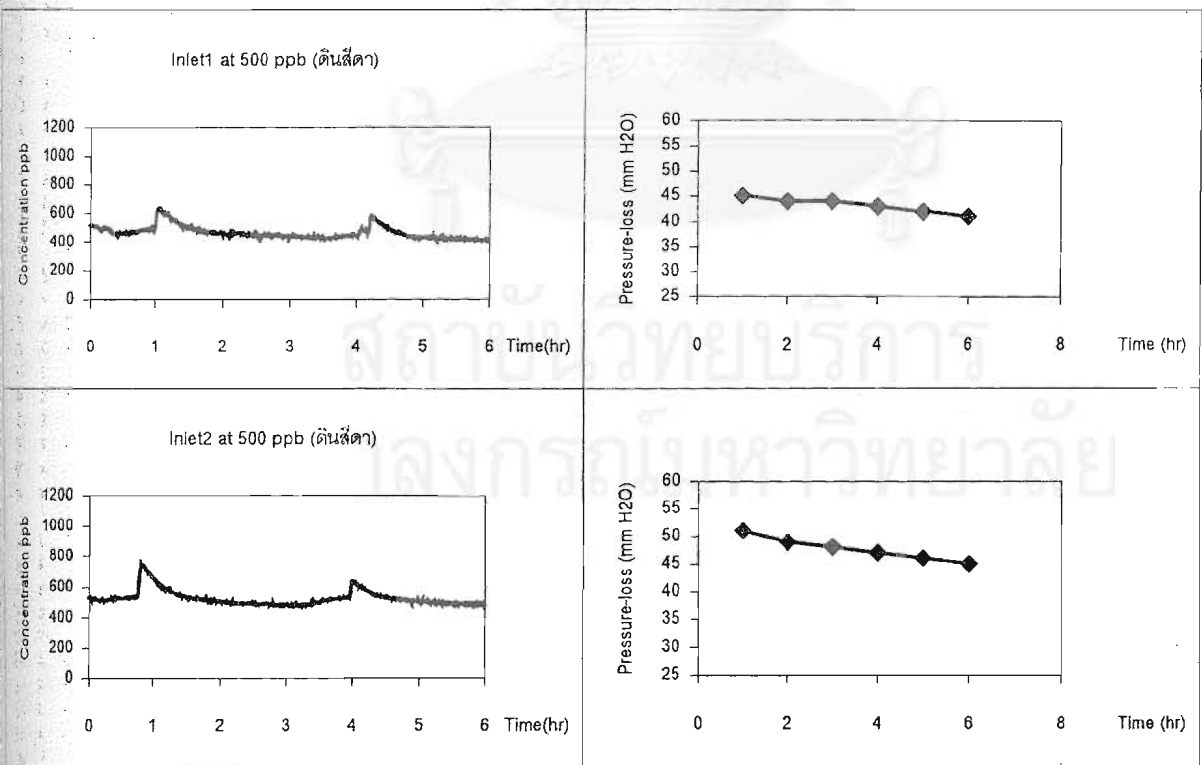
รูปที่ 4.10 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีกาชุดการทดลองที่ 1



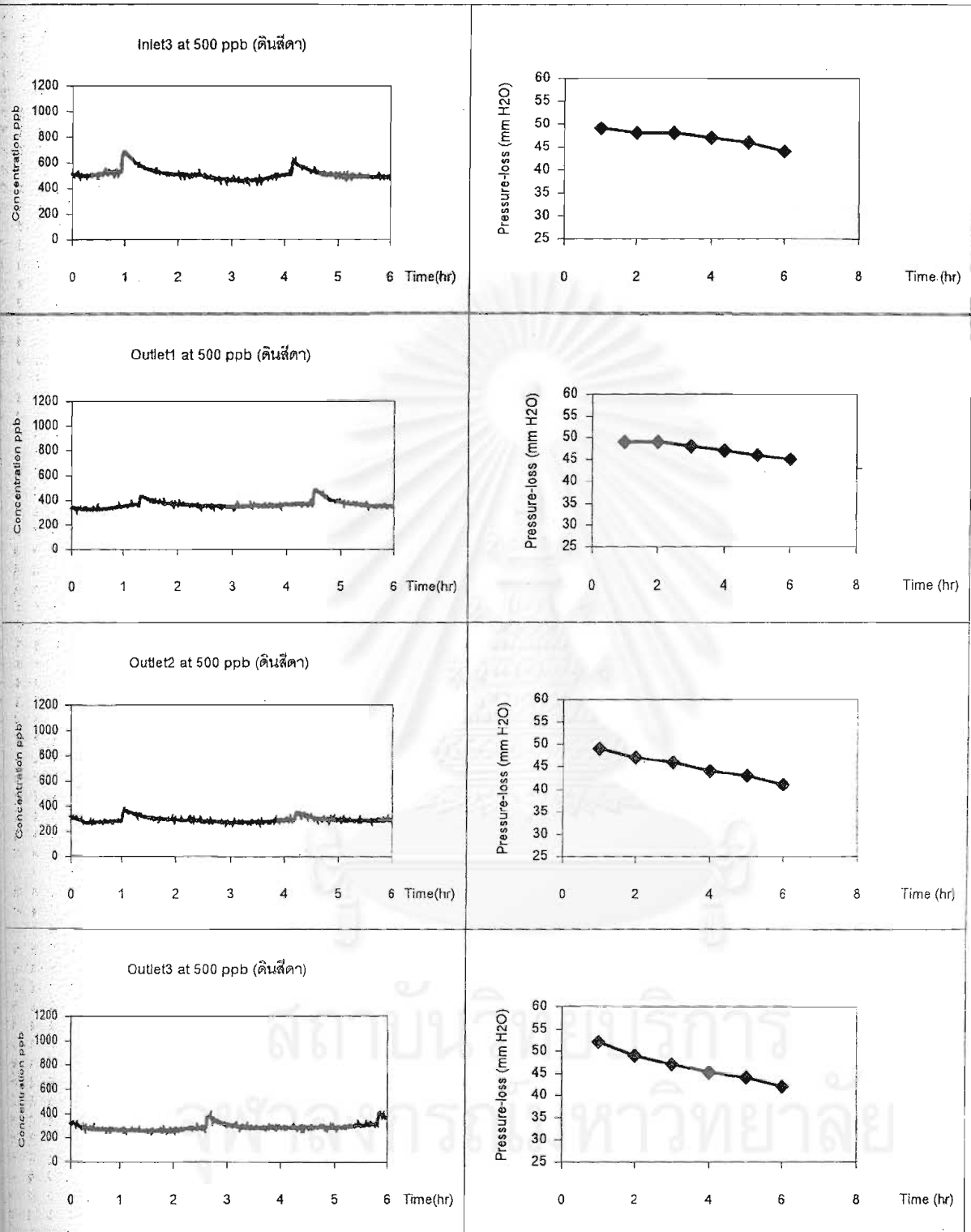
รูปที่ 4.10 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีกาชุดการทดลองที่1 (ต่อ)



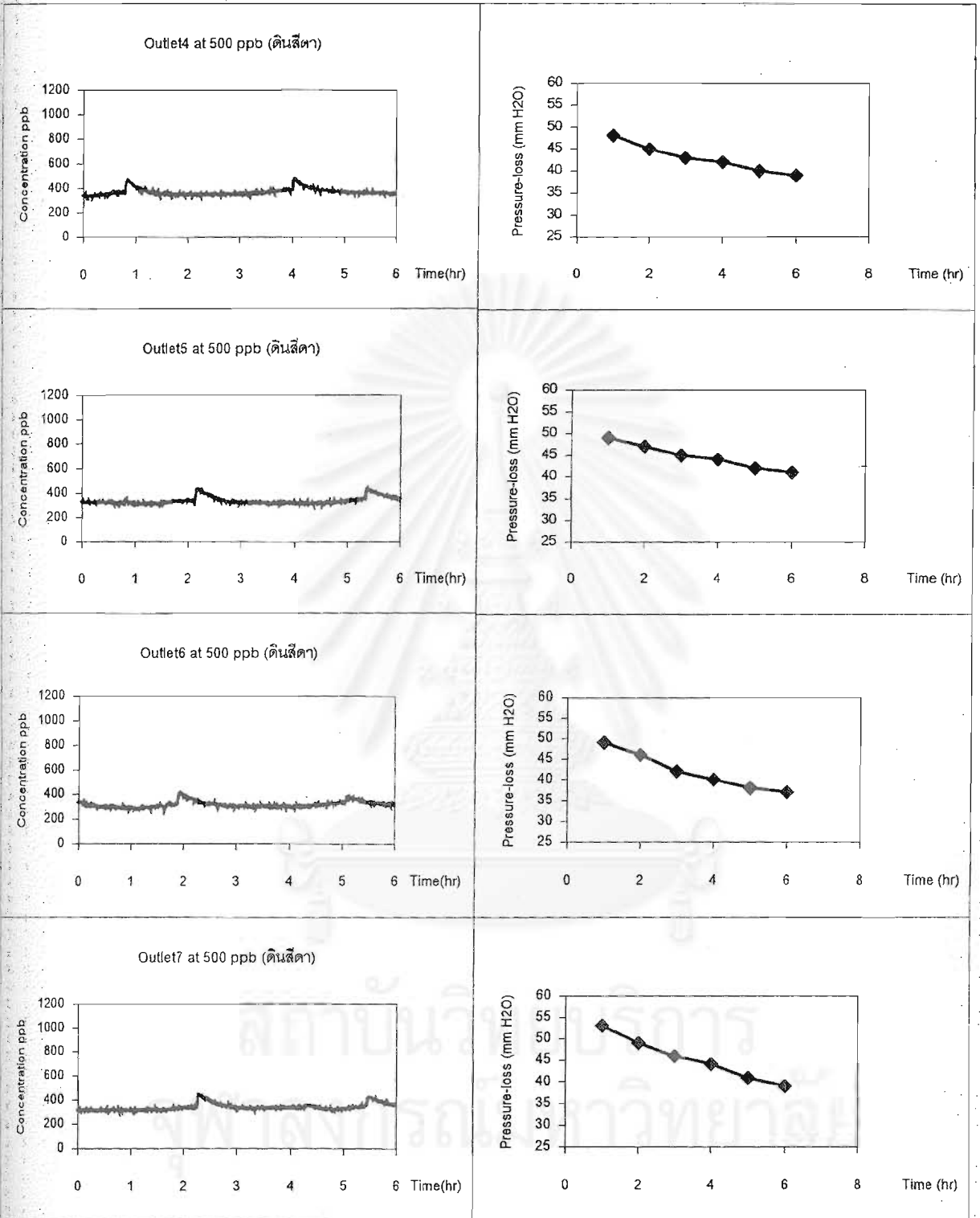
รูปที่ 4.10 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีดำชุดการทดลองที่ 1 (ต่อ)



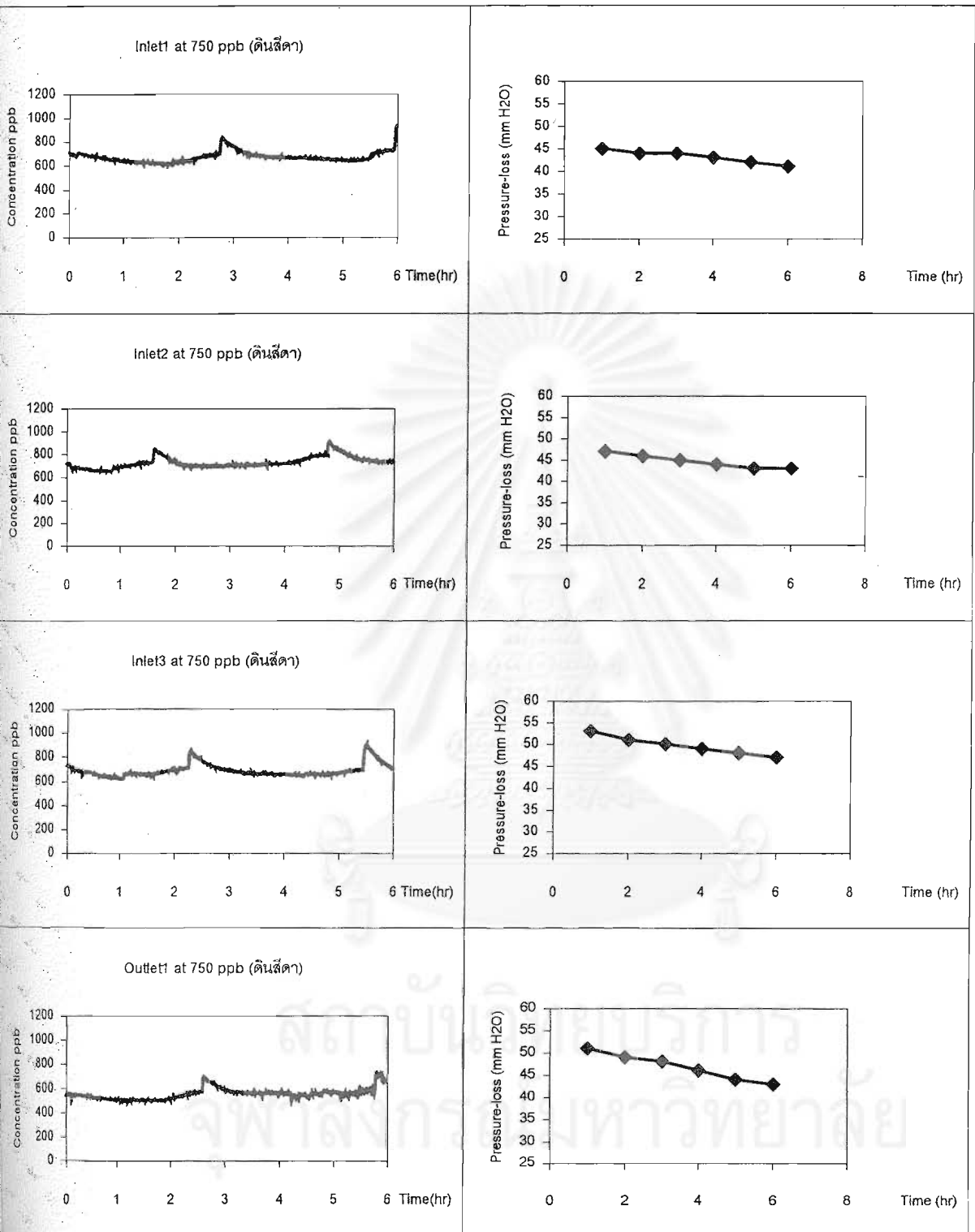
รูปที่ 4.11 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีดำชุดการทดลองที่ 2



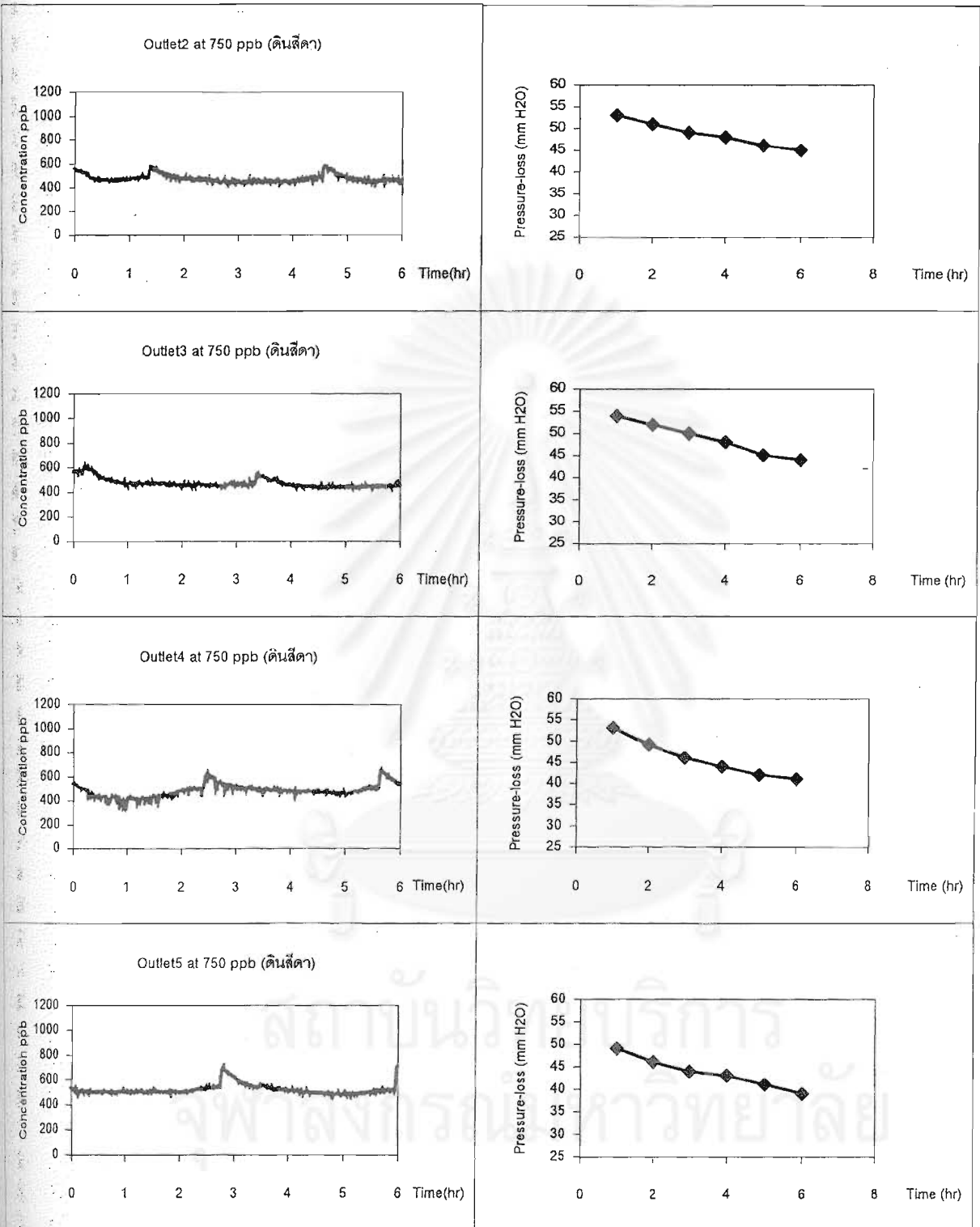
รูปที่ 4.11 ภาพความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีดำชุดการทดลองที่ 2 (ต่อ)



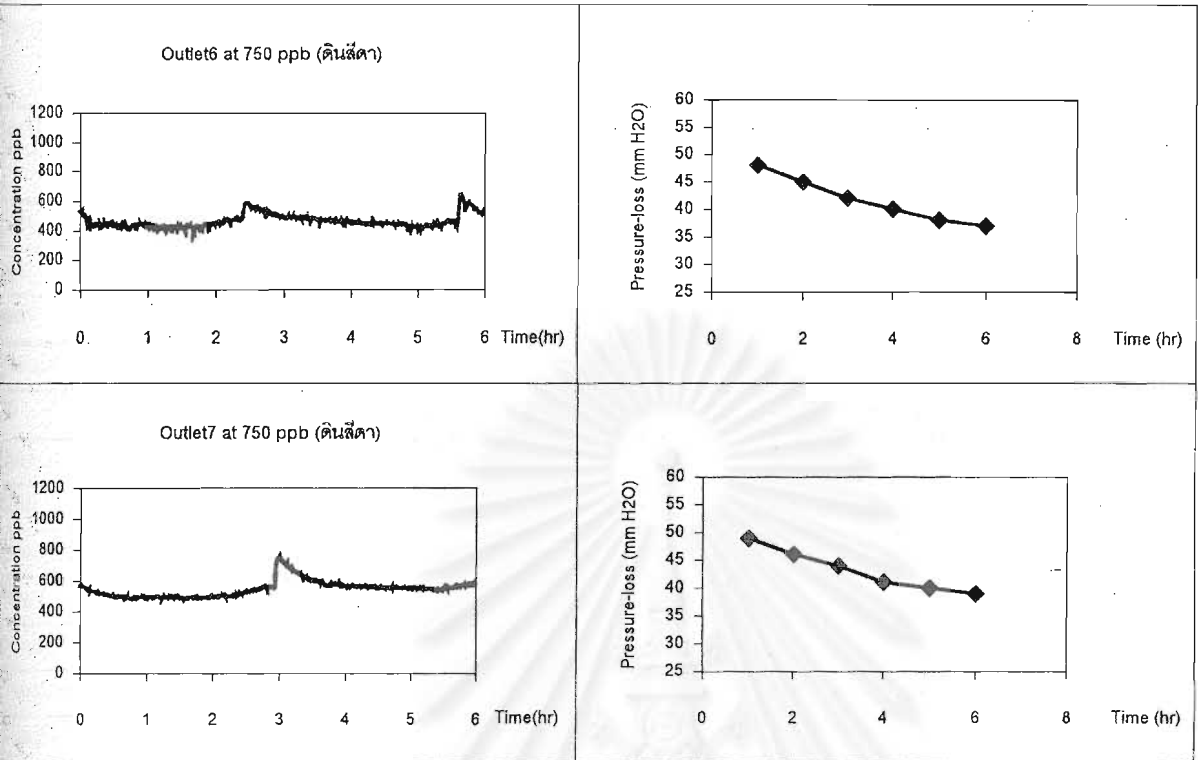
รูปที่ 4.11 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสิดาชุดการทดลองที่ 2 (ต่อ)



รูปที่ 4.12 กราฟความเข้มข้น NO และความดันตกที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีดำชุดการทดลองที่ 3



รูปที่ 4.12 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีกาชุดการทดลองที่3 (ต่อ)



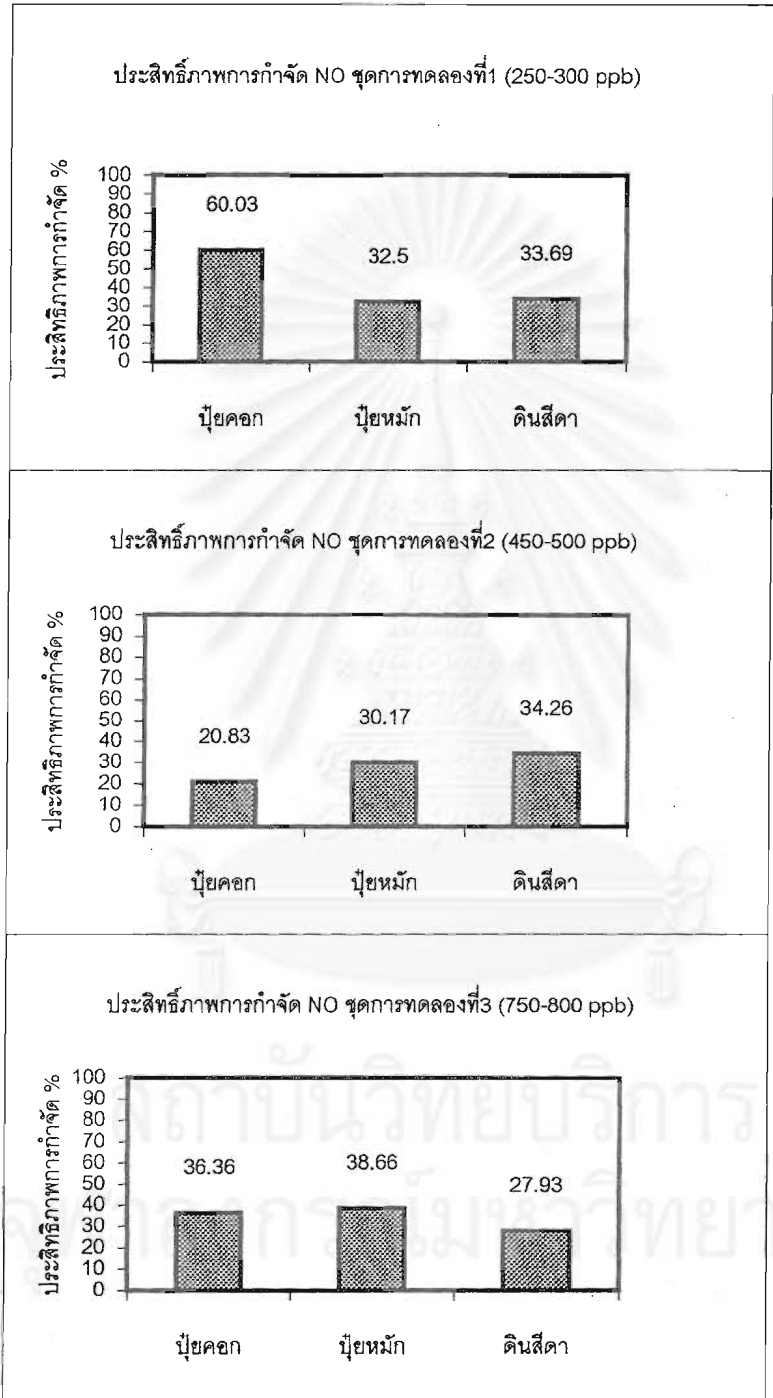
รูปที่ 4.12 กราฟความเข้มข้น NO และความดันลดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดลองดินสีดำชุดการทดลองที่ 3 (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ของดินตัวกลางทั้ง 3 ที่ชุดการทดลองต่างๆ

Test NO.	จำนวนชุดข้อมูล	ความเข้มข้น NO ppb (ปุ๋ยคอก)			ความเข้มข้น NO ppb (ปุ๋ยหมัก)			ความเข้มข้น NO ppb (ดินสีดำ)		
		ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3
Inlet1	720	293	486	656	250	526	824	261	463	671
Inlet2	720	322	449	763	270	580	799	272	519	728
Inlet3	720	304	453	713	266	567	740	273	509	687
Average		306.33	462.67	710.67	262.00	557.67	787.67	268.67	497.00	695.33
SD		14.64	20.31	53.54	10.58	28.18	43.13	6.66	29.87	29.40
Outlet1	720	146	355	506	177	493	424	190	361	555
Outlet2	720	120	372	388	170	366	478	173	290	480
Outlet3	720	132	484	442	191	450	490	199	287	472
Outlet4	720	106	314	441	182	282	472	185	364	478
Outlet5	720	146	378	487	176	383	489	162	334	516
Outlet6	720	87	345	387	168	364	465	174	314	463
Outlet7	720	120	316	515	174	388	564	164	337	544
Average		122.43	366.29	452.29	176.86	389.43	483.14	178.14	326.71	501.14
SD		21.37	57.55	52.68	7.76	67.30	42.03	13.70	31.12	37.07
NO removed		183.90	96.38	258.38	85.14	168.24	304.52	90.52	170.29	194.19
% NO removal		60.03	20.83	36.36	32.50	30.17	38.66	33.69	34.26	27.93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.13 ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO ของดินตัวกลางทั้ง 3 ที่ชุดการทดลองที่ 1,2 และ 3

ตาราง 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรูปต่าง ๆ ในดินหลังผ่านการทดสอบ

Sample No.	Soil Type	Before Test			Finish Test			After Test 10 day					
		TKN % (by W)	NH4-N (mg/kg)	NO3-N (mg/kg)	pH	TKN % (by W)	NH4-N (mg/kg)	NO3-N (mg/kg)	pH	TKN % (by W)	NH4-N (mg/kg)	NO3-N (mg/kg)	pH
1	ปุ๋ยคอก	1.27	62.32	113.52	8.63	1.32	30.12	145.26	8.13	1.23	55.23	124.25	8.25
2		1.32	79.11	96.82	8.25	1.18	45.23	152.43	8.23	1.27	52.13	119.32	8.53
3		1.21	59.53	108.23	8.32	1.25	32.41	165.13	7.82	1.32	49.25	135.12	8.4
	Average.	1.27	66.99	106.19	8.40	1.25	35.92	154.27	8.06	1.27	55.54	126.23	8.39
	SD.	0.055	10.59	8.53	0.20	0.07	8.14	10.06	0.21	0.05	8.52	8.08	0.14
4	ปุ๋ยหมัก	0.75	59.46	50.12	8.42	0.63	32.43	146.24	8.25	0.64	36.46	72.56	8.32
5		0.62	47.65	46.52	8.62	0.59	25.85	153.46	8.21	0.61	30.13	65.23	8.45
6		0.56	64.23	59.52	8.32	0.58	21.53	132.54	8.15	0.53	43.24	69.15	8.26
	Average.	0.64	57.11	52.05	8.45	0.60	26.60	144.08	8.20	0.59	36.61	68.98	8.34
	SD.	0.10	8.54	6.71	0.15	0.03	5.49	10.63	0.05	0.06	6.56	3.67	0.10
7	ดินสีดำ	0.26	52.32	53.46	7.13	0.25	25.32	130.25	7.12	0.30	32.45	113.52	7.25
8		0.45	49.53	42.67	7.24	0.34	21.17	135.16	7.33	0.25	37.13	102.53	7.16
9		0.32	57.63	37.16	7.5	0.37	30.25	121.32	7.14	0.28	43.21	108.32	7.24
	Average.	0.34	53.16	44.43	7.29	0.32	25.58	128.91	7.20	0.28	37.60	108.12	7.22
	SD.	0.10	4.11	8.29	0.19	0.06	4.55	7.02	0.12	0.03	5.40	5.50	0.05

- กราฟปุ๋ยคอก ชุดการทดลองที่ 1 (250 – 300 ppb)

จากกราฟพบว่าความเข้มข้นที่กราฟทางเข้าจะมีค่าประมาณ 300 ppb เนื่องมาจากการปรับความเข้มข้นที่ทางเข้าให้เท่ากับ 250 ppb กราฟความเข้มข้นทางออกจะมีบางช่วงต่ำจนถึงศูนย์ ทำให้กราฟไม่ต่อเนื่อง การทดลองโดยใช้ปุ๋ยคอกจึงปรับความเข้มข้นให้เป็น 300 ppb เพื่อให้กราฟทางออกแสดงค่าอย่างต่อเนื่อง การทดลองที่ 250 – 300 ppb พบว่ากราฟความเข้มข้นที่ทางเข้ามีลักษณะค่อนข้างเรียบเมื่อเทียบกับกราฟความเข้มข้นที่ทางออก จึงสามารถมองเห็นลักษณะของกราฟได้ชัดเจนกว่า โดยพบว่าเส้นกราฟความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางเข้ามีลักษณะเป็นเส้นตรง มีการยกตัวของเส้นกราฟเป็นคลื่นเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงคลื่นห่างกันเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมงค่อนข้างคงที่ แต่เวลาที่เกิดคลื่นไม่แน่นอน ไม่สามารถระบุได้ว่ามีแนวโน้มจะเกิดคลื่นของกราฟขึ้นที่เวลาใดหลังจากเริ่มทดสอบระบบส่วนเส้นกราฟความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกพบว่าการเคลื่อนที่ขึ้นลง ลักษณะของเส้นกราฟไม่ชัดเจน ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 306.33 ppb ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกมีค่าเท่ากับ 122.43 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 60.33 เปอร์เซ็นต์

- กราฟปุ๋ยคอก ชุดการทดลองที่ 2 (450 – 550 ppb)

จากกราฟพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์สูงขึ้น เส้นกราฟจะมีความเรียบสม่ำเสมอ ลักษณะของกราฟคล้ายกราฟของปุ๋ยคอกในชุดการทดลองที่ 1 คือความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางเข้าจะมีลักษณะเป็นคลื่นทุกช่วง 3 ชั่วโมง แต่ไม่สามารถระบุเวลาที่แน่นอนในการเกิดคลื่นครั้งแรกได้ แต่ในชุดการทดลองที่ 2 (450 – 550 ppb) กราฟความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกจะมีความเรียบมากขึ้น ทำให้เห็นแนวโน้มของเส้นกราฟได้ชัดขึ้นพบว่าลักษณะเหมือนกราฟที่ทางเข้าคือมีรูปร่างเป็นคลื่นเกิดห่างกันประมาณ 3 ชั่วโมง ความเข้มข้นไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 462.67 ppb ความเข้มข้นเฉลี่ยที่ทางออกมีค่าเท่ากับ 366.27 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 20.83 เปอร์เซ็นต์

- กราฟปุ๋ยคอก ชุดการทดลองที่ 3 (650 – 800 ppb)

เส้นกราฟความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ทั้งที่ทางเข้าและทางออกมีลักษณะเป็นคลื่นเหมือนกราฟในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 แต่ที่แตกต่างคือ ความสูงของคลื่นที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 โดยในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีความสูงของคลื่นประมาณ 30 – 100 ppm ส่วนในชุดการทดลองที่ 3 มีความสูงของคลื่นประมาณ 150 – 250 ppm แสดงว่าความเข้มข้นของก๊าซที่ใช้ในการทดสอบมีความสัมพันธ์กับการเกิดลักษณะคลื่นของกราฟความเข้มข้น

ไนโตรเจนออกไซด์ ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้าของชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 710.67 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางออกมีค่าเท่ากับ 452.29 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์มีค่าเท่ากับ 36.36 เปอร์เซ็นต์

- กราฟปุ๋ยหมัก ชุดการทดลองที่ 1 (250 – 300 ppb)

เส้นกราฟที่เกิดขึ้นยังคงแสดงแนวโน้มเป็นคลื่นเหมือนกรณีปุ๋ยคอกในชุดการทดลองที่ 1 ความสูงของคลื่นในเส้นกราฟมีค่าประมาณ 50 – 100 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 262 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกมีค่าเท่ากับ 176.86 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 32.50 เปอร์เซ็นต์

- กราฟปุ๋ยหมัก ชุดการทดลองที่ 2 (450 – 550 ppb)

เส้นกราฟมีลักษณะเหมือนชุดการทดลองที่ 1 มีลักษณะเป็นคลื่นทุก 3 ชั่วโมง ความสูงของคลื่นในเส้นกราฟมีค่าประมาณ 150 – 200 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 557.67 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 389.43 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 30.17 เปอร์เซ็นต์

- กราฟปุ๋ยหมัก ชุดการทดลองที่ 3 (750 – 800 ppb)

เส้นกราฟมีลักษณะเหมือนชุดการทดลองที่ 1 และ 2 แต่บางช่วงความสูงของคลื่นในเส้นกราฟมีค่าเกิน 1,000 ppb ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดที่เครื่องวัดจะวัดได้ เส้นกราฟจึงมีลักษณะถูกตัดที่ความเข้มข้น 1,000 ppb ความสูงของคลื่นประมาณ 150 – 300 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 787.67 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 483.14 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 38.66 เปอร์เซ็นต์

- กราฟดินสีกา ชุดการทดลองที่ 1 (250 – 300 ppb)

เส้นกราฟมีลักษณะเป็นคลื่นเหมือนกรณีดินตัวกลางอื่นๆ แต่เนื่องจากความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกสูงกว่าดินตัวกลางชนิดอื่น กราฟความเข้มข้นที่ทางออกจึงชัดเจนกว่ากราฟของดินตัวกลางชนิดอื่น โดยการทดลองชุดที่ 1 มีความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 268.67 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ที่ทางออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 178.14 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 33.67 เปอร์เซ็นต์

- กราฟดินสีดา ชุดการทดลองที่ 2 (450 – 550 ppb)

เส้นกราฟมีลักษณะเป็นคลื่นเหมือนชุดการทดลองอื่น ๆ ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 497 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางออกมีค่าเท่ากับ 326.71 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 34.26 เปอร์เซ็นต์

- กราฟดินสีดา ชุดการทดลองที่ 3 (750 – 800 ppb)

เส้นกราฟมีลักษณะเป็นคลื่นเหมือนชุดการทดลองอื่น ๆ แต่เส้นกราฟค่อนข้างหยาบ ไม่เรียบเหมือนการทดลองชุดอื่น ๆ ค่าความเข้มข้นมีการแกว่งในช่วงที่เห็นได้ชัด ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากดินสีดาเกิดการบดอัดได้ไม่ดี เพราะมีเส้นใยมะพร้าวอยู่ด้วย ทำให้ไนโตรเจนออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงไหลผ่านได้ในบางจุด แต่บางจุดถูกดูดซับละลายในน้ำระหว่างเม็ดดินอนุภาค จึงเกิดกราฟความเข้มข้นที่ทางออกไม่สม่ำเสมอ โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางเข้ามีค่าเท่ากับ 695.33 ppb ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์เฉลี่ยที่ทางออกมีค่าเท่ากับ 501.14 ppb ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนออกไซด์เท่ากับ 27.93 เปอร์เซ็นต์

หลังจากพิจารณาเส้นกราฟทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบ พบว่าลักษณะร่วมประการหนึ่งคือมีลักษณะเป็นคลื่นต่อเนื่องห่างกันทุก 3 ชั่วโมง เนื่องจากดินที่นำมาทดสอบทั้ง 3 ชนิด มีสมบัติทางกายภาพต่างกัน แต่ยังเกิดคลื่นในความถี่เท่ากัน ดังนั้นสมบัติทางกายภาพของดินไม่น่าจะส่งผลต่อการเกิดคลื่นของเส้นกราฟ จึงลองทดสอบเอาดินตัวกลางออกจากแบบจำลองแล้วเดินระบบวัดความเข้มข้นที่ทางเข้าตามปกติ พบว่ายังเกิดกราฟที่มีลักษณะเป็นคลื่นอีก จึงสันนิษฐานว่าสาเหตุของการเกิดคลื่นของกราฟน่าจะมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายไฟให้ปั๊มลมเกิดไฟตกทุก 3 ชั่วโมงทำกระแสดำเนินการจากปั๊มลดลงจากเดิมแต่ก๊าซ NO ยังถูกส่งมาที่ความดันเท่าเดิม เมื่อปริมาณอากาศที่เข้ามาผสมลดลงจึงทำให้ความเข้มข้นที่ได้สูงขึ้นกว่าปกติจึงเกิดลักษณะกราฟเป็นรูปคลื่นขึ้นทุก 3 ชั่วโมง

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผลการทดลองในแต่ละชุด พบว่าในชุดการทดลองที่ 1 ความดันลดของระบบ EPAS ลดลงในระหว่างปล่อยก๊าซมลพิษให้กับระบบ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากความดันลดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณความชื้นในดินตัวกลาง ถ้าปริมาณความชื้นในดินตัวกลางมีมาก จะทำให้อากาศไหลผ่านดินตัวกลางได้ยาก เนื่องจากช่องว่างระหว่างเม็ดดินตัวกลางและ perlite จะมีฟิล์มของน้ำเกิดขึ้น ความดันลดในช่วงแรกจึงมีค่ามาก แต่หลังจากปล่อยอากาศผสมก๊าซมลพิษไปเรื่อย ๆ จะทำให้น้ำในเม็ดดินระเหยจากดินตัวกลาง ฟิล์มของน้ำในเม็ดดินลดลง ทำให้อากาศไหลผ่านได้สะดวกขึ้น ความดันลดจึงมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ตามเวลาที่ทดลอง

จากการทดสอบระบบ EAPS โดยใช้ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และดินสีดาเป็นตัวกลาง พบว่าช่วงการทดลองที่ 1 มีความดันลดต่ำสุด เพราะเริ่มทำการทดสอบครั้งแรก หลังจากผสมดินตัวกลางเสร็จ ดินยังไม่เกิดการอัดตัวทำให้ช่องว่างในดินตัวกลางมีมาก แต่เมื่อทำการทดลองชุดที่ 2 และ 3 พบว่าความดันลดเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นจากการทดลองที่ 1 ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากดินมีการอัดตัวจากน้ำหนักของดินเอง ความสูงของระดับดินในแบบจำลองลดลงประมาณ 1 – 2 ซม. หลังจากผ่านการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองแล้ว แต่การหลุดตัวเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากทุกวันที่ทดลองมีการปล่อยอากาศผสมก๊าซซมลพิษจากล่างขึ้นบนเป็นการช่วยด้านการหลุดตัวของดินไปในตัวด้วย

จากกราฟยังพบอีกว่าการทดลองที่ใช้ปุ๋ยคอกเป็นตัวกลางจะมีความดันลดเกิดขึ้น โดยในชุดการทดลองที่ 1 อยู่ในช่วง 27 – 35 มม.น้ำ แต่หลังสิ้นสุดการทดสอบในช่วงที่ 3 ความดันลดจะอยู่ในช่วง 37 – 50 มม.น้ำ หลังผ่านการทดสอบทั้ง 3 ชุด ความดันลดจะอยู่ในช่วง 43 – 60 มม.น้ำ สำหรับปุ๋ยหมัก ความดันลดที่เกิดในช่วงแรกจะอยู่ในช่วง 37 – 55 มม.น้ำ หลังผ่านการทดสอบทั้ง 3 ชุด ความดันลดจะอยู่ในช่วง 43 – 60 มม.น้ำ และสำหรับดินสีดา ความดันลดในช่วงแรกประมาณ 40 – 50 มม.น้ำ หลังจากผ่านการทดสอบทั้ง 3 ชุด ความดันลดจะอยู่ในช่วง 43 – 52 มม.น้ำ แสดงว่าดินตัวกลางเกิดการอัดตัวทำให้ความดันลดเพิ่มขึ้นระหว่างทำการทดลอง โดยดินที่อัดตัวและทำให้เกิดความดันลดมากที่สุดคือ ปุ๋ยคอก รองลงมาคือ ปุ๋ยหมัก ส่วนดินสีดาจะมีการเปลี่ยนแปลงความดันลดน้อยที่สุดในดิน 3 ชนิด ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากเส้นใยมะพร้าวที่ผสมอยู่ในดินสีดา ทำให้การอัดตัวระหว่างเม็ดดินเกิดขึ้นได้ไม่ดีเท่าที่ควร

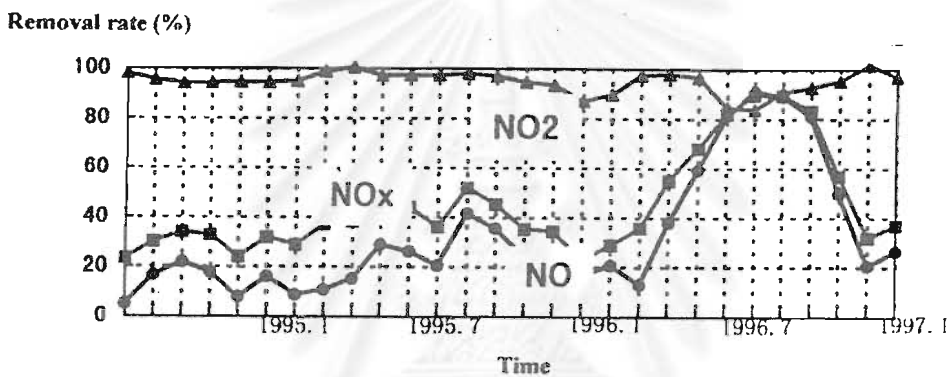
จากตารางที่ 4.9 พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินคล้ายกับการทดลองในช่วงการทดสอบกับมลพิษจากรถยนต์ (High concentration test) คือ ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนเปลี่ยนแปลงน้อยมากแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดินมีค่ามากถึง 0.34 – 1.27 % โดยน้ำหนัก แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนจากการทดลองจะลดลงจากการเปลี่ยนรูปอินทรีย์ของแอมโมเนียไปเป็นรูปอนินทรีย์ของไนเตรทมีค่าประมาณ 30 – 40 mg/kg หรือปริมาณ 0.003 – 0.004 % โดยน้ำหนัก ปริมาณที่เคเอ็นไนโตรเจนในดินจึงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบในรูปที่เคเอ็นไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนียในดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มลดลงระหว่างการผ่านก๊าซซมลพิษ และมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากหยุดทำการทดลอง 10 วัน ส่วนปริมาณไนเตรทในดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างทำการทดลองผ่านก๊าซซมลพิษ แต่จะลดลงหลังจากหยุดปล่อยก๊าซซมลพิษ จะเห็นได้ว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียและปริมาณไนเตรทในดินจะตรงกันข้าม อธิบายได้ จาก ระยะเวลาที่ทำการทดสอบปล่อยก๊าซซมลพิษ ดินตัวกลางจะได้รับก๊าซออกซิเจน จำนวนมากจากอากาศที่ผ่านเข้า

ระบบ เกิดกระบวนการออกซิไดซ์ แอมโมเนียไปเป็นไนเตรท โดยจุลินทรีย์จำพวกแอโรบิก จึงทำให้ปริมาณแอมโมเนียในดินลดลง และเพิ่มปริมาณไนเตรทในดินขึ้น แต่หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองผ่านก๊าซมลพิษทั้งดินตัวกลางไว้ในแบบจำลองเป็นเวลา 10 วัน โดยไม่ผ่านก๊าซและน้ำ พบว่าปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ส่วนไนเตรทจะมีค่าลดลง ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจาก เมื่อหยุดจ่ายก๊าซมลพิษจะมีออกซิเจนผ่านเข้าระบบน้อยลง ปริมาณไนเตรทจำนวนมากในระบบจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียตามกระบวนการ Immobilization เพื่อให้ระบบเข้าสู่สมดุล ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการทางชีวภาพและไม่สามารถเกิดขึ้นได้ถ้าสารอินทรีย์ (Organic content) ในดินมีปริมาณไม่มากพอที่จะเกิดการเจริญเติบโตของมวลจุลินทรีย์ต่างๆในดินได้ จากการทดสอบพบว่าดินตัวกลางทั้ง 3 มีปริมาณสารอินทรีย์ในดินสูงกว่าดินธรรมดาทั่วไปอยู่แล้ว ทำให้ผลการทดลองดินตัวกลางทั้ง 3 ชนิดไม่ต่างกันมากนัก

จากการคำนวณปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง (ภาคผนวก) พบว่าปริมาณไนเตรทเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 1.6 – 2.0 มก./กก. ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นจริงส่วนใหญ่มาจากการเปลี่ยนรูปแอมโมเนียเป็นไนเตรท

จากตาราง 4.4-4.6 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ของระบบ EAPS โดยใช้ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และดินสีดาเป็นดินตัวกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 40 – 60 % ในการทดสอบกับมลพิษความเข้มข้นสูง (3 – 5 ppm) ตัวกลางที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ดินสีดา (60.1%) รองลงมาคือ ปุ๋ยคอก (56.7%) และต่ำสุดคือ ปุ๋ยหมัก (45.6%) ส่วนการทดสอบกับมลพิษความเข้มข้นต่ำ (NO ต่ำกว่า 1 ppm) พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO_x จะมีค่าเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 20 – 40 % ดังตาราง 4.11 ดินตัวกลางทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ใกล้เคียงกันมาก จะมีเพียงการทดสอบปุ๋ยคอก ชุดการทดลองที่ 1 (250 ppm) เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพการกำจัด ถึง 60% นอกนั้นจะอยู่ในช่วง ช่วง 20 – 40 % ใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ของการทดลองทั้ง 2 ช่วง (ช่วงความเข้มข้นสูง และ ช่วงความเข้มข้นต่ำ) มีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ในช่วงความเข้มข้นสูงมลพิษมีก๊าซ NO_2 เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงและประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO_2 สูงถึง 100% (เนื่องจากก๊าซ NO_2 ละลายน้ำได้ดีกว่าก๊าซ NO) ประสิทธิภาพการกำจัด NO_x จึงสูงกว่าการทดลองในช่วงความเข้มข้นมลพิษต่ำที่มลพิษ NO_x มีเพียงก๊าซ NO เป็นส่วนประกอบอย่างเดียว

ข้อมูลจากบริษัท Fujita CO. ทำให้ทราบว่ากลไกของระบบจะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเมื่อทำการทดลองต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 1 ปี จะทำให้กลไกทางชีวภาพเริ่มทำงาน จุลชีพที่ใช้ในโตรเจนในดินจะเริ่มดึงไนโตรเจนที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือไปใช้เป็นอาหาร จึงทำให้ประสิทธิภาพของระบบ EAPS เพิ่มขึ้นดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ประสิทธิภาพการกำจัด NO₂, NO และ NO_x ที่เปลี่ยนแปลงในการทดสอบระยะยาว

พิจารณาจากผลการทดลองตัวกลางทั้ง 3 ชนิด พบว่า ตัวกลางที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวกลางในระบบ EAPS คือ ดินสีดา เนื่องจากมีการทรุดตัวและเกิดการบดอัดตัวน้อยกว่าดินชนิดอื่น สังเกตได้จากความดันลวดของระบบจะเกิดน้อยมากเมื่อใช้ดินสีดาเป็นตัวกลาง แม้ดินสีดาจะมีความเหมาะสมกับระบบ EAPS ในด้านกายภาพ แต่ทางด้านชีวภาพและเคมี ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักน่าจะมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนในดินสูง เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลชีพที่ใช้ในโตรเจนเป็นอาหาร หากแก้ไขข้อบกพร่องทางกายภาพของปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักได้ จะทำให้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักเป็นตัวกลางที่เหมาะสมกับระบบ EAPS ในระยะยาว

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) โดยระบบ EAPS ได้ข้อสรุปดังนี้

- 1) พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO_2 ของระบบ EAPS ที่ใช้ตัวกลางทั้ง 3 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และ ดินสีดา มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 100% ที่ความเข้มข้น NO_2 1-1.5 ppm (High concentration test) ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ NO มีค่าเฉลี่ยประมาณ 20-40% (Low concentration test) จึงจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ของระบบจะขึ้นกับสัดส่วนของก๊าซ NO_2 ถ้าในกระแสมลพิษ NO_x มีสัดส่วน $\text{NO}_2 : \text{NO}$ มากประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ก็จะสูงขึ้นตาม
- 2) ความดันลดของระบบจะเพิ่มขึ้นตามเวลา เนื่องจากเกิดการบดอัดตัวของดินตัวกลาง (Consolidation) จากน้ำหนักของดินตัวกลางในช่วงที่ไม่ได้ผ่านอากาศ ดินสีดามีเส้นใยมะพร้าวอยู่ระหว่างเม็ดดินจึงทำให้ดินไม่อัดตัวเป็นเนื้อเดียวกัน จึงทำให้ความดันลดไม่เพิ่มขึ้นมากเท่าดินตัวกลางชนิดอื่น ดินสีดาจึงเป็นดินที่เหมาะสมกับระบบ EAPS ในช่วงแรกที่ไม่มีการบดอัดทางชีวภาพมาเกี่ยวข้องในการบำบัดมากนัก
- 3) จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าขณะที่ทำการทดสอบผ่านก๊าซมลพิษ ปริมาณแอมโมเนียในดินจะลดลง เปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท จากกระบวนการออกซิไดซ์แอมโมเนีย ของจุลินทรีย์จำพวกแอโรบิก หลังจากหยุดผ่านก๊าซให้ระบบจะพบว่าปริมาณไนเตรทจะลดลง ส่วนปริมาณแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้น
- 4) pH ของดินลดลงหลังผ่านการทดสอบ และเพิ่มขึ้นหลังจากหยุดทำการทดสอบ สอดคล้องกับการลดลงของปริมาณแอมโมเนียในดินระหว่างการทดสอบ และเพิ่มขึ้นหลังหยุดผ่านก๊าซ การเปลี่ยนแปลง pH ในดินขึ้นกับการเปลี่ยนรูประหว่างปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทในดิน

- 5) พบว่าหลังการผ่านการทดสอบแต่ละช่วงความเข้มข้นประสิทธิภาพการกำจัดของระบบเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อาจกล่าวได้ว่าไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากขอบเขตเวลาทำการทดสอบยังไม่สามารถทำให้เกิดกระบวนการทางชีวภาพขึ้นในระบบ

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

- 1) เนื่องจากประสิทธิภาพการกำจัด NO_2 สูงกว่า NO ควรศึกษาการทดสอบการกำจัดก๊าซ NO โดยปล่อยก๊าซ โอโซน(O_3) เข้าไปผสมเพื่อให้ก๊าซ NO เปลี่ยนไปเป็น NO_2 และตรวจวัดประสิทธิภาพการกำจัด NO_x
- 2) เพื่อแก้ไขปัญหาจากความดันลดที่เกิดขึ้นจากการหลุดตัวของปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักควรศึกษาผลการทดลองผสมปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดกับไยมะพร้าวเพื่อป้องกันการจับตัวของดิน
- 3) ควรศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดมลพิษจากก๊าซ CO ของระบบ EAPS โดยใช้ดินตัวกลางที่เหมาะสมกับมลพิษแต่ละชนิด
- 4) ควรศึกษาประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ของระบบที่มีการปลูกพืชตระกูลถั่วที่ใช้ในโตรเจนเป็นสารอาหารในดินตัวกลางของระบบ EAPS
- 5) ควรศึกษาประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ในระยะยาวประมาณ 1 ปีเพื่อทดสอบว่าประสิทธิภาพจากกลไกทางชีวภาพจะเกิดขึ้น ตามข้อมูลของบริษัท Fujita co. กล่าวอ้างหรือไม่
- 6) ควรศึกษาผลของกลไกทางชีวภาพที่มีต่อระบบโดยทดสอบดินที่ไม่มีปริมาณสารอินทรีย์กับระบบ EAPS ตรวจสอบประสิทธิภาพการกำจัด NO_x ทั้งระยะสั้น และระยะยาว รวมถึงปริมาณไนโตรเจนที่เปลี่ยนแปลงในดินด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ควบคุมมลพิษ, กรม. (2544). *มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พ.ศ. 2538) และข้อมูลจุดตรวจคุณภาพอากาศกรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (อัคราณา)
- ศ.ดร.ทัศนีย์ อัคราณา และ รศ.ดร.จรัญ จันทร์เจริญสุข. (2542). *แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มเสนีย์, นิตยา มหาผล และ ชีระ เกรอต. (2540). *มลภาวะอากาศ*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Aimi , R.(1960). "Cell Physiological Study on the Root Function". Proceeding of Cron Science Society Japan 89 :51-54
- Alexander, M.(1961). "Microbiology of the Rhizosphere". *Introduction to Soil Microbiology*,pp. 442-459. Edited by Wiley,J.Tokyo : Wiley International Edition.1961
- Ball,D.F.(1964). Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non calcareous soils.*J.Soil Sci.* 15:84-92
- Becking,J.H. (1970a) Plant-endophyte symbiosis in non-leguminus plants. *Plant and Soil*, 32:611-54
- Bergersen, F.J.& Hipsley,E.H.(1970). The presence of N₂-fixing bacteria in the intestines of man and animals. *J.gen.Microbiol.*,60: 61-5
- Breed,R.S.,Murray,E.C.D.& Smith,N.R.(1957). *Bergey's Manual of Determinative bacteriology*, 7 th edn.Baltimore: Williams & Wilkins.
- Bremer, J.M. (1960). *Determination of Nitrogen in Soil*. Journal of Agricultural Science 55 (1960) : 11-33.

- Burns,R.C.&Hardy,R.W.F.(1975) *Nitrogen fixation in bacteria and higher plants*. New York: Springer
- Chatt,J.(1980) Chemistry relevant to the biological fixation of nitrogen .In *Nitrogen fixation.Proc. Phytochem.Soc.Eur.,Symp.no.18,ed.W.D.P.Stewart&J.R.Gallon,pp.1-18*.London:Academic Press.
- Davies,B.E.(1974). Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter.*Soil Sci.Soc.Am.Proc.*38:150-151.
- Dobereiner,J.&Depolli,H.(1980) Diazotrophic rhizocoenoses. In *Nitrogen fixation. Proc.Phytochem.Soc.Eur.Symp.no.18,ed. W.D.P.Strwart & J.R.Gallon,pp.301-33*.London:Academic Press.
- Lang,G.(1970) Mossbauer spectroscopy of haem proteins.*Q.Rev.Biophy.*,3:1-60.
- Mitchell,J.1932.The origin,nature,and importance of soil organic constituents having base exchange properties.*J.Am.Soc.Agron.*24:256-275
- Ruinen,J.(1974) Nitrogen fixation in the phyllosphere .In *The biology of nitrogen fixation*. Ed.pp.121-67. Amsterdam: North Holland.
- Shanmugam,K.T.& Valentine,R.C.(1975) Microbial production of ammonium ion from nitrogen. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*,72:136-9
- Patterson, D.J. and Henein, N.A. (1972) *Emissions from Combustion Engines and Their Control*, Ann Arbor Science, Michigan.
- Rather, J.B. (1917). An accurate loss on ignition method for determination of organic matter in soils. *Arkansas Agr.Exp.Sta.Bull.* 140.
- Read,J.W.,(1921). Rapid dry combustion method for simultaneous determination of soil organic matter and organic carbon.*J.Ind.Eng.Chem.* 13:305-307
- Robinson, W.O. (1927). The determination of organic matter in soils by means of hydrogen peroxide.*J.Agr.Res.* 34:339-356
- S.L. Jansson and J. Persson.(1982). "Mineralization and Immobilization of Soil Nitrogen,"in F.J.Stevenson,Ed.,*Nitrogen in Agricultural Soil*, American Society of Agronomy,Madison,Wis,pp.229-252.
- World Health Organization. "Environmental Health Criteria 4 : Oxides of Nitrogen" Geneva 1977



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คำนวณปริมาณไนเตรทสะสมในดินส่วนที่เกิดจากการทดลอง

Mw ของ NO = 20 ; นน.ปุ๋ยคอกที่ใช้ทดลอง = 45.6 กก.; นน.ปุ๋ยหมักที่ใช้ทดลอง = 49.09 กก. ; นน.ดินสีดำที่ใช้ทดลอง = 49.54 กก.

$$\text{mg/m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{Mw}}{24.5}$$

ปุ๋ยคอก

ชุดการทดลองที่ 1

Inlet เฉลี่ย 306.30 ppb.

Outlet เฉลี่ย 122.40 ppb.

$$\text{Retaintion} = 306.30 - 122.40 = 183.90 \text{ ppb.} = \frac{183.90 \times 20}{24.5 \times 1000} = 0.15 \text{ mg/m}^3$$

Q = 60 L/min , Time = 6 hr = 360 min

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{0.15 \times 60 \times 360 \times 10}{1000} = 32.4 \text{ mg}$$

ชุดการทดลองที่ 2

Inlet เฉลี่ย 462.60 ppb.

Outlet เฉลี่ย 366.30 ppb.

$$\text{Retaintion} = 462.60 - 366.30 = 96.30 \text{ ppb.}$$

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{96.30 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 16.97 \text{ mg}$$

ชุดการทดลองที่ 3

Inlet เฉลี่ย 710.60 ppb.

Outlet เฉลี่ย 452.30 ppb.

Retaintion = 710.60 – 452.30 = 258 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{258 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 45.47 \text{ mg}$$

ปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นทดสอบทั้ง 3 ชุดการทดลองเท่ากับ

$$= \frac{32.4 + 16.97 + 45.47}{45.6} = 2.07 \text{ mg/Kg}$$

ปุ๋ยหมัก

ชุดการทดลองที่ 1

Inlet เฉลี่ย 262.00 ppb.

Outlet เฉลี่ย 176.80 ppb.

Retaintion = 262 – 176.8 = 85.2 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{85.20 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 15.01 \text{ mg}$$

ชุดการทดลองที่ 2

Inlet เฉลี่ย 557.67 ppb.

Outlet เฉลี่ย 389.43 ppb.

Retaintion = 557.67 – 389.43 = 168.24 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{168.24 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 29.65 \text{ mg}$$

ชุดการทดลองที่ 3

Inlet เฉลี่ย 737.67 ppb.

Outlet เฉลี่ย 483.14 ppb.

Retaintion = 737.67 – 483.14 = 304.52 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{304.52 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 53.67 \text{ mg}$$

$$1000 \times 1000$$

ปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นทดสอบทั้ง 3 ชุดการทดลองเท่ากับ

$$= \frac{15.01 + 29.65 + 53.67}{49.09} = 2.0 \text{ mg/Kg}$$

ดินสีดา

ชุดการทดลองที่ 1

Inlet เฉลี่ย 268.67 ppb.

Outlet เฉลี่ย 178.14 ppb.

Retainion = 268.67 – 178.14 = 90.52 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{90.52 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 15.95 \text{ mg}$$

ชุดการทดลองที่ 2

Inlet เฉลี่ย 497.00 ppb.

Outlet เฉลี่ย 326.71 ppb.

Retainion = 497 – 326.71 = 170.29 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{170.29 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 30.01 \text{ mg}$$

ชุดการทดลองที่ 3

Inlet เฉลี่ย 695.33 ppb.

Outlet เฉลี่ย 501.14 ppb.

Retainion = 695.33 – 501.14 = 194.19 ppb.

ปริมาณไนเตรทสะสม 10 วันระหว่างที่ทดสอบชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ

$$= \frac{194.19 \times 0.816 \times 60 \times 360 \times 10}{1000 \times 1000} = 34.22 \text{ mg}$$

ปริมาณไนเตรทที่เพิ่มขึ้นทดสอบทั้ง 3 ชุดการทดลองเท่ากับ

$$= \frac{15.95 + 30.01 + 34.22}{49.09} = 1.61 \text{ mg/Kg}$$

Date	9/2/01
Flow	60 L/min
Temp	30 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	9:36:00
End time	15:36:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	32
2 hr	32
3 hr	31
4 hr	29
5 hr	29
6 hr	28

ตาราง ผ.1 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่1ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
9:37:08	344.078	10:21:08	281.563	11:05:08	375.824	11:49:08	289.866	12:33:08	270.574	13:17:08	265.201	14:01:08	294.75	14:45:08	289.377	15:29:08	278.632
9:38:08	330.159	10:22:08	283.516	11:06:08	371.184	11:50:08	287.912	12:34:08	276.19	13:18:08	265.446	14:02:08	294.75	14:46:08	292.064	15:30:08	281.563
9:39:08	324.786	10:23:08	286.203	11:07:08	361.661	11:51:08	292.796	12:35:08	272.039	13:19:08	266.178	14:03:08	299.634	14:47:08	291.575	15:31:08	279.853
9:40:08	329.915	10:24:08	287.179	11:08:08	362.393	11:52:08	286.935	12:36:08	271.795	13:20:08	270.818	14:04:08	294.261	14:48:08	285.714	15:32:08	278.388
9:41:08	328.449	10:25:08	282.54	11:09:08	361.172	11:53:08	289.866	12:37:08	268.62	13:21:08	262.759	14:05:08	297.68	14:49:08	289.866	15:33:08	274.237
9:42:08	322.1	10:26:08	280.586	11:10:08	358.73	11:54:08	286.447	12:38:08	267.643	13:22:08	265.446	14:06:08	292.796	14:50:08	289.377	15:34:08	276.679
9:43:08	328.205	10:27:08	280.098	11:11:08	358.486	11:55:08	289.377	12:39:08	270.818	13:23:08	267.399	14:07:08	294.261	14:51:08	284.982	15:35:08	277.656
9:44:08	321.856	10:28:08	287.424	11:12:08	347.985	11:56:08	286.203	12:40:08	272.283	13:24:08	269.353	14:08:08	298.168	14:52:08	289.866	15:36:08	276.679
9:45:08	321.368	10:29:08	279.121	11:13:08	343.834	11:57:08	284.737	12:41:08	272.527	13:25:08	263.248	14:09:08	335.287	14:53:08	282.784		
9:46:08	318.681	10:30:08	282.54	11:14:08	344.078	11:58:08	282.295	12:42:08	266.422	13:26:08	261.538	14:10:08	353.358	14:54:08	289.377		
9:47:08	315.751	10:31:08	282.784	11:15:08	339.194	11:59:08	282.54	12:43:08	271.062	13:27:08	267.399	14:11:08	350.427	14:55:08	290.842		
9:48:08	318.681	10:32:08	288.645	11:16:08	339.438	12:00:08	279.365	12:44:08	272.039	13:28:08	274.237	14:12:08	339.194	14:56:08	285.958		
9:49:08	308.913	10:33:08	281.563	11:17:08	331.38	12:01:08	285.226	12:45:08	270.085	13:29:08	267.399	14:13:08	336.996	14:57:08	286.447		
9:50:08	310.867	10:34:08	283.028	11:18:08	334.31	12:02:08	280.342	12:46:08	270.574	13:30:08	272.039	14:14:08	338.706	14:58:08	291.087		
9:51:08	311.111	10:35:08	283.028	11:19:08	325.275	12:03:08	280.83	12:47:08	270.33	13:31:08	268.62	14:15:08	334.554	14:59:08	285.47		
9:52:08	310.379	10:36:08	283.761	11:20:08	326.496	12:04:08	277.9	12:48:08	275.458	13:32:08	269.353	14:16:08	329.426	15:00:08	283.028		
9:53:08	308.425	10:37:08	289.133	11:21:08	324.786	12:05:08	284.005	12:49:08	285.958	13:33:08	272.039	14:17:08	325.031	15:01:08	284.493		
9:54:08	309.646	10:38:08	283.028	11:22:08	321.612	12:06:08	283.516	12:50:08	287.668	13:34:08	264.957	14:18:08	328.449	15:02:08	280.586		
9:55:08	302.564	10:39:08	284.005	11:23:08	322.833	12:07:08	281.319	12:51:08	287.424	13:35:08	270.818	14:19:08	323.321	15:03:08	285.714		
9:56:08	303.541	10:40:08	285.714	11:24:08	315.507	12:08:08	280.83	12:52:08	285.47	13:36:08	270.33	14:20:08	327.473	15:04:08	282.784		
9:57:08	305.739	10:41:08	284.982	11:25:08	318.437	12:09:08	285.226	12:53:08	285.958	13:37:08	269.841	14:21:08	324.786	15:05:08	286.447		
9:58:08	313.065	10:42:08	289.621	11:26:08	315.263	12:10:08	280.586	12:54:08	283.272	13:38:08	274.725	14:22:08	313.065	15:06:08	284.982		
9:59:08	299.634	10:43:08	285.226	11:27:08	308.181	12:11:08	284.493	12:55:08	279.853	13:39:08	272.527	14:23:08	316.484	15:07:08	281.319		
10:00:08	303.785	10:44:08	284.493	11:28:08	308.425	12:12:08	276.435	12:56:08	278.144	13:40:08	280.342	14:24:08	312.332	15:08:08	286.447		
10:01:08	301.587	10:45:08	288.4	11:29:08	308.913	12:13:08	281.807	12:57:08	274.725	13:41:08	271.551	14:25:08	312.332	15:09:08	280.586		
10:02:08	297.192	10:46:08	289.133	11:30:08	304.762	12:14:08	280.83	12:58:08	280.83	13:42:08	280.098	14:26:08	306.227	15:10:08	280.342		
10:03:08	296.703	10:47:08	288.645	11:31:08	306.96	12:15:08	275.946	12:59:08	277.167	13:43:08	277.656	14:27:08	306.227	15:11:08	288.935		
10:04:08	289.133	10:48:08	289.133	11:32:08	299.145	12:16:08	279.121	13:00:08	274.969	13:44:08	279.853	14:28:08	304.762	15:12:08	288.889		
10:05:08	286.935	10:49:08	294.994	11:33:08	305.495	12:17:08	277.411	13:01:08	270.574	13:45:08	278.632	14:29:08	309.89	15:13:08	282.784		
10:06:08	287.179	10:50:08	284.982	11:34:08	302.076	12:18:08	275.946	13:02:08	270.33	13:46:08	284.493	14:30:08	310.867	15:14:08	285.226		
10:07:08	284.737	10:51:08	296.948	11:35:08	297.436	12:19:08	273.993	13:03:08	269.353	13:47:08	284.493	14:31:08	304.762	15:15:08	280.83		
10:08:08	286.203	10:52:08	289.621	11:36:08	300.122	12:20:08	285.958	13:04:08	270.085	13:48:08	280.586	14:32:08	304.029	15:16:08	277.411		
10:09:08	285.714	10:53:08	289.866	11:37:08	297.436	12:21:08	278.632	13:05:08	266.667	13:49:08	283.028	14:33:08	299.878	15:17:08	284.982		
10:10:08	284.249	10:54:08	294.017	11:38:08	293.04	12:22:08	277.9	13:06:08	268.864	13:50:08	286.447	14:34:08	296.703	15:18:08	281.319		
10:11:08	280.098	10:55:08	285.47	11:39:08	289.621	12:23:08	274.969	13:07:08	268.864	13:51:08	284.737	14:35:08	290.598	15:19:08	284.005		
10:12:08	283.761	10:56:08	290.842	11:40:08	293.529	12:24:08	275.214	13:08:08	267.888	13:52:08	287.179	14:36:08	294.994	15:20:08	284.982		
10:13:08	285.958	10:57:08	307.692	11:41:08	295.238	12:25:08	279.609	13:09:08	266.911	13:53:08	289.133	14:37:08	298.657	15:21:08	281.807		
10:14:08	283.516	10:58:08	357.998	11:42:08	289.377	12:26:08	275.946	13:10:08	265.69	13:54:08	289.377	14:38:08	295.482	15:22:08	274.237		
10:15:08	285.47	10:59:08	384.127	11:43:08	284.017	12:27:08	275.946	13:11:08	266.667	13:55:08	286.935	14:39:08	294.505	15:23:08	284.005		
10:16:08	283.516	11:00:08	382.662	11:44:08	284.737	12:28:08	274.725	13:12:08	268.376	13:56:08	289.866	14:40:08	291.819	15:24:08	280.342		
10:17:08	278.144	11:01:08	384.371	11:45:08	296.215	12:29:08	275.946	13:13:08	265.201	13:57:08	288.889	14:41:08	292.308	15:25:08	277.9		
10:18:08	278.632	11:02:08	382.418	11:46:08	291.331	12:30:08	269.841	13:14:08	265.446	13:58:08	292.064	14:42:08	287.179	15:26:08	276.19		
10:19:08	283.761	11:03:08	379.976	11:47:08	292.552	12:31:08	271.306	13:15:08	264.225	13:59:08	294.017	14:43:08	287.912	15:27:08	281.319		
10:20:08	284.493	11:04:08	372.161	11:48:08	286.935	12:32:08	271.551	13:16:08	268.376	14:00:08	293.529	14:44:08	292.796	15:28:08	278.632		

Date	10/2/01
Flow	60 L/min
Temp	32 c
Page type	Analog
Store time	0:00:30
Start time	13:49:21
End time	19:48:51
Records I	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	35
2 hr	34
3 hr	33
4 hr	32
5 hr	30
6 hr	29

ตาราง ผ.2 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่ 2 ชุดการทดลองที่ 1 (250 ppb) ปล่อยออก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
13:49:51	294.505	14:33:51	360.2	15:17:51	309.65	16:01:51	302.808	16:45:51	306.227	17:29:51	332.601	18:13:51	331.624	18:57:51	314.774	19:41:51	315.507
13:50:51	297.68	14:34:51	357.02	15:18:51	306.47	16:02:51	307.204	16:46:51	301.343	17:30:51	364.835	18:14:51	334.066	18:58:51	319.414	19:42:51	302.808
13:51:51	310.134	14:35:51	346.62	15:19:51	316.97	16:03:51	301.343	16:47:51	305.739	17:31:51	387.79	18:15:51	336.264	18:59:51	321.123	19:43:51	304.762
13:52:51	313.797	14:36:51	343.59	15:20:51	317.95	16:04:51	303.785	16:48:51	302.32	17:32:51	384.615	18:16:51	338.217	19:00:51	316.728	19:44:51	309.158
13:53:51	314.042	14:37:51	345.3	15:21:51	315.02	16:05:51	304.273	16:49:51	301.343	17:33:51	386.325	18:17:51	343.101	19:01:51	315.018	19:45:51	307.692
13:54:51	317.949	14:38:51	338.46	15:22:51	308.91	16:06:51	306.96	16:50:51	308.425	17:34:51	380.22	18:18:51	335.775	19:02:51	315.263	19:46:51	312.088
13:55:51	309.89	14:39:51	342.61	15:23:51	316.24	16:07:51	300.122	16:51:51	311.355	17:35:51	373.382	18:19:51	346.276	19:03:51	321.856	19:47:51	307.692
13:56:51	308.913	14:40:51	338.22	15:24:51	312.08	16:08:51	302.076	16:52:51	308.181	17:36:51	375.58	18:20:51	349.695	19:04:51	319.414	19:48:51	305.983
13:57:51	310.867	14:41:51	340.17	15:25:51	308.67	16:09:51	308.425	16:53:51	305.983	17:37:51	380.952	18:21:51	354.579	19:05:51	327.717		
13:58:51	318.437	14:42:51	331.87	15:26:51	309.4	16:10:51	305.983	16:54:51	308.913	17:38:51	368.742	18:22:51	338.706	19:06:51	315.263		
13:59:51	314.774	14:43:51	338.95	15:27:51	309.4	16:11:51	303.297	16:55:51	305.739	17:39:51	367.766	18:23:51	332.357	19:07:51	315.751		
14:00:51	312.821	14:44:51	333.33	15:28:51	305.01	16:12:51	303.541	16:56:51	302.32	17:40:51	371.917	18:24:51	329.182	19:08:51	317.949		
14:01:51	316.972	14:45:51	342.86	15:29:51	308.18	16:13:51	298.413	16:57:51	307.692	17:41:51	370.94	18:25:51	330.891	19:09:51	312.576		
14:02:51	306.471	14:46:51	344.57	15:30:51	297.19	16:14:51	309.89	16:58:51	306.471	17:42:51	359.219	18:26:51	331.624	19:10:51	320.879		
14:03:51	311.111	14:47:51	338.71	15:31:51	304.76	16:15:51	303.297	16:59:51	301.587	17:43:51	373.138	18:27:51	332.845	19:11:51	311.111		
14:04:51	297.68	14:48:51	332.85	15:32:51	306.23	16:16:51	304.029	17:00:51	304.029	17:44:51	366.789	18:28:51	328.449	19:12:51	315.263		
14:05:51	306.96	14:49:51	330.65	15:33:51	307.69	16:17:51	299.145	17:01:51	308.158	17:45:51	360.684	18:29:51	327.717	19:13:51	318.437		
14:06:51	297.68	14:50:51	328.94	15:34:51	307.45	16:18:51	300.122	17:02:51	299.878	17:46:51	368.01	18:30:51	325.519	19:14:51	320.147		
14:07:51	299.634	14:51:51	333.33	15:35:51	308.91	16:19:51	298.168	17:03:51	304.273	17:47:51	355.8	18:31:51	324.054	19:15:51	315.751		
14:08:51	304.273	14:52:51	321.12	15:36:51	313.31	16:20:51	310.623	17:04:51	318.437	17:48:51	354.335	18:32:51	330.159	19:16:51	315.263		
14:09:51	296.459	14:53:51	326.25	15:37:51	300.86	16:21:51	304.518	17:05:51	321.612	17:49:51	354.09	18:33:51	325.519	19:17:51	324.054		
14:10:51	301.099	14:54:51	331.38	15:38:51	307.2	16:22:51	305.25	17:06:51	316.972	17:50:51	357.509	18:34:51	329.915	19:18:51	318.681		
14:11:51	301.099	14:55:51	326.98	15:39:51	309.65	16:23:51	306.96	17:07:51	315.018	17:51:51	358.974	18:35:51	326.984	19:19:51	319.17		
14:12:51	300.122	14:56:51	322.34	15:40:51	306.23	16:24:51	306.471	17:08:51	314.042	17:52:51	355.8	18:36:51	327.228	19:20:51	309.646		
14:13:51	298.413	14:57:51	317.95	15:41:51	301.1	16:25:51	305.006	17:09:51	307.204	17:53:51	360.44	18:37:51	333.822	19:21:51	310.379		
14:14:51	305.495	14:58:51	321.37	15:42:51	299.15	16:26:51	304.273	17:10:51	320.391	17:54:51	356.777	18:38:51	326.496	19:22:51	313.553		
14:15:51	299.878	14:59:51	325.76	15:43:51	308.43	16:27:51	311.355	17:11:51	319.17	17:55:51	350.183	18:39:51	324.786	19:23:51	318.926		
14:16:51	311.6	15:00:51	326.98	15:44:51	311.11	16:28:51	300.122	17:12:51	313.065	17:56:51	356.777	18:40:51	323.077	19:24:51	318.926		
14:17:51	305.25	15:01:51	323.81	15:45:51	304.27	16:29:51	306.716	17:13:51	321.123	17:57:51	344.811	18:41:51	323.321	19:25:51	313.065		
14:18:51	333.578	15:02:51	327.23	15:46:51	305.01	16:30:51	305.983	17:14:51	316.728	17:58:51	346.52	18:42:51	326.984	19:26:51	303.785		
14:19:51	361.416	15:03:51	315.26	15:47:51	299.88	16:31:51	302.076	17:15:51	313.309	17:59:51	345.055	18:43:51	325.275	19:27:51	317.46		
14:20:51	376.557	15:04:51	323.57	15:48:51	305.25	16:32:51	306.96	17:16:51	317.46	18:00:51	342.369	18:44:51	317.46	19:28:51	318.193		
14:21:51	373.871	15:05:51	312.58	15:49:51	298.17	16:33:51	304.029	17:17:51	321.856	18:01:51	339.438	18:45:51	329.915	19:29:51	316.972		
14:22:51	369.231	15:06:51	316.73	15:50:51	298.17	16:34:51	299.145	17:18:51	317.216	18:02:51	342.369	18:46:51	324.786	19:30:51	313.797		
14:23:51	379.243	15:07:51	317.71	15:51:51	304.27	16:35:51	305.739	17:19:51	317.46	18:03:51	343.59	18:47:51	324.542	19:31:51	310.379		
14:24:51	374.603	15:08:51	320.64	15:52:51	306.47	16:36:51	303.785	17:20:51	326.984	18:04:51	344.078	18:48:51	314.53	19:32:51	322.344		
14:25:51	377.289	15:09:51	325.76	15:53:51	300.61	16:37:51	301.099	17:21:51	320.147	18:05:51	341.88	18:49:51	322.1	19:33:51	322.833		
14:26:51	366.789	15:10:51	315.02	15:54:51	302.81	16:38:51	301.832	17:22:51	316.728	18:06:51	332.357	18:50:51	316.484	19:34:51	311.6		
14:27:51	367.766	15:11:51	315.51	15:55:51	303.54	16:39:51	305.739	17:23:51	322.1	18:07:51	335.287	18:51:51	323.565	19:35:51	317.216		
14:28:51	363.614	15:12:51	322.59	15:56:51	302.81	16:40:51	304.762	17:24:51	326.74	18:08:51	330.647	18:52:51	314.042	19:36:51	318.926		
14:29:51	366.056	15:13:51	307.94	15:57:51	310.87	16:41:51	310.623	17:25:51	315.995	18:09:51	337.729	18:53:51	315.018	19:37:51	308.913		
14:30:51	366.3	15:14:51	316.97	15:58:51	300.86	16:42:51	305.495	17:26:51	326.252	18:10:51	334.554	18:54:51	319.902	19:38:51	310.379		
14:31:51	365.311	15:15:51	321.61	15:59:51	303.05	16:43:51	301.343	17:27:51	324.298	18:11:51	333.333	18:55:51	322.1	19:39:51	314.286		
14:32:51	358.73	15:16:51	313.55	16:00:51	305.98	16:44:51	297.68	17:28:51	321.123	18:12:51	334.554	18:56:51	318.926	19:40:51	305.25		

Date	1/3/01
Flow	60 L/min
Temp	32 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	12:33:16
End time	18:32:46
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	40
2 hr	38
3 hr	37
4 hr	35
5 hr	33
6 hr	32

ตาราง ผ.3 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่3 ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
12:33:46	310.867	13:17:46	254.212	14:01:46	294.281	14:45:46	289.621	15:29:46	316.484	16:13:46	329.915	16:57:46	309.402	17:41:46	302.32	18:25:46	320.147
12:34:46	318.437	13:18:46	266.422	14:02:46	287.424	14:46:46	279.609	15:30:46	317.949	16:14:46	328.205	16:58:46	309.158	17:42:46	304.762	18:26:46	307.204
12:35:46	299.389	13:19:46	266.422	14:03:46	296.948	14:47:46	284.493	15:31:46	310.867	16:15:46	325.031	16:59:46	302.32	17:43:46	302.808	18:27:46	314.042
12:36:46	303.785	13:20:46	300.855	14:04:46	293.04	14:48:46	288.645	15:32:46	322.589	16:16:46	326.496	17:00:46	307.692	17:44:46	301.832	18:28:46	322.1
12:37:46	299.634	13:21:46	310.134	14:05:46	296.459	14:49:46	281.575	15:33:46	312.088	16:17:46	321.123	17:01:46	307.448	17:45:46	296.703	18:29:46	322.589
12:38:46	304.762	13:22:46	303.297	14:06:46	291.331	14:50:46	287.912	15:34:46	314.286	16:18:46	321.368	17:02:46	314.53	17:46:46	302.076	18:30:46	308.913
12:39:46	294.994	13:23:46	305.983	14:07:46	290.842	14:51:46	285.47	15:35:46	343.834	16:19:46	322.1	17:03:46	311.844	17:47:46	305.25	18:31:46	317.46
12:40:46	295.971	13:24:46	307.936	14:08:46	293.529	14:52:46	281.563	15:36:46	393.651	16:20:46	325.275	17:04:46	305.983	17:48:46	305.495	18:32:46	313.553
12:41:46	292.552	13:25:46	308.181	14:09:46	297.436	14:53:46	284.249	15:37:46	404.64	16:21:46	324.054	17:05:46	308.913	17:49:46	297.436		
12:42:46	286.691	13:26:46	309.158	14:10:46	295.238	14:54:46	284.737	15:38:46	406.838	16:22:46	323.077	17:06:46	316.972	17:50:46	302.564		
12:43:46	283.761	13:27:46	305.25	14:11:46	281.807	14:55:46	285.47	15:39:46	400.244	16:23:46	323.321	17:07:46	315.751	17:51:46	304.762		
12:44:46	287.179	13:28:46	293.773	14:12:46	285.714	14:56:46	290.354	15:40:46	393.162	16:24:46	318.926	17:08:46	304.762	17:52:46	300.611		
12:45:46	282.295	13:29:46	310.379	14:13:46	286.691	14:57:46	284.982	15:41:46	393.162	16:25:46	317.216	17:09:46	313.797	17:53:46	309.89		
12:46:46	286.203	13:30:46	298.413	14:14:46	291.819	14:58:46	289.621	15:42:46	386.569	16:26:46	321.612	17:10:46	306.471	17:54:46	294.017		
12:47:46	274.725	13:31:46	303.052	14:15:46	288.4	14:59:46	284.982	15:43:46	388.523	16:27:46	310.658	17:11:46	305.006	17:55:46	304.029		
12:48:46	271.795	13:32:46	300.366	14:16:46	294.261	15:00:46	288.168	15:44:46	387.057	16:28:46	316.484	17:12:46	308.181	17:56:46	299.389		
12:49:46	277.656	13:33:46	302.32	14:17:46	285.958	15:01:46	295.238	15:45:46	383.883	16:29:46	317.216	17:13:46	299.389	17:57:46	306.471		
12:50:46	277.656	13:34:46	304.762	14:18:46	285.714	15:02:46	293.529	15:46:46	381.685	16:30:46	320.635	17:14:46	308.425	17:58:46	302.808		
12:51:46	273.993	13:35:46	306.227	14:19:46	290.842	15:03:46	288.156	15:47:46	363.658	16:31:46	324.786	17:15:46	304.518	17:59:46	305.25		
12:52:46	277.411	13:36:46	300.611	14:20:46	283.272	15:04:46	287.424	15:48:46	372.405	16:32:46	315.263	17:16:46	305.25	18:00:46	307.692		
12:53:46	269.585	13:37:46	296.948	14:21:46	292.796	15:05:46	299.389	15:49:46	379.731	16:33:46	305.739	17:17:46	311.111	18:01:46	305.25		
12:54:46	256.166	13:38:46	301.099	14:22:46	283.761	15:06:46	297.68	15:50:46	364.591	16:34:46	311.844	17:18:46	299.634	18:02:46	309.158		
12:55:46	264.469	13:39:46	304.029	14:23:46	294.017	15:07:46	299.145	15:51:46	366.3	16:35:46	318.681	17:19:46	304.762	18:03:46	310.134		
12:56:46	261.294	13:40:46	296.459	14:24:46	287.179	15:08:46	294.75	15:52:46	360.44	16:36:46	309.89	17:20:46	312.332	18:04:46	312.332		
12:57:46	267.399	13:41:46	295.482	14:25:46	273.016	15:09:46	296.948	15:53:46	356.288	16:37:46	311.355	17:21:46	304.273	18:05:46	303.297		
12:58:46	260.562	13:42:46	299.878	14:26:46	284.982	15:10:46	309.158	15:54:46	352.869	16:38:46	322.589	17:22:46	311.111	18:06:46	302.32		
12:59:46	259.341	13:43:46	294.75	14:27:46	282.784	15:11:46	301.343	15:55:46	353.358	16:39:46	313.309	17:23:46	308.913	18:07:46	298.657		
13:00:46	255.922	13:44:46	288.4	14:28:46	283.516	15:12:46	301.587	15:56:46	347.497	16:40:46	310.867	17:24:46	307.936	18:08:46	306.227		
13:01:46	254.212	13:45:46	296.703	14:29:46	284.982	15:13:46	306.471	15:57:46	340.904	16:41:46	308.181	17:25:46	310.134	18:09:46	304.029		
13:02:46	260.073	13:46:46	298.413	14:30:46	285.714	15:14:46	297.68	15:58:46	344.567	16:42:46	312.578	17:26:46	302.076	18:10:46	302.32		
13:03:46	260.562	13:47:46	295.971	14:31:46	285.958	15:15:46	299.389	15:59:46	350.427	16:43:46	316.972	17:27:46	298.657	18:11:46	313.309		
13:04:46	259.829	13:48:46	299.389	14:32:46	286.935	15:16:46	306.227	16:00:46	341.392	16:44:46	312.332	17:28:46	309.158	18:12:46	307.692		
13:05:46	248.84	13:49:46	294.017	14:33:46	279.609	15:17:46	308.669	16:01:46	339.194	16:45:46	312.332	17:29:46	303.297	18:13:46	318.193		
13:06:46	247.619	13:50:46	298.057	14:34:46	287.912	15:18:46	305.495	16:02:46	335.531	16:46:46	302.808	17:30:46	296.215	18:14:46	299.634		
13:07:46	251.038	13:51:46	299.145	14:35:46	282.051	15:19:46	314.53	16:03:46	332.845	16:47:46	306.96	17:31:46	301.832	18:15:46	307.204		
13:08:46	246.398	13:52:46	288.4	14:36:46	283.516	15:20:46	298.168	16:04:46	338.462	16:48:46	315.263	17:32:46	295.238	18:16:46	308.425		
13:09:46	252.747	13:53:46	299.878	14:37:46	291.087	15:21:46	299.145	16:05:46	341.148	16:49:46	306.716	17:33:46	309.646	18:17:46	315.018		
13:10:46	251.038	13:54:46	291.331	14:38:46	282.051	15:22:46	310.623	16:06:46	328.449	16:50:46	305.739	17:34:46	304.273	18:18:46	308.181		
13:11:46	251.526	13:55:46	302.808	14:39:46	301.832	15:23:46	313.309	16:07:46	324.786	16:51:46	313.065	17:35:46	303.052	18:19:46	304.518		
13:12:46	257.387	13:56:46	301.832	14:40:46	284.737	15:24:46	312.821	16:08:46	336.508	16:52:46	307.204	17:36:46	303.541	18:20:46	310.134		
13:13:46	244.689	13:57:46	292.552	14:41:46	277.411	15:25:46	308.913	16:09:46	338.462	16:53:46	302.564	17:37:46	316.239	18:21:46	309.402		
13:14:46	245.91	13:58:46	300.122	14:42:46	284.737	15:26:46	320.635	16:10:46	334.554	16:54:46	313.309	17:38:46	307.936	18:22:46	311.355		
13:15:46	255.678	13:59:46	295.238	14:43:46	277.167	15:27:46	310.379	16:11:46	328.694	16:55:46	313.309	17:39:46	306.227	18:23:46	312.576		
13:16:46	253.48	14:00:46	294.75	14:44:46	286.691	15:28:46	312.332	16:12:46	322.589	16:56:46	313.797	17:40:46	307.204	18:24:46	308.913		

Date	6/2/01	Time	P loss (mm H2O)
Flow	60 L/min	1 hr	37
Temp	32 c	2 hr	36
Page typ	Analog	3 hr	34
Store tim	0:00:30	4 hr	33
Start tim	12:41:44	5 hr	31
End time	18:41:14	6 hr	30
Records	720		

ตาราง ผ.4 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่ ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
12:42:14	142.613	13:26:14	136.996	14:10:14	131.38	14:54:14	120.147	15:38:14	103.297	16:22:14	149.206	17:06:14	180.464	17:50:14	164.103	18:34:14	178.999
12:43:14	135.043	13:27:14	134.554	14:11:14	112.088	14:55:14	128.205	15:39:14	119.17	16:23:14	137.973	17:07:14	178.022	17:51:14	166.545	18:35:14	179.487
12:44:14	141.392	13:28:14	156.532	14:12:14	116.972	14:56:14	112.576	15:40:14	113.553	16:24:14	141.88	17:08:14	152.137	17:52:14	184.615	18:36:14	180.464
12:45:14	139.194	13:29:14	162.149	14:13:14	110.867	14:57:14	137.485	15:41:14	121.856	16:25:14	145.788	17:09:14	164.347	17:53:14	173.138	18:37:14	190.232
12:46:14	141.88	13:30:14	162.393	14:14:14	106.716	14:58:14	131.38	15:42:14	134.554	16:26:14	149.206	17:10:14	170.696	17:54:14	147.497	18:38:14	193.407
12:47:14	151.893	13:31:14	168.01	14:15:14	129.426	14:59:14	104.029	15:43:14	106.96	16:27:14	107.448	17:11:14	147.741	17:55:14	157.021	18:39:14	201.709
12:48:14	149.695	13:32:14	161.416	14:16:14	129.67	15:00:14	88.4	15:44:14	123.565	16:28:14	132.601	17:12:14	160.195	17:56:14	172.894	18:40:14	191.697
12:49:14	156.044	13:33:14	150.427	14:17:14	141.88	15:01:14	95.726	15:45:14	126.007	16:29:14	140.415	17:13:14	160.44	17:57:14	180.708	18:41:14	178.999
12:50:14	161.661	13:34:14	149.451	14:18:14	136.508	15:02:14	110.134	15:46:14	102.808	16:30:14	121.856	17:14:14	162.149	17:58:14	156.044		
12:51:14	152.869	13:35:14	150.427	14:19:14	112.576	15:03:14	126.007	15:47:14	122.589	16:31:14	114.286	17:15:14	181.929	17:59:14	166.545		
12:52:14	145.788	13:36:14	165.079	14:20:14	115.507	15:04:14	121.123	15:48:14	127.473	16:32:14	115.751	17:16:14	205.861	18:00:14	166.056		
12:53:14	135.531	13:37:14	166.789	14:21:14	122.833	15:05:14	108.425	15:49:14	121.368	16:33:14	99.145	17:17:14	216.117	18:01:14	189.744		
12:54:14	139.194	13:38:14	159.463	14:22:14	113.797	15:06:14	109.646	15:50:14	115.263	16:34:14	104.274	17:18:14	214.408	18:02:14	180.952		
12:55:14	131.136	13:39:14	142.613	14:23:14	116.972	15:07:14	115.507	15:51:14	122.344	16:35:14	126.496	17:19:14	208.547	18:03:14	173.626		
12:56:14	148.962	13:40:14	159.707	14:24:14	125.763	15:08:14	121.368	15:52:14	131.136	16:36:14	115.263	17:20:14	193.651	18:04:14	192.918		
12:57:14	157.998	13:41:14	159.463	14:25:14	124.298	15:09:14	129.182	15:53:14	140.659	16:37:14	137.241	17:21:14	175.092	18:05:14	191.941		
12:58:14	147.253	13:42:14	153.846	14:26:14	130.647	15:10:14	133.089	15:54:14	121.856	16:38:14	143.59	17:22:14	179.791	18:06:14	195.849		
12:59:14	149.206	13:43:14	148.718	14:27:14	132.112	15:11:14	131.136	15:55:14	119.17	16:39:14	134.799	17:23:14	175.824	18:07:14	178.755		
13:00:14	151.404	13:44:14	164.591	14:28:14	109.158	15:12:14	135.287	15:56:14	133.333	16:40:14	130.647	17:24:14	194.872	18:08:14	177.289		
13:01:14	153.358	13:45:14	166.3	14:29:14	98.168	15:13:14	117.705	15:57:14	133.333	16:41:14	119.17	17:25:14	197.558	18:09:14	184.86		
13:02:14	149.939	13:46:14	169.963	14:30:14	99.145	15:14:14	142.369	15:58:14	122.833	16:42:14	137.485	17:26:14	203.175	18:10:14	158.73		
13:03:14	157.021	13:47:14	154.823	14:31:14	98.901	15:15:14	121.612	15:59:14	140.904	16:43:14	138.217	17:27:14	205.617	18:11:14	168.254		
13:04:14	145.543	13:48:14	163.37	14:32:14	123.565	15:16:14	95.726	16:00:14	130.159	16:44:14	142.125	17:28:14	201.465	18:12:14	182.418		
13:05:14	158.73	13:49:14	178.266	14:33:14	110.134	15:17:14	114.286	16:01:14	125.763	16:45:14	148.23	17:29:14	201.709	18:13:14	192.43		
13:06:14	156.288	13:50:14	179.487	14:34:14	94.017	15:18:14	120.391	16:02:14	123.321	16:46:14	119.658	17:30:14	205.861	18:14:14	169.231		
13:07:14	158.73	13:51:14	170.452	14:35:14	84.005	15:19:14	121.123	16:03:14	119.658	16:47:14	148.962	17:31:14	187.546	18:15:14	176.313		
13:08:14	153.358	13:52:14	173.626	14:36:14	87.179	15:20:14	112.332	16:04:14	113.309	16:48:14	136.996	17:32:14	171.917	18:16:14	187.057		
13:09:14	133.822	13:53:14	164.835	14:37:14	100.122	15:21:14	102.808	16:05:14	129.67	16:49:14	139.438	17:33:14	187.546	18:17:14	180.708		
13:10:14	125.519	13:54:14	161.661	14:38:14	105.006	15:22:14	103.541	16:06:14	148.962	16:50:14	156.288	17:34:14	192.918	18:18:14	187.057		
13:11:14	148.962	13:55:14	170.208	14:39:14	93.284	15:23:14	113.309	16:07:14	131.624	16:51:14	152.381	17:35:14	175.824	18:19:14	159.951		
13:12:14	136.02	13:56:14	168.498	14:40:14	111.6	15:24:14	114.042	16:08:14	137.485	16:52:14	145.055	17:36:14	159.707	18:20:14	165.324		
13:13:14	144.078	13:57:14	160.684	14:41:14	117.46	15:25:14	105.983	16:09:14	126.984	16:53:14	141.148	17:37:14	169.475	18:21:14	196.093		
13:14:14	142.857	13:58:14	170.896	14:42:14	113.797	15:26:14	83.516	16:10:14	134.066	16:54:14	150.183	17:38:14	177.289	18:22:14	181.929		
13:15:14	139.194	13:59:14	169.475	14:43:14	101.832	15:27:14	111.111	16:11:14	132.357	16:55:14	162.149	17:39:14	194.383	18:23:14	177.045		
13:16:14	141.88	14:00:14	157.998	14:44:14	101.587	15:28:14	123.077	16:12:14	146.276	16:56:14	159.219	17:40:14	183.394	18:24:14	180.708		
13:17:14	149.206	14:01:14	155.067	14:45:14	90.698	15:29:14	107.937	16:13:14	147.497	16:57:14	178.266	17:41:14	199.291	18:25:14	163.126		
13:18:14	156.777	14:02:14	162.149	14:46:14	100.611	15:30:14	107.692	16:14:14	131.38	16:58:14	169.963	17:42:14	183.639	18:26:14	166.545		
13:19:14	159.961	14:03:14	196.337	14:47:14	101.343	15:31:14	115.018	16:15:14	143.101	16:59:14	157.265	17:43:14	162.882	18:27:14	176.068		
13:20:14	162.393	14:04:14	212.943	14:48:14	100.122	15:32:14	123.81	16:16:14	140.904	17:00:14	160.684	17:44:14	153.602	18:28:14	186.081		
13:21:14	163.37	14:05:14	191.453	14:49:14	100.366	15:33:14	105.495	16:17:14	131.868	17:01:14	156.044	17:45:14	159.707	18:29:14	183.15		
13:22:14	153.114	14:06:14	169.963	14:50:14	113.797	15:34:14	102.564	16:18:14	145.055	17:02:14	159.707	17:46:14	174.847	18:30:14	168.254		
13:23:14	153.358	14:07:14	173.871	14:51:14	111.6	15:35:14	94.261	16:19:14	153.602	17:03:14	167.766	17:47:14	165.324	18:31:14	182.173		
13:24:14	124.786	14:08:14	198.046	14:52:14	97.924	15:36:14	95.482	16:20:14	145.543	17:04:14	186.569	17:48:14	174.359	18:32:14	202.442		
13:25:14	121.612	14:09:14	166.545	14:53:14	108.913	15:37:14	93.04	16:21:14	135.531	17:05:14	195.116	17:49:14	174.603	18:33:14	178.022		

Date	7/2/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	10:42:15
End time	16:41:45
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	42
2 hr	40
3 hr	39
4 hr	37
5 hr	35
6 hr	33

ตาราง ผ.5 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่2 ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
10:42:45	107.448	11:26:45	83.516	12:10:45	92.552	12:54:45	102.808	13:38:45	145.788	14:22:45	119.414	15:06:45	156.532	15:50:45	152.137	16:34:45	187.302
10:43:45	114.286	11:27:45	81.319	12:11:45	82.54	12:55:45	106.716	13:39:45	141.392	14:23:45	130.891	15:07:45	142.613	15:51:45	152.625	16:35:45	201.465
10:44:45	108.669	11:28:45	86.935	12:12:45	98.168	12:56:45	116.972	13:40:45	142.125	14:24:45	133.822	15:08:45	122.1	15:52:45	150.183	16:36:45	187.546
10:45:45	104.518	11:29:45	73.016	12:13:45	107.204	12:57:45	125.031	13:41:45	122.589	14:25:45	111.6	15:09:45	109.89	15:53:45	135.043	16:37:45	193.162
10:46:45	105.495	11:30:45	56.899	12:14:45	105.006	12:58:45	127.717	13:42:45	139.438	14:26:45	114.042	15:10:45	129.67	15:54:45	142.369	16:38:45	197.802
10:47:45	121.612	11:31:45	63.248	12:15:45	98.413	12:59:45	113.797	13:43:45	163.126	14:27:45	126.74	15:11:45	126.252	15:55:45	130.647	16:39:45	178.999
10:48:45	110.867	11:32:45	81.319	12:16:45	104.518	13:00:45	119.902	13:44:45	156.777	14:28:45	136.02	15:12:45	136.752	15:56:45	133.333	16:40:45	197.07
10:49:45	104.274	11:33:45	94.261	12:17:45	97.68	13:01:45	123.321	13:45:45	140.415	14:29:45	146.764	15:13:45	147.985	15:57:45	136.508	16:41:45	200
10:50:45	95.238	11:34:45	105.006	12:18:45	107.448	13:02:45	119.17	13:46:45	138.462	14:30:45	135.775	15:14:45	126.984	15:58:45	136.752		
10:51:45	97.436	11:35:45	108.425	12:19:45	112.576	13:03:45	114.53	13:47:45	132.112	14:31:45	118.926	15:15:45	136.996	15:59:45	138.217		
10:52:45	89.621	11:36:45	96.459	12:20:45	99.878	13:04:45	120.635	13:48:45	116.484	14:32:45	128.205	15:16:45	132.357	16:00:45	137.241		
10:53:45	94.017	11:37:45	92.796	12:21:45	90.354	13:05:45	118.193	13:49:45	120.391	14:33:45	132.112	15:17:45	129.182	16:01:45	142.857		
10:54:45	90.598	11:38:45	94.994	12:22:45	98.413	13:06:45	123.077	13:50:45	135.043	14:34:45	135.775	15:18:45	127.961	16:02:45	148.718		
10:55:45	90.598	11:39:45	72.283	12:23:45	92.796	13:07:45	111.111	13:51:45	147.009	14:35:45	132.357	15:19:45	132.845	16:03:45	157.509		
10:56:45	88.4	11:40:45	80.098	12:24:45	84.249	13:08:45	97.436	13:52:45	126.74	14:36:45	121.123	15:20:45	118.926	16:04:45	155.311		
10:57:45	78.877	11:41:45	89.377	12:25:45	87.179	13:09:45	104.274	13:53:45	123.565	14:37:45	127.717	15:21:45	135.775	16:05:45	161.416		
10:58:45	92.063	11:42:45	98.657	12:26:45	85.958	13:10:45	116.239	13:54:45	145.788	14:38:45	125.763	15:22:45	136.752	16:06:45	157.753		
10:59:45	89.621	11:43:45	85.47	12:27:45	106.716	13:11:45	130.403	13:55:45	154.823	14:39:45	126.252	15:23:45	140.415	16:07:45	153.114		
11:00:45	78.877	11:44:45	89.133	12:28:45	103.541	13:12:45	118.437	13:56:45	104.274	14:40:45	127.717	15:24:45	121.123	16:08:45	154.579		
11:01:45	83.028	11:45:45	79.365	12:29:45	104.518	13:13:45	118.193	13:57:45	96.459	14:41:45	115.018	15:25:45	138.462	16:09:45	150.672		
11:02:45	74.969	11:46:45	97.68	12:30:45	106.96	13:14:45	118.193	13:58:45	107.448	14:42:45	129.182	15:26:45	139.438	16:10:45	159.951		
11:03:45	88.4	11:47:45	98.657	12:31:45	98.657	13:15:45	110.379	13:59:45	119.902	14:43:45	128.449	15:27:45	119.658	16:11:45	149.451		
11:04:45	83.516	11:48:45	73.016	12:32:45	102.32	13:16:45	98.657	14:00:45	106.227	14:44:45	144.078	15:28:45	114.53	16:12:45	151.404		
11:05:45	89.377	11:49:45	86.447	12:33:45	111.111	13:17:45	116.726	14:01:45	112.088	14:45:45	135.531	15:29:45	130.403	16:13:45	148.962		
11:06:45	95.238	11:50:45	82.784	12:34:45	99.389	13:18:45	104.762	14:02:45	131.136	14:46:45	137.241	15:30:45	148.718	16:14:45	141.88		
11:07:45	92.552	11:51:45	86.691	12:35:45	89.377	13:19:45	85.47	14:03:45	129.67	14:47:45	138.217	15:31:45	139.194	16:15:45	133.333		
11:08:45	86.935	11:52:45	82.295	12:36:45	67.155	13:20:45	99.878	14:04:45	129.67	14:48:45	146.52	15:32:45	123.565	16:16:45	142.613		
11:09:45	91.331	11:53:45	88.156	12:37:45	52.991	13:21:45	99.634	14:05:45	136.508	14:49:45	138.217	15:33:45	141.636	16:17:45	140.171		
11:10:45	88.4	11:54:45	83.272	12:38:45	82.784	13:22:45	132.357	14:06:45	132.601	14:50:45	114.042	15:34:45	143.834	16:18:45	142.125		
11:11:45	88.889	11:55:45	106.716	12:39:45	78.877	13:23:45	169.475	14:07:45	147.253	14:51:45	113.553	15:35:45	141.392	16:19:45	132.845		
11:12:45	96.215	11:56:45	95.482	12:40:45	69.841	13:24:45	175.092	14:08:45	143.59	14:52:45	129.182	15:36:45	144.811	16:20:45	145.055		
11:13:45	109.158	11:57:45	85.958	12:41:45	102.076	13:25:45	173.871	14:09:45	124.542	14:53:45	126.252	15:37:45	149.451	16:21:45	147.985		
11:14:45	102.076	11:58:45	86.447	12:42:45	113.065	13:26:45	176.801	14:10:45	141.148	14:54:45	125.275	15:38:45	125.519	16:22:45	151.893		
11:15:45	89.866	11:59:45	86.447	12:43:45	91.575	13:27:45	154.579	14:11:45	114.774	14:55:45	134.066	15:39:45	137.729	16:23:45	150.183		
11:16:45	85.714	12:00:45	87.179	12:44:45	96.947	13:28:45	166.789	14:12:45	121.123	14:56:45	132.845	15:40:45	127.473	16:24:45	157.509		
11:17:45	89.621	12:01:45	77.411	12:45:45	101.587	13:29:45	171.673	14:13:45	132.601	14:57:45	130.159	15:41:45	137.485	16:25:45	133.089		
11:18:45	95.726	12:02:45	88.889	12:46:45	82.54	13:30:45	152.625	14:14:45	131.38	14:58:45	123.077	15:42:45	112.332	16:26:45	131.624		
11:19:45	101.832	12:03:45	83.761	12:47:45	92.552	13:31:45	147.985	14:15:45	135.043	14:59:45	123.321	15:43:45	123.321	16:27:45	153.602		
11:20:45	92.308	12:04:45	92.552	12:48:45	88.645	13:32:45	135.287	14:16:45	143.59	15:00:45	126.007	15:44:45	129.182	16:28:45	139.438		
11:21:45	93.04	12:05:45	86.203	12:49:45	99.878	13:33:45	148.23	14:17:45	164.347	15:01:45	130.403	15:45:45	126.007	16:29:45	144.078		
11:22:45	93.773	12:06:45	88.4	12:50:45	106.471	13:34:45	138.217	14:18:45	156.044	15:02:45	138.462	15:46:45	142.125	16:30:45	152.625		
11:23:45	67.399	12:07:45	96.947	12:51:45	103.541	13:35:45	132.845	14:19:45	125.275	15:03:45	136.264	15:47:45	147.009	16:31:45	139.438		
11:24:45	79.121	12:08:45	97.436	12:52:45	118.926	13:36:45	138.462	14:20:45	117.46	15:04:45	145.055	15:48:45	153.602	16:32:45	161.416		
11:25:45	84.005	12:09:45	90.598	12:53:45	104.029	13:37:45	133.578	14:21:45	132.112	15:05:45	158.486	15:49:45	156.777	16:33:45	194.872		

Date	8/2/01	Time	P loss (mm H2O)
Flow	60 L/min	1 hr	37
Temp	33 c	2 hr	35
Page typ	Analog	3 hr	34
Store tim	0:00:30	4 hr	33
Start tim	11:15:03	5 hr	32
End time	17:14:33	6 hr	30
Records	720		

ตาราง ผ.6 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่3 ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
11:15:33	105.006	11:59:33	137.973	12:43:33	135.043	13:27:33	137.973	14:11:33	129.67	14:55:33	135.287	15:39:33	152.625	16:23:33	143.834	17:07:33	141.392
11:16:33	103.053	12:00:33	140.171	12:44:33	140.904	13:28:33	119.658	14:12:33	129.182	14:56:33	134.31	15:40:33	153.602	16:24:33	126.74	17:08:33	130.891
11:17:33	106.227	12:01:33	142.857	12:45:33	121.123	13:29:33	124.786	14:13:33	135.775	14:57:33	138.706	15:41:33	146.276	16:25:33	119.414	17:09:33	140.904
11:18:33	111.355	12:02:33	131.624	12:46:33	134.554	13:30:33	138.217	14:14:33	137.241	14:58:33	131.868	15:42:33	140.904	16:26:33	128.205	17:10:33	132.112
11:19:33	105.983	12:03:33	132.112	12:47:33	137.241	13:31:33	137.973	14:15:33	127.473	14:59:33	130.891	15:43:33	148.718	16:27:33	130.159	17:11:33	136.284
11:20:33	98.657	12:04:33	126.496	12:48:33	133.578	13:32:33	128.449	14:16:33	132.357	15:00:33	140.171	15:44:33	146.52	16:28:33	138.706	17:12:33	138.217
11:21:33	102.564	12:05:33	134.31	12:49:33	132.601	13:33:33	136.02	14:17:33	114.042	15:01:33	143.346	15:45:33	142.613	16:29:33	138.217	17:13:33	141.148
11:22:33	95.482	12:06:33	125.031	12:50:33	123.565	13:34:33	135.775	14:18:33	128.694	15:02:33	164.591	15:46:33	132.845	16:30:33	137.729	17:14:33	143.101
11:23:33	111.111	12:07:33	130.647	12:51:33	125.519	13:35:33	127.961	14:19:33	124.786	15:03:33	200.977	15:47:33	123.81	16:31:33	124.298		
11:24:33	100.611	12:08:33	127.961	12:52:33	124.542	13:36:33	133.089	14:20:33	138.95	15:04:33	207.814	15:48:33	133.333	16:32:33	137.973		
11:25:33	94.017	12:09:33	134.799	12:53:33	128.205	13:37:33	140.659	14:21:33	142.369	15:05:33	189.988	15:49:33	133.578	16:33:33	135.043		
11:26:33	92.308	12:10:33	151.16	12:54:33	131.624	13:38:33	125.275	14:22:33	128.205	15:06:33	183.883	15:50:33	137.485	16:34:33	140.415		
11:27:33	104.762	12:11:33	139.927	12:55:33	131.868	13:39:33	125.763	14:23:33	129.182	15:07:33	188.034	15:51:33	131.38	16:35:33	134.066		
11:28:33	100.366	12:12:33	133.333	12:56:33	116.239	13:40:33	130.647	14:24:33	124.054	15:08:33	187.79	15:52:33	127.717	16:36:33	129.915		
11:29:33	97.924	12:13:33	137.241	12:57:33	126.007	13:41:33	124.298	14:25:33	123.565	15:09:33	186.081	15:53:33	120.879	16:37:33	124.054		
11:30:33	111.6	12:14:33	128.694	12:58:33	133.089	13:42:33	116.728	14:26:33	132.357	15:10:33	166.545	15:54:33	126.007	16:38:33	130.891		
11:31:33	112.332	12:15:33	140.904	12:59:33	128.694	13:43:33	121.123	14:27:33	120.147	15:11:33	171.673	15:55:33	128.694	16:39:33	142.857		
11:32:33	108.425	12:16:33	140.659	13:00:33	126.74	13:44:33	120.391	14:28:33	131.136	15:12:33	158.486	15:56:33	124.786	16:40:33	136.752		
11:33:33	111.111	12:17:33	130.159	13:01:33	131.38	13:45:33	109.402	14:29:33	128.938	15:13:33	143.59	15:57:33	145.055	16:41:33	133.578		
11:34:33	105.006	12:18:33	124.542	13:02:33	133.578	13:46:33	106.96	14:30:33	138.462	15:14:33	143.834	15:58:33	134.799	16:42:33	139.438		
11:35:33	102.564	12:19:33	134.066	13:03:33	122.833	13:47:33	115.751	14:31:33	140.171	15:15:33	165.079	15:59:33	126.984	16:43:33	150.427		
11:36:33	109.402	12:20:33	140.904	13:04:33	120.635	13:48:33	127.228	14:32:33	146.52	15:16:33	149.695	16:00:33	122.344	16:44:33	123.81		
11:37:33	113.797	12:21:33	129.182	13:05:33	108.913	13:49:33	127.473	14:33:33	132.601	15:17:33	164.591	16:01:33	121.368	16:45:33	122.589		
11:38:33	122.833	12:22:33	121.612	13:06:33	126.496	13:50:33	129.182	14:34:33	123.077	15:18:33	168.987	16:02:33	130.891	16:46:33	98.413		
11:39:33	111.355	12:23:33	142.125	13:07:33	139.438	13:51:33	134.799	14:35:33	123.565	15:19:33	152.869	16:03:33	129.67	16:47:33	135.531		
11:40:33	109.89	12:24:33	128.694	13:08:33	125.763	13:52:33	134.554	14:36:33	128.694	15:20:33	153.358	16:04:33	130.891	16:48:33	145.543		
11:41:33	108.425	12:25:33	136.508	13:09:33	123.077	13:53:33	132.112	14:37:33	137.729	15:21:33	166.545	16:05:33	126.496	16:49:33	146.52		
11:42:33	108.669	12:26:33	125.031	13:10:33	125.275	13:54:33	115.751	14:38:33	139.683	15:22:33	158.73	16:06:33	99.878	16:50:33	140.659		
11:43:33	115.995	12:27:33	126.007	13:11:33	136.264	13:55:33	129.182	14:39:33	139.194	15:23:33	151.893	16:07:33	123.321	16:51:33	145.543		
11:44:33	114.774	12:28:33	127.961	13:12:33	119.658	13:56:33	115.263	14:40:33	152.869	15:24:33	149.206	16:08:33	130.647	16:52:33	125.519		
11:45:33	102.076	12:29:33	134.799	13:13:33	132.357	13:57:33	114.286	14:41:33	152.137	15:25:33	160.44	16:09:33	126.496	16:53:33	125.275		
11:46:33	118.681	12:30:33	133.578	13:14:33	116.728	13:58:33	135.287	14:42:33	136.02	15:26:33	133.822	16:10:33	117.216	16:54:33	140.904		
11:47:33	130.891	12:31:33	127.228	13:15:33	124.298	13:59:33	134.31	14:43:33	136.752	15:27:33	140.415	16:11:33	125.519	16:55:33	146.764		
11:48:33	127.473	12:32:33	129.426	13:16:33	128.938	14:00:33	135.775	14:44:33	147.253	15:28:33	136.02	16:12:33	120.147	16:56:33	136.264		
11:49:33	118.193	12:33:33	143.834	13:17:33	108.181	14:01:33	133.089	14:45:33	145.299	15:29:33	142.613	16:13:33	127.961	16:57:33	129.915		
11:50:33	119.414	12:34:33	129.426	13:18:33	117.216	14:02:33	135.043	14:46:33	152.137	15:30:33	139.927	16:14:33	128.694	16:58:33	149.451		
11:51:33	134.31	12:35:33	118.926	13:19:33	127.717	14:03:33	129.182	14:47:33	153.602	15:31:33	143.346	16:15:33	131.136	16:59:33	149.206		
11:52:33	150.427	12:36:33	116.239	13:20:33	127.228	14:04:33	133.578	14:48:33	150.183	15:32:33	130.403	16:16:33	145.543	17:00:33	140.904		
11:53:33	149.939	12:37:33	129.182	13:21:33	111.6	14:05:33	136.752	14:49:33	152.381	15:33:33	138.95	16:17:33	138.462	17:01:33	144.322		
11:54:33	145.543	12:38:33	117.216	13:22:33	112.578	14:06:33	131.868	14:50:33	133.089	15:34:33	144.078	16:18:33	137.485	17:02:33	143.346		
11:55:33	132.112	12:39:33	97.192	13:23:33	119.414	14:07:33	126.496	14:51:33	142.857	15:35:33	141.148	16:19:33	135.775	17:03:33	150.183		
11:56:33	141.88	12:40:33	123.321	13:24:33	134.554	14:08:33	135.043	14:52:33	143.59	15:36:33	143.101	16:20:33	127.228	17:04:33	143.346		
11:57:33	141.636	12:41:33	125.031	13:25:33	124.786	14:09:33	116.728	14:53:33	143.59	15:37:33	139.438	16:21:33	147.741	17:05:33	127.473		
11:58:33	124.542	12:42:33	129.182	13:26:33	136.752	14:10:33	130.403	14:54:33	126.984	15:38:33	139.927	16:22:33	152.137	17:06:33	127.961		

Date	11/2/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	14:31:19
End time	20:30:49
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	37
2 hr	35
3 hr	34
4 hr	32
5 hr	31
6 hr	29

ตาราง ผ.7 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่4 ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
14:31:49	49.817	15:15:49	77.411	15:59:49	82.295	16:43:49	98.901	17:27:49	119.17	18:11:49	132.601	18:55:49	108.425	19:39:49	131.868	20:23:49	153.846
14:32:49	68.864	15:16:49	90.11	16:00:49	81.319	16:44:49	96.703	17:28:49	127.961	18:12:49	133.822	18:56:49	118.437	19:40:49	130.647	20:24:49	150.183
14:33:49	73.748	15:17:49	81.319	16:01:49	89.133	16:45:49	81.074	17:29:49	115.507	18:13:49	133.822	18:57:49	113.065	19:41:49	135.043	20:25:49	140.659
14:34:49	52.991	15:18:49	82.54	16:02:49	74.725	16:46:49	88.645	17:30:49	121.123	18:14:49	135.775	18:58:49	115.995	19:42:49	117.949	20:26:49	156.288
14:35:49	52.503	15:19:49	77.656	16:03:49	74.237	16:47:49	79.121	17:31:49	126.252	18:15:49	139.194	18:59:49	115.995	19:43:49	125.519	20:27:49	159.951
14:36:49	63.004	15:20:49	79.121	16:04:49	93.773	16:48:49	70.818	17:32:49	145.055	18:16:49	138.462	19:00:49	126.984	19:44:49	135.043	20:28:49	161.905
14:37:49	60.317	15:21:49	81.074	16:05:49	74.969	16:49:49	82.051	17:33:49	134.554	18:17:49	131.624	19:01:49	103.785	19:45:49	136.264	20:29:49	148.23
14:38:49	63.492	15:22:49	69.841	16:06:49	68.82	16:50:49	98.168	17:34:49	136.02	18:18:49	126.007	19:02:49	127.473	19:46:49	135.775	20:30:49	152.137
14:39:49	64.957	15:23:49	78.144	16:07:49	84.982	16:51:49	96.215	17:35:49	159.219	18:19:49	143.59	19:03:49	134.554	19:47:49	134.31		
14:40:49	52.259	15:24:49	68.132	16:08:49	84.737	16:52:49	86.447	17:36:49	152.625	18:20:49	137.973	19:04:49	124.786	19:48:49	123.321		
14:41:49	56.899	15:25:49	71.795	16:09:49	92.308	16:53:49	97.192	17:37:49	154.09	18:21:49	133.333	19:05:49	113.309	19:49:49	115.263		
14:42:49	53.48	15:26:49	83.028	16:10:49	74.481	16:54:49	90.11	17:38:49	144.078	18:22:49	141.88	19:06:49	122.344	19:50:49	130.403		
14:43:49	57.143	15:27:49	84.249	16:11:49	73.504	16:55:49	82.295	17:39:49	126.984	18:23:49	132.601	19:07:49	102.076	19:51:49	115.018		
14:44:49	56.654	15:28:49	74.725	16:12:49	83.516	16:56:49	92.552	17:40:49	123.077	18:24:49	143.834	19:08:49	114.774	19:52:49	116.972		
14:45:49	57.143	15:29:49	73.016	16:13:49	90.842	16:57:49	92.552	17:41:49	137.485	18:25:49	132.112	19:09:49	108.913	19:53:49	122.1		
14:46:49	58.364	15:30:49	88.4	16:14:49	88.645	16:58:49	95.238	17:42:49	124.786	18:26:49	132.845	19:10:49	129.915	19:54:49	126.496		
14:47:49	48.596	15:31:49	78.877	16:15:49	82.051	16:59:49	101.099	17:43:49	115.018	18:27:49	132.357	19:11:49	117.705	19:55:49	126.984		
14:48:49	53.724	15:32:49	66.422	16:16:49	63.248	17:00:49	99.878	17:44:49	119.658	18:28:49	146.276	19:12:49	104.029	19:56:49	145.788		
14:49:49	57.875	15:33:49	66.911	16:17:49	83.028	17:01:49	100.366	17:45:49	124.786	18:29:49	122.589	19:13:49	113.553	19:57:49	137.241		
14:50:49	61.294	15:34:49	64.225	16:18:49	86.935	17:02:49	103.541	17:46:49	153.358	18:30:49	117.705	19:14:49	115.263	19:58:49	109.646		
14:51:49	61.538	15:35:49	76.19	16:19:49	98.657	17:03:49	115.018	17:47:49	127.228	18:31:49	125.275	19:15:49	111.355	19:59:49	106.96		
14:52:49	66.667	15:36:49	75.702	16:20:49	75.214	17:04:49	105.739	17:48:49	127.473	18:32:49	118.681	19:16:49	115.507	20:00:49	117.46		
14:53:49	58.364	15:37:49	83.272	16:21:49	80.586	17:05:49	88.645	17:49:49	133.578	18:33:49	129.67	19:17:49	133.333	20:01:49	139.438		
14:54:49	52.991	15:38:49	47.619	16:22:49	96.947	17:06:49	89.377	17:50:49	143.346	18:34:49	141.88	19:18:49	126.252	20:02:49	138.95		
14:55:49	52.991	15:39:49	54.457	16:23:49	88.4	17:07:49	103.053	17:51:49	135.287	18:35:49	131.136	19:19:49	134.554	20:03:49	149.451		
14:56:49	60.562	15:40:49	46.886	16:24:49	75.214	17:08:49	109.158	17:52:49	126.496	18:36:49	123.81	19:20:49	129.67	20:04:49	126.74		
14:57:49	63.736	15:41:49	46.154	16:25:49	88.156	17:09:49	108.425	17:53:49	125.275	18:37:49	124.542	19:21:49	121.368	20:05:49	135.775		
14:58:49	57.387	15:42:49	51.038	16:26:49	72.772	17:10:49	98.657	17:54:49	128.938	18:38:49	130.647	19:22:49	115.018	20:06:49	134.799		
14:59:49	58.12	15:43:49	55.922	16:27:49	79.121	17:11:49	108.669	17:55:49	130.891	18:39:49	128.938	19:23:49	118.193	20:07:49	141.392		
15:00:49	47.619	15:44:49	80.342	16:28:49	73.26	17:12:49	111.355	17:56:49	132.845	18:40:49	141.148	19:24:49	126.007	20:08:49	140.659		
15:01:49	46.154	15:45:49	86.935	16:29:49	72.772	17:13:49	102.32	17:57:49	128.694	18:41:49	132.845	19:25:49	120.391	20:09:49	140.904		
15:02:49	66.911	15:46:49	91.331	16:30:49	79.365	17:14:49	109.89	17:58:49	132.112	18:42:49	129.426	19:26:49	114.53	20:10:49	142.857		
15:03:49	77.656	15:47:49	78.388	16:31:49	78.388	17:15:49	119.414	17:59:49	140.171	18:43:49	143.834	19:27:49	117.46	20:11:49	144.322		
15:04:49	81.319	15:48:49	68.132	16:32:49	90.11	17:16:49	118.437	18:00:49	136.752	18:44:49	135.287	19:28:49	106.716	20:12:49	128.74		
15:05:49	83.516	15:49:49	69.353	16:33:49	82.051	17:17:49	114.53	18:01:49	145.299	18:45:49	124.786	19:29:49	125.031	20:13:49	132.601		
15:06:49	76.879	15:50:49	63.98	16:34:49	78.388	17:18:49	107.204	18:02:49	126.252	18:46:49	132.845	19:30:49	130.891	20:14:49	135.531		
15:07:49	72.039	15:51:49	72.527	16:35:49	83.028	17:19:49	110.623	18:03:49	132.845	18:47:49	138.462	19:31:49	136.996	20:15:49	131.38		
15:08:49	71.306	15:52:49	89.821	16:36:49	87.912	17:20:49	123.077	18:04:49	138.95	18:48:49	126.984	19:32:49	145.055	20:16:49	141.88		
15:09:49	74.237	15:53:49	92.552	16:37:49	86.935	17:21:49	118.681	18:05:49	129.182	18:49:49	135.043	19:33:49	134.066	20:17:49	140.415		
15:10:49	85.226	15:54:49	76.679	16:38:49	97.68	17:22:49	120.635	18:06:49	119.658	18:50:49	131.868	19:34:49	129.67	20:18:49	145.299		
15:11:49	55.189	15:55:49	71.551	16:39:49	102.808	17:23:49	124.542	18:07:49	123.81	18:51:49	138.706	19:35:49	126.007	20:19:49	147.741		
15:12:49	78.144	15:56:49	76.923	16:40:49	89.866	17:24:49	117.705	18:08:49	127.473	18:52:49	128.938	19:36:49	138.462	20:20:49	138.462		
15:13:49	81.319	15:57:49	80.586	16:41:49	86.203	17:25:49	123.81	18:09:49	123.321	18:53:49	135.775	19:37:49	127.228	20:21:49	133.822		
15:14:49	77.167	15:58:49	68.132	16:42:49	98.901	17:26:49	107.448	18:10:49	132.112	18:54:49	130.159	19:38:49	126.007	20:22:49	153.602		

Date	12/2/01
Flow	60 L/min
Temp	32 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	12:41:44
End time	18:41:14
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	37
2 hr	36
3 hr	34
4 hr	33
5 hr	31
6 hr	30

ตาราง ผ.8 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่5 ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปล่อยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
12:42:14	142.613	13:26:14	136.996	14:10:14	131.38	14:54:14	120.147	15:38:14	103.297	16:22:14	149.206	17:06:14	180.464	17:50:14	164.103	18:34:14	178.999
12:43:14	135.043	13:27:14	134.554	14:11:14	112.088	14:55:14	126.205	15:39:14	119.17	16:23:14	137.973	17:07:14	178.022	17:51:14	166.545	18:35:14	179.487
12:44:14	141.392	13:28:14	156.532	14:12:14	116.972	14:56:14	112.576	15:40:14	113.553	16:24:14	141.88	17:08:14	152.137	17:52:14	184.615	18:36:14	180.464
12:45:14	139.194	13:29:14	162.149	14:13:14	110.867	14:57:14	137.485	15:41:14	121.856	16:25:14	145.788	17:09:14	164.347	17:53:14	173.138	18:37:14	190.232
12:46:14	141.88	13:30:14	162.393	14:14:14	106.716	14:58:14	131.38	15:42:14	134.554	16:26:14	149.206	17:10:14	170.696	17:54:14	147.497	18:38:14	193.407
12:47:14	151.893	13:31:14	168.01	14:15:14	129.426	14:59:14	104.029	15:43:14	106.96	16:27:14	107.448	17:11:14	147.741	17:55:14	157.021	18:39:14	201.709
12:48:14	149.695	13:32:14	161.416	14:16:14	129.67	15:00:14	88.4	15:44:14	123.565	16:28:14	132.601	17:12:14	160.195	17:56:14	172.894	18:40:14	191.697
12:49:14	156.044	13:33:14	150.427	14:17:14	141.88	15:01:14	95.726	15:45:14	126.007	16:29:14	140.415	17:13:14	160.44	17:57:14	180.708	18:41:14	178.999
12:50:14	161.661	13:34:14	149.451	14:18:14	136.508	15:02:14	110.134	15:46:14	102.808	16:30:14	121.856	17:14:14	162.149	17:58:14	156.044		
12:51:14	152.869	13:35:14	150.427	14:19:14	112.576	15:03:14	126.007	15:47:14	122.589	16:31:14	114.286	17:15:14	181.929	17:59:14	166.545		
12:52:14	145.788	13:36:14	165.079	14:20:14	115.507	15:04:14	121.123	15:48:14	127.473	16:32:14	115.751	17:16:14	205.861	18:00:14	166.056		
12:53:14	135.531	13:37:14	166.789	14:21:14	122.833	15:05:14	108.425	15:49:14	121.368	16:33:14	99.145	17:17:14	216.117	18:01:14	189.744		
12:54:14	139.194	13:38:14	159.463	14:22:14	113.797	15:06:14	109.646	15:50:14	115.263	16:34:14	104.274	17:18:14	214.408	18:02:14	180.952		
12:55:14	131.136	13:39:14	142.613	14:23:14	116.972	15:07:14	115.507	15:51:14	122.344	16:35:14	126.496	17:19:14	208.547	18:03:14	173.626		
12:56:14	148.962	13:40:14	159.707	14:24:14	125.763	15:08:14	121.368	15:52:14	131.136	16:36:14	115.263	17:20:14	193.651	18:04:14	192.918		
12:57:14	157.998	13:41:14	159.463	14:25:14	124.298	15:09:14	129.182	15:53:14	140.659	16:37:14	137.241	17:21:14	175.092	18:05:14	191.941		
12:58:14	147.253	13:42:14	153.846	14:26:14	130.647	15:10:14	133.089	15:54:14	121.856	16:38:14	143.59	17:22:14	179.731	18:06:14	195.849		
12:59:14	149.206	13:43:14	148.718	14:27:14	132.112	15:11:14	131.136	15:55:14	119.17	16:39:14	134.799	17:23:14	175.824	18:07:14	178.755		
13:00:14	151.404	13:44:14	164.591	14:28:14	109.158	15:12:14	135.287	15:56:14	133.333	16:40:14	130.647	17:24:14	194.872	18:08:14	177.289		
13:01:14	153.358	13:45:14	166.3	14:29:14	98.168	15:13:14	117.705	15:57:14	133.333	16:41:14	119.17	17:25:14	197.558	18:09:14	184.86		
13:02:14	149.939	13:46:14	169.963	14:30:14	99.145	15:14:14	142.369	15:58:14	122.833	16:42:14	137.485	17:26:14	203.175	18:10:14	158.73		
13:03:14	157.021	13:47:14	154.823	14:31:14	98.901	15:15:14	121.612	15:59:14	140.904	16:43:14	138.217	17:27:14	205.617	18:11:14	168.254		
13:04:14	145.543	13:48:14	163.37	14:32:14	123.565	15:16:14	95.726	16:00:14	130.159	16:44:14	142.125	17:28:14	201.465	18:12:14	182.418		
13:05:14	158.73	13:49:14	178.266	14:33:14	110.134	15:17:14	114.286	16:01:14	125.763	16:45:14	148.23	17:29:14	201.709	18:13:14	192.43		
13:06:14	156.288	13:50:14	179.487	14:34:14	94.017	15:18:14	120.391	16:02:14	123.321	16:46:14	119.658	17:30:14	205.861	18:14:14	169.231		
13:07:14	158.73	13:51:14	170.452	14:35:14	84.005	15:19:14	121.123	16:03:14	119.658	16:47:14	148.962	17:31:14	187.546	18:15:14	176.313		
13:08:14	153.358	13:52:14	173.626	14:36:14	87.179	15:20:14	112.332	16:04:14	113.309	16:48:14	136.996	17:32:14	171.917	18:16:14	187.057		
13:09:14	133.822	13:53:14	164.835	14:37:14	100.122	15:21:14	102.808	16:05:14	129.67	16:49:14	139.438	17:33:14	187.546	18:17:14	180.708		
13:10:14	125.519	13:54:14	161.661	14:38:14	105.006	15:22:14	103.541	16:06:14	148.962	16:50:14	156.288	17:34:14	192.918	18:18:14	187.057		
13:11:14	148.962	13:55:14	170.208	14:39:14	93.284	15:23:14	113.309	16:07:14	131.624	16:51:14	152.381	17:35:14	175.824	18:19:14	159.951		
13:12:14	136.02	13:56:14	168.498	14:40:14	111.6	15:24:14	114.042	16:08:14	137.485	16:52:14	145.055	17:36:14	159.707	18:20:14	165.324		
13:13:14	144.078	13:57:14	160.684	14:41:14	117.46	15:25:14	105.983	16:09:14	126.984	16:53:14	141.148	17:37:14	169.475	18:21:14	196.093		
13:14:14	142.857	13:58:14	170.696	14:42:14	113.797	15:26:14	83.516	16:10:14	134.066	16:54:14	150.183	17:38:14	177.289	18:22:14	181.929		
13:15:14	139.194	13:59:14	169.475	14:43:14	101.832	15:27:14	111.111	16:11:14	132.357	16:55:14	162.149	17:39:14	194.383	18:23:14	177.045		
13:16:14	141.88	14:00:14	157.998	14:44:14	101.587	15:28:14	123.077	16:12:14	146.276	16:56:14	159.219	17:40:14	183.394	18:24:14	180.708		
13:17:14	149.206	14:01:14	155.067	14:45:14	90.598	15:29:14	107.937	16:13:14	147.497	16:57:14	178.266	17:41:14	198.291	18:25:14	163.126		
13:18:14	156.777	14:02:14	162.149	14:46:14	100.611	15:30:14	107.692	16:14:14	131.38	16:58:14	169.963	17:42:14	183.639	18:26:14	166.545		
13:19:14	159.951	14:03:14	196.337	14:47:14	101.343	15:31:14	115.018	16:15:14	143.101	16:59:14	157.265	17:43:14	162.882	18:27:14	176.068		
13:20:14	162.393	14:04:14	212.943	14:48:14	100.122	15:32:14	123.61	16:16:14	140.904	17:00:14	160.684	17:44:14	153.602	18:28:14	186.081		
13:21:14	163.37	14:05:14	191.453	14:49:14	100.366	15:33:14	105.495	16:17:14	131.868	17:01:14	156.044	17:45:14	159.707	18:29:14	183.15		
13:22:14	153.114	14:06:14	169.963	14:50:14	113.797	15:34:14	102.564	16:18:14	145.055	17:02:14	159.707	17:46:14	174.847	18:30:14	168.254		
13:23:14	153.358	14:07:14	173.871	14:51:14	111.6	15:35:14	94.261	16:19:14	153.602	17:03:14	167.766	17:47:14	165.324	18:31:14	182.173		
13:24:14	124.786	14:08:14	198.046	14:52:14	97.924	15:36:14	95.482	16:20:14	145.543	17:04:14	186.569	17:48:14	174.359	18:32:14	202.442		
13:25:14	121.612	14:09:14	166.545	14:53:14	108.913	15:37:14	93.04	16:21:14	135.531	17:05:14	195.116	17:49:14	174.603	18:33:14	178.022		

Date	13/2/01
Flow	60 L/min
Temp	32 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	9:24:17
End time	15:23:47
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	37
2 hr	35
3 hr	34
4 hr	33
5 hr	31
6 hr	30

ตาราง ผ.9 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่ 6 ชุดการทดลองที่ 1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
9:24:47	85.958	10:08:47	102.808	10:52:47	95.971	11:36:47	85.201	12:20:47	79.365	13:04:47	86.203	13:48:47	95.971	14:32:47	89.377	15:16:47	93.773
9:25:47	96.703	10:09:47	107.937	10:53:47	94.505	11:37:47	73.504	12:21:47	80.586	13:05:47	59.341	13:49:47	86.935	14:33:47	93.529	15:17:47	106.96
9:26:47	87.912	10:10:47	110.379	10:54:47	84.005	11:38:47	82.295	12:22:47	68.864	13:06:47	60.562	13:50:47	76.923	14:34:47	79.121	15:18:47	108.425
9:27:47	91.575	10:11:47	104.762	10:55:47	78.388	11:39:47	75.214	12:23:47	64.713	13:07:47	75.946	13:51:47	92.552	14:35:47	75.702	15:19:47	123.077
9:28:47	90.354	10:12:47	105.006	10:56:47	70.085	11:40:47	83.98	12:24:47	72.283	13:08:47	117.216	13:52:47	103.785	14:36:47	83.516	15:20:47	79.365
9:29:47	89.133	10:13:47	105.739	10:57:47	78.632	11:41:47	69.841	12:25:47	65.201	13:09:47	103.785	13:53:47	101.099	14:37:47	75.458	15:21:47	75.214
9:30:47	89.377	10:14:47	95.971	10:58:47	82.784	11:42:47	75.458	12:26:47	80.342	13:10:47	99.145	13:54:47	107.204	14:38:47	73.748	15:22:47	95.726
9:31:47	89.866	10:15:47	106.96	10:59:47	69.597	11:43:47	83.028	12:27:47	70.33	13:11:47	108.181	13:55:47	119.658	14:39:47	98.413	15:23:47	98.413
9:32:47	99.389	10:16:47	103.297	11:00:47	64.469	11:44:47	92.796	12:28:47	62.759	13:12:47	111.6	13:56:47	85.958	14:40:47	78.877		
9:33:47	81.319	10:17:47	99.389	11:01:47	74.237	11:45:47	81.807	12:29:47	72.527	13:13:47	127.473	13:57:47	70.818	14:41:47	101.099		
9:34:47	91.087	10:18:47	98.657	11:02:47	70.818	11:46:47	74.481	12:30:47	68.376	13:14:47	140.415	13:58:47	66.667	14:42:47	97.192		
9:35:47	76.435	10:19:47	97.436	11:03:47	75.702	11:47:47	54.945	12:31:47	82.295	13:15:47	98.168	13:59:47	76.19	14:43:47	79.365		
9:36:47	77.9	10:20:47	88.4	11:04:47	88.4	11:48:47	55.189	12:32:47	88.4	13:16:47	111.844	14:00:47	74.725	14:44:47	74.969		
9:37:47	84.005	10:21:47	91.819	11:05:47	97.924	11:49:47	67.888	12:33:47	91.331	13:17:47	119.658	14:01:47	87.912	14:45:47	68.864		
9:38:47	79.853	10:22:47	98.901	11:06:47	93.529	11:50:47	63.736	12:34:47	72.283	13:18:47	102.076	14:02:47	87.179	14:46:47	95.482		
9:39:47	82.051	10:23:47	106.471	11:07:47	86.203	11:51:47	69.353	12:35:47	83.028	13:19:47	122.344	14:03:47	110.379	14:47:47	88.645		
9:40:47	77.9	10:24:47	110.134	11:08:47	90.11	11:52:47	79.853	12:36:47	92.552	13:20:47	86.935	14:04:47	102.808	14:48:47	97.68		
9:41:47	84.005	10:25:47	103.053	11:09:47	88.645	11:53:47	72.772	12:37:47	79.365	13:21:47	51.282	14:05:47	103.785	14:49:47	105.983		
9:42:47	64.469	10:26:47	105.25	11:10:47	88.889	11:54:47	54.701	12:38:47	86.447	13:22:47	75.458	14:06:47	110.867	14:50:47	131.868		
9:43:47	78.632	10:27:47	107.446	11:11:47	91.575	11:55:47	51.038	12:39:47	79.853	13:23:47	91.575	14:07:47	87.179	14:51:47	133.578		
9:44:47	75.214	10:28:47	106.471	11:12:47	88.645	11:56:47	65.201	12:40:47	83.272	13:24:47	101.099	14:08:47	70.574	14:52:47	106.471		
9:45:47	73.016	10:29:47	104.274	11:13:47	78.144	11:57:47	57.875	12:41:47	91.819	13:25:47	84.737	14:09:47	82.295	14:53:47	88.889		
9:46:47	81.074	10:30:47	110.867	11:14:47	82.051	11:58:47	63.248	12:42:47	90.354	13:26:47	95.971	14:10:47	77.411	14:54:47	95.482		
9:47:47	84.737	10:31:47	107.937	11:15:47	90.598	11:59:47	57.143	12:43:47	86.203	13:27:47	106.96	14:11:47	89.133	14:55:47	78.877		
9:48:47	91.331	10:32:47	102.808	11:16:47	87.912	12:00:47	61.05	12:44:47	72.527	13:28:47	109.158	14:12:47	77.9	14:56:47	83.028		
9:49:47	88.645	10:33:47	104.029	11:17:47	72.039	12:01:47	81.807	12:45:47	73.748	13:29:47	84.737	14:13:47	88.4	14:57:47	96.947		
9:50:47	82.295	10:34:47	93.04	11:18:47	84.982	12:02:47	78.632	12:46:47	69.841	13:30:47	95.238	14:14:47	72.772	14:58:47	72.283		
9:51:47	74.481	10:35:47	99.878	11:19:47	93.04	12:03:47	66.178	12:47:47	75.214	13:31:47	104.274	14:15:47	86.447	14:59:47	86.691		
9:52:47	82.051	10:36:47	97.436	11:20:47	83.516	12:04:47	63.004	12:48:47	81.319	13:32:47	84.982	14:16:47	92.796	15:00:47	98.901		
9:53:47	79.365	10:37:47	93.284	11:21:47	80.098	12:05:47	61.294	12:49:47	83.761	13:33:47	73.26	14:17:47	101.832	15:01:47	82.784		
9:54:47	70.33	10:38:47	94.994	11:22:47	83.516	12:06:47	81.319	12:50:47	78.877	13:34:47	84.005	14:18:47	83.028	15:02:47	65.934		
9:55:47	80.586	10:39:47	86.691	11:23:47	84.982	12:07:47	82.54	12:51:47	83.761	13:35:47	84.493	14:19:47	93.04	15:03:47	84.737		
9:56:47	101.343	10:40:47	89.377	11:24:47	88.645	12:08:47	72.527	12:52:47	95.971	13:36:47	102.076	14:20:47	104.029	15:04:47	75.458		
9:57:47	98.657	10:41:47	94.994	11:25:47	85.958	12:09:47	80.83	12:53:47	72.527	13:37:47	109.402	14:21:47	97.192	15:05:47	79.853		
9:58:47	108.669	10:42:47	96.703	11:26:47	79.121	12:10:47	75.702	12:54:47	74.725	13:38:47	99.389	14:22:47	89.377	15:06:47	87.912		
9:59:47	110.134	10:43:47	74.969	11:27:47	77.9	12:11:47	65.934	12:55:47	87.912	13:39:47	65.934	14:23:47	93.773	15:07:47	57.875		
10:00:47	98.168	10:44:47	72.772	11:28:47	87.912	12:12:47	73.016	12:56:47	87.668	13:40:47	74.969	14:24:47	111.111	15:08:47	71.062		
10:01:47	106.96	10:46:47	81.074	11:29:47	84.249	12:13:47	78.877	12:57:47	84.493	13:41:47	90.11	14:25:47	105.983	15:09:47	76.923		
10:02:47	106.716	10:46:47	74.725	11:30:47	78.877	12:14:47	73.504	12:58:47	87.912	13:42:47	120.635	14:26:47	67.155	15:10:47	91.575		
10:03:47	111.6	10:47:47	77.167	11:31:47	89.866	12:15:47	79.365	12:59:47	79.121	13:43:47	95.238	14:27:47	92.308	15:11:47	92.796		
10:04:47	111.844	10:48:47	81.319	11:32:47	90.354	12:16:47	74.481	13:00:47	97.436	13:44:47	86.203	14:28:47	94.75	15:12:47	87.912		
10:05:47	103.785	10:49:47	82.295	11:33:47	88.156	12:17:47	72.039	13:01:47	109.89	13:45:47	98.657	14:29:47	112.576	15:13:47	86.203		
10:06:47	98.657	10:50:47	93.529	11:34:47	55.922	12:18:47	69.597	13:02:47	94.994	13:46:47	76.679	14:30:47	107.937	15:14:47	81.563		
10:07:47	108.425	10:51:47	90.354	11:35:47	57.631	12:19:47	78.144	13:03:47	106.227	13:47:47	82.54	14:31:47	98.657	15:15:47	90.842		

Date	14/2/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	10:42:15
End time	16:41:45
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	42
2 hr	40
3 hr	39
4 hr	37
5 hr	35
6 hr	33

ตาราง ผ.10 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่7 ชุดการทดลองที่1 (250 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
10:42:45	107.448	11:26:45	83.516	12:10:45	92.552	12:54:45	102.808	13:38:45	145.788	14:22:45	119.414	15:06:45	156.532	15:50:45	152.137	16:34:45	187.302
10:43:45	114.286	11:27:45	81.319	12:11:45	82.54	12:55:45	106.716	13:39:45	141.392	14:23:45	130.891	15:07:45	142.613	15:51:45	152.625	16:35:45	201.465
10:44:45	108.669	11:28:45	86.935	12:12:45	98.168	12:56:45	116.972	13:40:45	142.125	14:24:45	133.822	15:08:45	122.1	15:52:45	150.183	16:36:45	187.546
10:45:45	104.518	11:29:45	73.016	12:13:45	107.204	12:57:45	125.031	13:41:45	122.589	14:25:45	111.6	15:09:45	109.89	15:53:45	135.043	16:37:45	193.162
10:46:45	105.495	11:30:45	56.899	12:14:45	105.006	12:58:45	127.717	13:42:45	139.438	14:26:45	114.042	15:10:45	129.67	15:54:45	142.369	16:38:45	197.802
10:47:45	121.612	11:31:45	63.248	12:15:45	98.413	12:59:45	113.797	13:43:45	163.126	14:27:45	126.74	15:11:45	126.252	15:55:45	130.647	16:39:45	178.999
10:48:45	110.867	11:32:45	81.319	12:16:45	104.518	13:00:45	119.902	13:44:45	156.777	14:28:45	136.02	15:12:45	136.752	15:56:45	133.333	16:40:45	197.07
10:49:45	104.274	11:33:45	94.261	12:17:45	97.68	13:01:45	123.321	13:45:45	140.415	14:29:45	146.764	15:13:45	147.985	15:57:45	136.508	16:41:45	200
10:50:45	95.238	11:34:45	105.006	12:18:45	107.448	13:02:45	119.17	13:46:45	138.462	14:30:45	135.775	15:14:45	126.984	15:58:45	136.752		
10:51:45	97.436	11:35:45	108.425	12:19:45	112.576	13:03:45	114.53	13:47:45	132.112	14:31:45	118.926	15:15:45	136.996	15:59:45	138.217		
10:52:45	89.621	11:36:45	96.459	12:20:45	99.878	13:04:45	120.635	13:48:45	116.484	14:32:45	128.205	15:16:45	132.357	16:00:45	137.241		
10:53:45	94.017	11:37:45	92.796	12:21:45	90.354	13:05:45	118.193	13:49:45	120.391	14:33:45	132.112	15:17:45	129.182	16:01:45	142.857		
10:54:45	90.598	11:38:45	94.994	12:22:45	98.413	13:06:45	123.077	13:50:45	135.043	14:34:45	135.775	15:18:45	127.981	16:02:45	148.718		
10:55:45	90.598	11:39:45	72.283	12:23:45	92.796	13:07:45	111.111	13:51:45	147.009	14:35:45	132.357	15:19:45	132.846	16:03:45	157.509		
10:56:45	88.4	11:40:45	80.098	12:24:45	84.249	13:08:45	97.436	13:52:45	126.74	14:36:45	121.123	15:20:45	118.926	16:04:45	155.311		
10:57:45	78.877	11:41:45	89.377	12:25:45	87.179	13:09:45	104.274	13:53:45	123.565	14:37:45	127.717	15:21:45	135.775	16:05:45	161.416		
10:58:45	92.063	11:42:45	98.657	12:26:45	85.958	13:10:45	116.239	13:54:45	145.788	14:38:45	125.763	15:22:45	136.752	16:06:45	157.753		
10:59:45	89.621	11:43:45	85.47	12:27:45	106.716	13:11:45	130.403	13:55:45	154.823	14:39:45	126.252	15:23:45	140.415	16:07:45	153.114		
11:00:45	78.877	11:44:45	89.133	12:28:45	103.541	13:12:45	118.437	13:56:45	104.274	14:40:45	127.717	15:24:45	121.123	16:08:45	154.579		
11:01:45	83.028	11:45:45	79.365	12:29:45	104.518	13:13:45	118.193	13:57:45	96.459	14:41:45	115.018	15:25:45	138.462	16:09:45	150.672		
11:02:45	74.969	11:46:45	97.68	12:30:45	106.96	13:14:45	118.193	13:58:45	107.448	14:42:45	129.182	15:26:45	139.438	16:10:45	159.951		
11:03:45	88.4	11:47:45	98.657	12:31:45	98.657	13:15:45	110.379	13:59:45	119.902	14:43:45	128.449	15:27:45	119.658	16:11:45	149.451		
11:04:45	83.516	11:48:45	73.016	12:32:45	102.32	13:16:45	98.657	14:00:45	106.227	14:44:45	144.078	15:28:45	114.53	16:12:45	151.404		
11:05:45	89.377	11:49:45	86.447	12:33:45	111.111	13:17:45	116.728	14:01:45	112.088	14:45:45	135.531	15:29:45	130.403	16:13:45	148.962		
11:06:45	95.238	11:50:45	82.784	12:34:45	99.389	13:18:45	104.762	14:02:45	131.136	14:46:45	137.241	15:30:45	148.718	16:14:45	141.88		
11:07:45	92.552	11:51:45	86.691	12:35:45	89.377	13:19:45	85.47	14:03:45	129.67	14:47:45	138.217	15:31:45	139.194	16:15:45	133.333		
11:08:45	86.935	11:52:45	82.295	12:36:45	87.155	13:20:45	99.878	14:04:45	129.67	14:48:45	146.52	15:32:45	123.565	16:16:45	142.613		
11:09:45	91.331	11:53:45	88.156	12:37:45	52.991	13:21:45	99.634	14:05:45	136.508	14:49:45	138.217	15:33:45	141.636	16:17:45	140.171		
11:10:45	88.4	11:54:45	83.272	12:38:45	82.784	13:22:45	132.357	14:06:45	132.601	14:50:45	114.042	15:34:45	143.834	16:18:45	142.126		
11:11:45	88.889	11:55:45	106.716	12:39:45	78.877	13:23:45	169.475	14:07:45	147.253	14:51:45	113.553	15:35:45	141.392	16:19:45	132.845		
11:12:45	96.215	11:56:45	95.482	12:40:45	69.841	13:24:45	175.092	14:08:45	143.59	14:52:45	129.182	15:36:45	144.811	16:20:45	145.055		
11:13:45	109.158	11:57:45	85.958	12:41:45	102.076	13:25:45	173.871	14:09:45	124.542	14:53:45	126.252	15:37:45	149.451	16:21:45	147.985		
11:14:45	102.076	11:58:45	86.447	12:42:45	113.065	13:26:45	176.801	14:10:45	141.148	14:54:45	125.275	15:38:45	125.519	16:22:45	151.893		
11:15:45	89.866	11:59:45	86.447	12:43:45	91.575	13:27:45	154.579	14:11:45	114.774	14:55:45	134.066	15:39:45	137.729	16:23:45	150.183		
11:16:45	85.714	12:00:45	87.179	12:44:45	96.947	13:28:45	166.789	14:12:45	121.123	14:56:45	132.845	15:40:45	127.473	16:24:45	157.509		
11:17:45	89.621	12:01:45	77.411	12:45:45	101.587	13:29:45	171.673	14:13:45	132.601	14:57:45	130.159	15:41:45	137.485	16:25:45	133.089		
11:18:45	95.726	12:02:45	88.889	12:46:45	82.54	13:30:45	152.625	14:14:45	131.38	14:58:45	123.077	15:42:45	112.332	16:26:45	131.624		
11:19:45	101.832	12:03:45	83.761	12:47:45	92.552	13:31:45	147.985	14:15:45	135.043	14:59:45	123.321	15:43:45	123.321	16:27:45	153.602		
11:20:45	92.308	12:04:45	92.552	12:48:45	88.645	13:32:45	135.287	14:16:45	143.59	15:00:45	126.007	15:44:45	129.182	16:28:45	139.438		
11:21:45	93.04	12:05:45	86.203	12:49:45	99.878	13:33:45	148.23	14:17:45	164.347	15:01:45	130.403	15:45:45	126.007	16:29:45	144.078		
11:22:45	93.773	12:06:45	88.4	12:50:45	106.471	13:34:45	138.217	14:18:45	156.044	15:02:45	138.462	15:46:45	142.125	16:30:45	152.625		
11:23:45	67.399	12:07:45	96.947	12:51:45	103.541	13:35:45	132.845	14:19:45	125.275	15:03:45	136.264	15:47:45	147.009	16:31:45	139.438		
11:24:45	79.121	12:08:45	97.436	12:52:45	118.926	13:36:45	138.462	14:20:45	117.46	15:04:45	145.055	15:48:45	153.602	16:32:45	161.416		
11:25:45	84.005	12:09:45	90.598	12:53:45	104.029	13:37:45	133.578	14:21:45	132.112	15:05:45	158.486	15:49:45	156.777	16:33:45	194.872		

Dtae	3/3/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	15:03:00
End time	21:02:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	40
2 hr	39
3 hr	37
4 hr	35
5 hr	30
6 hr	28

ตาราง ผ.11 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่1 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
15:03:46	492.064	15:47:46	470.33	16:31:46	460.562	17:15:46	469.597	17:59:46	580.22	18:43:46	478.144	19:27:46	459.341	20:11:46	450.794	20:55:46	494.261
15:04:46	493.773	15:48:46	990.476	16:32:46	460.562	17:16:46	468.864	18:00:46	568.498	18:44:46	480.342	19:28:46	463.736	20:12:46	458.852	20:56:46	489.621
15:05:46	492.552	15:49:46	555.556	16:33:46	462.027	17:17:46	473.016	18:01:46	567.033	18:45:46	476.19	19:29:46	461.294	20:13:46	456.166	20:57:46	568.01
15:06:46	487.912	15:50:46	484.005	16:34:46	464.957	17:18:46	469.841	18:02:46	560.195	18:46:46	479.609	19:30:46	465.201	20:14:46	451.038	20:58:46	660.317
15:07:46	498.168	15:51:46	476.679	16:35:46	465.69	17:19:46	466.911	18:03:46	557.021	18:47:46	473.993	19:31:46	467.155	20:15:46	456.899	20:59:46	683.028
15:08:46	495.971	15:52:46	470.085	16:36:46	458.608	17:20:46	471.795	18:04:46	551.404	18:48:46	472.283	19:32:46	468.864	20:16:46	455.922	21:00:46	687.424
15:09:46	497.924	15:53:46	484.005	16:37:46	465.69	17:21:46	474.969	18:05:46	550.427	18:49:46	470.574	19:33:46	460.562	20:17:46	457.387	21:01:46	676.923
15:10:46	492.796	15:54:46	483.516	16:38:46	462.515	17:22:46	480.586	18:06:46	545.299	18:50:46	471.551	19:34:46	466.178	20:18:46	457.875	21:02:46	675.214
15:11:46	494.505	15:55:46	478.877	16:39:46	471.306	17:23:46	478.144	18:07:46	541.636	18:51:46	473.26	19:35:46	462.515	20:19:46	453.236		
15:12:46	489.377	15:56:46	477.656	16:40:46	468.178	17:24:46	479.365	18:08:46	533.089	18:52:46	475.702	19:36:46	464.469	20:20:46	457.387		
15:13:46	488.889	15:57:46	474.725	16:41:46	464.225	17:25:46	484.005	18:09:46	532.846	18:53:46	477.9	19:37:46	458.608	20:21:46	454.701		
15:14:46	487.912	15:58:46	480.098	16:42:46	459.096	17:26:46	481.319	18:10:46	524.786	18:54:46	470.818	19:38:46	458.364	20:22:46	457.875		
15:15:46	487.912	15:59:46	472.039	16:43:46	460.073	17:27:46	482.295	18:11:46	528.205	18:55:46	474.989	19:39:46	463.004	20:23:46	463.248		
15:16:46	482.051	16:00:46	467.643	16:44:46	460.073	17:28:46	478.877	18:12:46	520.879	18:56:46	475.702	19:40:46	461.05	20:24:46	467.643		
15:17:46	483.516	16:01:46	473.016	16:45:46	459.829	17:29:46	484.249	18:13:46	520.147	18:57:46	467.155	19:41:46	457.387	20:25:46	462.027		
15:18:46	489.377	16:02:46	472.283	16:46:46	458.608	17:30:46	481.563	18:14:46	515.263	18:58:46	469.353	19:42:46	459.341	20:26:46	468.62		
15:19:46	495.482	16:03:46	477.656	16:47:46	458.852	17:31:46	481.074	18:15:46	511.355	18:59:46	470.818	19:43:46	456.899	20:27:46	463.248		
15:20:46	498.901	16:04:46	474.725	16:48:46	459.096	17:32:46	482.295	18:16:46	509.89	19:00:46	472.283	19:44:46	454.457	20:28:46	463.98		
15:21:46	498.901	16:05:46	474.237	16:49:46	456.166	17:33:46	479.853	18:17:46	507.692	19:01:46	471.062	19:45:46	457.631	20:29:46	471.306		
15:22:46	501.099	16:06:46	469.597	16:50:46	458.12	17:34:46	484.737	18:18:46	499.878	19:02:46	470.818	19:46:46	462.759	20:30:46	471.795		
15:23:46	492.064	16:07:46	463.248	16:51:46	462.027	17:35:46	487.912	18:19:46	500.855	19:03:46	471.551	19:47:46	454.212	20:31:46	468.132		
15:24:46	490.11	16:08:46	475.702	16:52:46	463.004	17:36:46	484.249	18:20:46	503.052	19:04:46	470.085	19:48:46	457.875	20:32:46	474.237		
15:25:46	489.866	16:09:46	469.353	16:53:46	462.759	17:37:46	484.982	18:21:46	500.366	19:05:46	466.422	19:49:46	454.701	20:33:46	467.888		
15:26:46	491.087	16:10:46	467.155	16:54:46	459.585	17:38:46	476.679	18:22:46	499.389	19:06:46	470.085	19:50:46	457.387	20:34:46	471.795		
15:27:46	486.203	16:11:46	465.69	16:55:46	458.364	17:39:46	482.051	18:23:46	500.855	19:07:46	468.132	19:51:46	458.852	20:35:46	476.679		
15:28:46	484.982	16:12:46	467.399	16:56:46	462.515	17:40:46	477.411	18:24:46	494.994	19:08:46	465.446	19:52:46	454.701	20:36:46	480.342		
15:29:46	490.842	16:13:46	466.911	16:57:46	456.654	17:41:46	480.342	18:25:46	494.75	19:09:46	470.33	19:53:46	459.341	20:37:46	475.214		
15:30:46	488.889	16:14:46	471.551	16:58:46	467.155	17:42:46	485.226	18:26:46	494.261	19:10:46	471.062	19:54:46	455.433	20:38:46	477.9		
15:31:46	488.889	16:15:46	466.667	16:59:46	462.515	17:43:46	479.853	18:27:46	489.621	19:11:46	471.062	19:55:46	457.631	20:39:46	478.388		
15:32:46	486.935	16:16:46	472.772	17:00:46	464.713	17:44:46	482.051	18:28:46	490.354	19:12:46	469.841	19:56:46	456.166	20:40:46	478.632		
15:33:46	488.889	16:17:46	463.98	17:01:46	459.096	17:45:46	508.181	18:29:46	489.621	19:13:46	469.597	19:57:46	452.503	20:41:46	475.458		
15:34:46	486.447	16:18:46	465.69	17:02:46	461.783	17:46:46	607.326	18:30:46	487.912	19:14:46	470.085	19:58:46	457.143	20:42:46	481.807		
15:35:46	484.737	16:19:46	459.341	17:03:46	459.829	17:47:46	650.794	18:31:46	486.935	19:15:46	463.98	19:59:46	453.45	20:43:46	484.737		
15:36:46	483.761	16:20:46	459.585	17:04:46	463.248	17:48:46	657.631	18:32:46	485.958	19:16:46	461.294	20:00:46	455.189	20:44:46	485.47		
15:37:46	482.54	16:21:46	463.492	17:05:46	462.271	17:49:46	642.491	18:33:46	487.668	19:17:46	463.98	20:01:46	455.189	20:45:46	482.295		
15:38:46	478.388	16:22:46	461.05	17:06:46	461.05	17:50:46	635.897	18:34:46	480.586	19:18:46	462.271	20:02:46	458.12	20:46:46	481.074		
15:39:46	483.028	16:23:46	465.446	17:07:46	460.562	17:51:46	630.769	18:35:46	482.051	19:19:46	469.353	20:03:46	452.259	20:47:46	486.935		
15:40:46	484.982	16:24:46	463.736	17:08:46	464.957	17:52:46	621.245	18:36:46	481.563	19:20:46	464.713	20:04:46	456.41	20:48:46	490.354		
15:41:46	488.4	16:25:46	464.225	17:09:46	463.736	17:53:46	615.873	18:37:46	485.226	19:21:46	467.888	20:05:46	456.41	20:49:46	484.493		
15:42:46	482.295	16:26:46	462.759	17:10:46	465.69	17:54:46	604.884	18:38:46	477.411	19:22:46	470.33	20:06:46	459.585	20:50:46	487.424		
15:43:46	484.005	16:27:46	458.12	17:11:46	466.178	17:55:46	602.686	18:39:46	475.945	19:23:46	465.446	20:07:46	455.922	20:51:46	489.377		
15:44:46	485.226	16:28:46	463.492	17:12:46	463.004	17:56:46	600.488	18:40:46	473.26	19:24:46	461.294	20:08:46	452.991	20:52:46	486.691		
15:45:46	480.098	16:29:46	461.05	17:13:46	460.562	17:57:46	595.604	18:41:46	480.342	19:25:46	463.98	20:09:46	452.503	20:53:46	489.621		
15:46:46	471.306	16:30:46	459.096	17:14:46	466.667	17:58:46	585.592	18:42:46	479.853	19:26:46	462.515	20:10:46	452.259	20:54:46	488.645		

Date	8/3/01
Flow	60 L/min
Temp	28 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	7:17:00
End time	13:17:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	43
2 hr	40
3 hr	38
4 hr	35
5 hr	30
6 hr	29

ตาราง ผ.12 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่2 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
7:18:28	491.575	8:02:28	432.967	8:46:28	559.463	9:30:28	441.514	10:14:28	410.501	10:58:28	402.198	11:42:28	457.143	12:26:28	443.223	13:10:28	409.28
7:19:28	496.215	8:03:28	432.723	8:47:28	551.16	9:31:28	445.665	10:15:28	413.675	10:59:28	402.93	11:43:28	544.811	12:27:28	443.956	13:11:28	411.722
7:20:28	484.005	8:04:28	434.921	8:48:28	543.101	9:32:28	442.002	10:16:28	413.675	11:00:28	400.244	11:44:28	566.3	12:28:28	438.339	13:12:28	408.547
7:21:28	486.935	8:05:28	436.386	8:49:28	538.95	9:33:28	431.746	10:17:28	411.968	11:01:28	402.686	11:45:28	567.033	12:29:28	446.154	13:13:28	407.57
7:22:28	482.295	8:06:28	439.805	8:50:28	537.241	9:34:28	433.944	10:18:28	413.919	11:02:28	398.291	11:46:28	560.928	12:30:28	433.455	13:14:28	410.989
7:23:28	486.203	8:07:28	439.805	8:51:28	534.554	9:35:28	438.584	10:19:28	413.431	11:03:28	400.733	11:47:28	553.358	12:31:28	442.735	13:15:28	409.28
7:24:28	482.54	8:08:28	440.049	8:52:28	528.205	9:36:28	444.444	10:20:28	415.14	11:04:28	402.686	11:48:28	549.451	12:32:28	435.165	13:16:28	407.814
7:25:28	475.214	8:09:28	438.095	8:53:28	522.1	9:37:28	439.072	10:21:28	410.256	11:05:28	398.046	11:49:28	544.567	12:33:28	433.455	13:17:28	409.035
7:26:28	481.319	8:10:28	439.316	8:54:28	511.6	9:38:28	438.828	10:22:28	409.28	11:06:28	400.733	11:50:28	536.752	12:34:28	435.653		
7:27:28	476.435	8:11:28	435.409	8:55:28	513.065	9:39:28	436.63	10:23:28	411.233	11:07:28	400.488	11:51:28	533.578	12:35:28	431.013		
7:28:28	476.679	8:12:28	438.584	8:56:28	507.692	9:40:28	431.99	10:24:28	414.164	11:08:28	402.442	11:52:28	541.88	12:36:28	431.746		
7:29:28	473.993	8:13:28	431.013	8:57:28	505.495	9:41:28	435.409	10:25:28	410.256	11:09:28	408.791	11:53:28	524.786	12:37:28	434.188		
7:30:28	469.109	8:14:28	430.525	8:58:28	507.448	9:42:28	432.234	10:26:28	407.57	11:10:28	404.151	11:54:28	523.321	12:38:28	433.7		
7:31:28	450.549	8:15:28	436.386	8:59:28	503.052	9:43:28	426.618	10:27:28	409.524	11:11:28	401.954	11:55:28	510.623	12:39:28	425.641		
7:32:28	451.526	8:16:28	439.805	9:00:28	499.145	9:44:28	429.792	10:28:28	409.035	11:12:28	406.105	11:56:28	508.181	12:40:28	431.746		
7:33:28	451.77	8:17:28	441.27	9:01:28	491.819	9:45:28	430.525	10:29:28	409.524	11:13:28	406.105	11:57:28	502.564	12:41:28	430.769		
7:34:28	451.038	8:18:28	436.874	9:02:28	491.819	9:46:28	429.792	10:30:28	407.326	11:14:28	410.989	11:58:28	505.739	12:42:28	423.932		
7:35:28	450.305	8:19:28	447.619	9:03:28	484.493	9:47:28	427.839	10:31:28	411.233	11:15:28	409.524	11:59:28	502.564	12:43:28	426.618		
7:36:28	445.421	8:20:28	445.665	9:04:28	485.714	9:48:28	423.687	10:32:28	410.256	11:16:28	411.722	12:00:28	504.762	12:44:28	427.35		
7:37:28	447.863	8:21:28	433.7	9:05:28	483.781	9:49:28	427.35	10:33:28	410.256	11:17:28	417.338	12:01:28	495.238	12:45:28	420.269		
7:38:28	446.154	8:22:28	445.421	9:06:28	481.807	9:50:28	431.99	10:34:28	404.884	11:18:28	419.292	12:02:28	488.889	12:46:28	420.757		
7:39:28	451.282	8:23:28	445.91	9:07:28	479.609	9:51:28	424.42	10:35:28	409.524	11:19:28	418.559	12:03:28	487.912	12:47:28	423.932		
7:40:28	444.444	8:24:28	447.375	9:08:28	480.342	9:52:28	429.06	10:36:28	407.814	11:20:28	418.315	12:04:28	485.714	12:48:28	421.245		
7:41:28	445.421	8:25:28	445.665	9:09:28	472.772	9:53:28	427.839	10:37:28	409.035	11:21:28	422.222	12:05:28	480.83	12:49:28	425.153		
7:42:28	442.979	8:26:28	451.282	9:10:28	471.795	9:54:28	429.304	10:38:28	406.838	11:22:28	423.199	12:06:28	478.388	12:50:28	424.908		
7:43:28	443.468	8:27:28	447.131	9:11:28	470.574	9:55:28	419.048	10:39:28	408.059	11:23:28	429.792	12:07:28	472.527	12:51:28	423.932		
7:44:28	444.933	8:28:28	449.328	9:12:28	472.283	9:56:28	417.338	10:40:28	407.814	11:24:28	423.199	12:08:28	474.725	12:52:28	423.687		
7:45:28	442.002	8:29:28	445.665	9:13:28	467.888	9:57:28	425.641	10:41:28	411.477	11:25:28	427.106	12:09:28	468.864	12:53:28	416.85		
7:46:28	439.316	8:30:28	455.433	9:14:28	464.225	9:58:28	422.711	10:42:28	403.419	11:26:28	425.153	12:10:28	464.713	12:54:28	422.955		
7:47:28	438.584	8:31:28	536.264	9:15:28	460.317	9:59:28	423.199	10:43:28	410.256	11:27:28	424.176	12:11:28	465.201	12:55:28	420.513		
7:48:28	438.339	8:32:28	601.709	9:16:28	464.713	10:00:28	425.885	10:44:28	405.617	11:28:28	425.885	12:12:28	464.225	12:56:28	416.606		
7:49:28	434.921	8:33:28	614.408	9:17:28	458.364	10:01:28	421.734	10:45:28	405.128	11:29:28	433.455	12:13:28	461.05	12:57:28	411.966		
7:50:28	439.944	8:34:28	617.338	9:18:28	459.829	10:02:28	420.269	10:46:28	404.84	11:30:28	430.525	12:14:28	460.317	12:58:28	418.071		
7:51:28	432.234	8:35:28	616.606	9:19:28	455.678	10:03:28	419.048	10:47:28	400.977	11:31:28	428.571	12:15:28	459.829	12:59:28	416.606		
7:52:28	435.165	8:36:28	617.338	9:20:28	452.259	10:04:28	419.292	10:48:28	403.907	11:32:28	426.618	12:16:28	462.271	13:00:28	421.734		
7:53:28	432.234	8:37:28	606.105	9:21:28	453.236	10:05:28	419.78	10:49:28	407.814	11:33:28	428.083	12:17:28	454.701	13:01:28	421.49		
7:54:28	432.479	8:38:28	600.488	9:22:28	450.794	10:06:28	419.048	10:50:28	400.244	11:34:28	428.816	12:18:28	452.503	13:02:28	416.85		
7:55:28	432.234	8:39:28	699.023	9:23:28	450.305	10:07:28	419.048	10:51:28	403.683	11:35:28	429.548	12:19:28	449.817	13:03:28	419.292		
7:56:28	437.607	8:40:28	580.708	9:24:28	456.41	10:08:28	415.873	10:52:28	400.244	11:36:28	428.327	12:20:28	452.259	13:04:28	420.269		
7:57:28	437.363	8:41:28	587.79	9:25:28	447.863	10:09:28	413.919	10:53:28	404.64	11:37:28	432.234	12:21:28	451.526	13:05:28	415.873		
7:58:28	433.944	8:42:28	580.952	9:26:28	445.91	10:10:28	416.606	10:54:28	398.779	11:38:28	432.234	12:22:28	451.77	13:06:28	415.14		
7:59:28	430.281	8:43:28	570.208	9:27:28	445.421	10:11:28	417.827	10:55:28	394.872	11:39:28	431.99	12:23:28	446.154	13:07:28	415.873		
8:00:28	432.723	8:44:28	565.668	9:28:28	446.886	10:12:28	419.536	10:56:28	398.779	11:40:28	430.525	12:24:28	443.956	13:08:28	413.431		
8:01:28	428.571	8:45:28	562.393	9:29:28	444.2	10:13:28	417.338	10:57:28	399.756	11:41:28	430.525	12:25:28	441.27	13:09:28	412.21		

Date	14/3/01
Flow	60 L/min
Temp	27 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	7:40:00
End time	13:40:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	49
2 hr	42
3 hr	35
4 hr	30
5 hr	29
6 hr	28

ตาราง ผ.13 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่3 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
7:41:14	522.1	8:25:14	448.107	9:09:14	587.546	9:53:14	459.585	10:37:14	397.802	11:21:14	369.231	12:05:14	435.897	12:49:14	471.306	13:33:14	434.432
7:42:14	510.623	8:26:14	452.991	9:10:14	580.464	9:54:14	462.759	10:38:14	403.175	11:22:14	372.65	12:06:14	442.247	12:50:14	464.225	13:34:14	432.967
7:43:14	510.379	8:27:14	452.747	9:11:14	577.045	9:55:14	457.143	10:39:14	403.419	11:23:14	374.603	12:07:14	440.293	12:51:14	469.353	13:35:14	432.479
7:44:14	506.96	8:28:14	454.945	9:12:14	574.115	9:56:14	460.317	10:40:14	396.093	11:24:14	372.65	12:08:14	431.258	12:52:14	467.399	13:36:14	433.944
7:45:14	500.368	8:29:14	453.968	9:13:14	572.405	9:57:14	455.189	10:41:14	403.663	11:25:14	378.266	12:09:14	440.293	12:53:14	470.085	13:37:14	424.176
7:46:14	496.459	8:30:14	452.991	9:14:14	573.382	9:58:14	458.608	10:42:14	393.895	11:26:14	371.673	12:10:14	441.758	12:54:14	461.05	13:38:14	436.874
7:47:14	503.297	8:31:14	457.143	9:15:14	568.987	9:59:14	455.678	10:43:14	396.825	11:27:14	378.51	12:11:14	440.781	12:55:14	459.829	13:39:14	434.432
7:48:14	495.727	8:32:14	453.968	9:16:14	560.44	10:00:14	443.712	10:44:14	395.849	11:28:14	391.697	12:12:14	442.735	12:58:14	460.806	13:40:14	432.479
7:49:14	486.935	8:33:14	457.631	9:17:14	559.219	10:01:14	447.863	10:45:14	400.977	11:29:14	410.745	12:13:14	444.933	12:57:14	459.829		
7:50:14	476.923	8:34:14	450.305	9:18:14	555.067	10:02:14	447.619	10:46:14	391.453	11:30:14	417.582	12:14:14	447.131	12:58:14	456.654		
7:51:14	478.632	8:35:14	458.608	9:19:14	542.613	10:03:14	451.282	10:47:14	397.802	11:31:14	414.408	12:15:14	447.619	12:59:14	459.829		
7:52:14	489.866	8:36:14	457.143	9:20:14	551.648	10:04:14	444.2	10:48:14	396.825	11:32:14	419.292	12:16:14	448.352	13:00:14	461.294		
7:53:14	481.563	8:37:14	449.817	9:21:14	549.206	10:05:14	442.002	10:49:14	391.941	11:33:14	414.652	12:17:14	448.107	13:01:14	458.852		
7:54:14	487.912	8:38:14	460.806	9:22:14	547.253	10:06:14	440.537	10:50:14	390.72	11:34:14	410.989	12:18:14	500.122	13:02:14	461.05		
7:55:14	488.156	8:39:14	454.212	9:23:14	543.56	10:07:14	441.026	10:51:14	389.744	11:35:14	413.919	12:19:14	544.078	13:03:14	462.027		
7:56:14	485.47	8:40:14	458.12	9:24:14	536.752	10:08:14	432.479	10:52:14	392.918	11:36:14	419.536	12:20:14	557.265	13:04:14	453.724		
7:57:14	490.598	8:41:14	448.596	9:25:14	528.938	10:09:14	425.641	10:53:14	389.011	11:37:14	410.745	12:21:14	554.09	13:05:14	454.701		
7:58:14	486.447	8:42:14	460.073	9:26:14	529.182	10:10:14	427.595	10:54:14	390.232	11:38:14	410.501	12:22:14	556.532	13:06:14	446.642		
7:59:14	483.761	8:43:14	460.073	9:27:14	526.74	10:11:14	425.397	10:55:14	387.79	11:39:14	412.454	12:23:14	548.23	13:07:14	453.724		
8:00:14	481.074	8:44:14	457.875	9:28:14	526.496	10:12:14	422.222	10:56:14	389.499	11:40:14	414.164	12:24:14	542.613	13:08:14	453.968		
8:01:14	485.47	8:45:14	454.701	9:29:14	522.1	10:13:14	422.466	10:57:14	387.057	11:41:14	415.385	12:25:14	542.125	13:09:14	448.107		
8:02:14	477.167	8:46:14	459.585	9:30:14	512.332	10:14:14	423.199	10:58:14	388.767	11:42:14	415.629	12:26:14	539.683	13:10:14	446.398		
8:03:14	468.62	8:47:14	461.05	9:31:14	505.495	10:15:14	417.827	10:59:14	385.592	11:43:14	413.187	12:27:14	526.252	13:11:14	448.596		
8:04:14	475.946	8:48:14	464.713	9:32:14	501.099	10:16:14	416.117	11:00:14	385.104	11:44:14	414.866	12:28:14	528.938	13:12:14	444.444		
8:05:14	465.446	8:49:14	471.306	9:33:14	499.878	10:17:14	423.199	11:01:14	385.592	11:45:14	417.338	12:29:14	524.786	13:13:14	444.933		
8:06:14	474.969	8:50:14	470.574	9:34:14	494.994	10:18:14	411.966	11:02:14	389.988	11:46:14	419.78	12:30:14	523.321	13:14:14	446.398		
8:07:14	475.946	8:51:14	473.993	9:35:14	484.249	10:19:14	415.673	11:03:14	384.86	11:47:14	422.222	12:31:14	511.111	13:15:14	447.863		
8:08:14	476.435	8:52:14	466.667	9:36:14	488.4	10:20:14	413.431	11:04:14	380.708	11:48:14	411.477	12:32:14	513.797	13:16:14	445.177		
8:09:14	472.772	8:53:14	468.178	9:37:14	486.203	10:21:14	415.629	11:05:14	385.836	11:49:14	425.153	12:33:14	505.739	13:17:14	441.758		
8:10:14	467.155	8:54:14	482.54	9:38:14	481.807	10:22:14	416.606	11:06:14	384.371	11:50:14	422.222	12:34:14	510.623	13:18:14	445.421		
8:11:14	465.69	8:55:14	481.563	9:39:14	484.261	10:23:14	417.827	11:07:14	381.929	11:51:14	420.757	12:35:14	500.856	13:19:14	441.026		
8:12:14	470.085	8:56:14	478.388	9:40:14	507.692	10:24:14	413.675	11:08:14	383.15	11:52:14	421.49	12:36:14	496.703	13:20:14	436.386		
8:13:14	460.806	8:57:14	484.005	9:41:14	498.657	10:25:14	410.501	11:09:14	387.057	11:53:14	425.153	12:37:14	496.948	13:21:14	442.735		
8:14:14	467.399	8:58:14	482.784	9:42:14	491.819	10:26:14	409.28	11:10:14	384.371	11:54:14	426.374	12:38:14	498.901	13:22:14	446.642		
8:15:14	460.806	8:59:14	480.342	9:43:14	485.958	10:27:14	410.256	11:11:14	382.173	11:55:14	425.153	12:39:14	492.308	13:23:14	441.758		
8:16:14	461.783	9:00:14	484.005	9:44:14	482.54	10:28:14	405.128	11:12:14	382.906	11:56:14	435.653	12:40:14	496.215	13:24:14	438.584		
8:17:14	461.294	9:01:14	478.388	9:45:14	475.702	10:29:14	400.488	11:13:14	381.441	11:57:14	422.711	12:41:14	487.912	13:25:14	443.956		
8:18:14	458.12	9:02:14	477.656	9:46:14	482.051	10:30:14	406.105	11:14:14	377.534	11:58:14	429.304	12:42:14	482.051	13:26:14	437.118		
8:19:14	462.759	9:03:14	478.877	9:47:14	474.969	10:31:14	403.907	11:15:14	376.557	11:59:14	434.188	12:43:14	481.074	13:27:14	435.897		
8:20:14	459.096	9:04:14	476.679	9:48:14	474.481	10:32:14	404.396	11:16:14	382.173	12:00:14	435.165	12:44:14	476.435	13:28:14	435.653		
8:21:14	453.724	9:05:14	482.295	9:49:14	471.306	10:33:14	404.396	11:17:14	383.883	12:01:14	437.607	12:45:14	471.551	13:29:14	437.607		
8:22:14	453.968	9:06:14	482.295	9:50:14	467.643	10:34:14	405.128	11:18:14	378.999	12:02:14	433.944	12:46:14	480.098	13:30:14	433.7		
8:23:14	455.678	9:07:14	533.578	9:51:14	465.69	10:35:14	399.023	11:19:14	374.115	12:03:14	430.281	12:47:14	473.504	13:31:14	440.537		
8:24:14	453.48	9:08:14	578.557	9:52:14	465.69	10:36:14	397.558	11:20:14	373.382	12:04:14	437.118	12:48:14	470.818	13:32:14	432.723		

Date	4/3/01
Flow	60 L/min
Temp	30 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	8:20:00
End time	14:20:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	55
2 hr	46
3 hr	38
4 hr	35
5 hr	32
6 hr	30

ตาราง ผ.14 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่1 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
8:20:54	425.153	8:42:54	376.557	9:04:54	352.381	9:26:54	343.346	9:48:54	338.95	10:10:54	347.253	10:32:54	424.908	10:54:54	393.162	11:16:54	357.021
8:21:24	418.803	8:43:24	370.696	9:05:24	352.869	9:27:24	345.055	9:49:24	337.973	10:11:24	341.148	10:33:24	452.015	10:55:24	399.023	11:17:24	358.242
8:21:54	419.536	8:43:54	372.161	9:05:54	348.962	9:27:54	349.206	9:49:54	343.101	10:11:54	343.59	10:33:54	470.085	10:55:54	393.895	11:17:54	356.044
8:22:24	415.385	8:44:24	373.871	9:06:24	350.427	9:28:24	343.346	9:50:24	341.88	10:12:24	346.764	10:34:24	470.33	10:56:24	395.36	11:18:24	356.288
8:22:54	411.722	8:44:54	369.719	9:06:54	356.532	9:28:54	341.88	9:50:54	338.217	10:12:54	345.788	10:34:54	477.411	10:56:54	388.278	11:18:54	351.893
8:23:24	412.698	8:45:24	367.277	9:07:24	352.625	9:29:24	347.497	9:51:24	335.531	10:13:24	346.276	10:35:24	476.923	10:57:24	385.592	11:19:24	352.137
8:23:54	413.187	8:45:54	365.812	9:07:54	354.579	9:29:54	344.811	9:51:54	342.125	10:13:54	348.474	10:35:54	471.306	10:57:54	384.127	11:19:54	357.265
8:24:24	415.629	8:46:24	371.429	9:08:24	351.648	9:30:24	335.287	9:52:24	336.752	10:14:24	347.497	10:36:24	474.725	10:58:24	378.755	11:20:24	354.335
8:24:54	411.966	8:46:54	368.742	9:08:54	352.381	9:30:54	333.578	9:52:54	341.392	10:14:54	344.811	10:36:54	467.399	10:58:54	388.523		
8:25:24	409.768	8:47:24	368.01	9:09:24	351.404	9:31:24	344.567	9:53:24	335.287	10:15:24	354.09	10:37:24	466.911	10:59:24	384.371		
8:25:54	411.966	8:47:54	368.987	9:09:54	349.451	9:31:54	339.927	9:53:54	338.95	10:15:54	349.206	10:37:54	460.562	10:59:54	378.022		
8:26:24	409.768	8:48:24	364.835	9:10:24	352.381	9:32:24	334.799	9:54:24	336.264	10:16:24	344.811	10:38:24	455.922	11:00:24	375.58		
8:26:54	408.791	8:48:54	365.568	9:10:54	356.288	9:32:54	341.392	9:54:54	336.02	10:16:54	345.788	10:38:54	459.585	11:00:54	376.313		
8:27:24	408.547	8:49:24	361.172	9:11:24	346.276	9:33:24	339.683	9:55:24	336.508	10:17:24	356.777	10:39:24	458.608	11:01:24	375.824		
8:27:54	408.059	8:49:54	366.3	9:11:54	348.962	9:33:54	340.659	9:55:54	340.904	10:17:54	354.579	10:39:54	457.387	11:01:54	374.359		
8:28:24	409.035	8:50:24	367.033	9:12:24	350.672	9:34:24	341.392	9:56:24	338.462	10:18:24	352.137	10:40:24	452.991	11:02:24	376.313		
8:28:54	407.814	8:50:54	359.219	9:12:54	351.16	9:34:54	340.171	9:56:54	337.241	10:18:54	347.741	10:40:54	453.968	11:02:54	376.313		
8:29:24	405.861	8:51:24	364.347	9:13:24	351.404	9:35:24	344.322	9:57:24	339.438	10:19:24	350.672	10:41:24	447.375	11:03:24	374.359		
8:29:54	408.838	8:51:54	364.347	9:13:54	350.183	9:35:54	344.322	9:57:54	341.88	10:19:54	347.253	10:41:54	444.933	11:03:54	370.452		
8:30:24	403.419	8:52:24	359.707	9:14:24	351.404	9:36:24	343.101	9:58:24	337.241	10:20:24	350.672	10:42:24	445.665	11:04:24	368.01		
8:30:54	405.861	8:52:54	360.684	9:14:54	347.741	9:36:54	341.636	9:58:54	342.125	10:20:54	349.206	10:42:54	440.537	11:04:54	378.51		
8:31:24	402.442	8:53:24	358.486	9:15:24	347.741	9:37:24	336.508	9:59:24	338.462	10:21:24	346.52	10:43:24	436.142	11:05:24	369.231		
8:31:54	399.267	8:53:54	363.858	9:15:54	350.183	9:37:54	336.752	9:59:54	343.59	10:21:54	348.718	10:43:54	436.63	11:05:54	374.603		
8:32:24	398.779	8:54:24	358.486	9:16:24	350.427	9:38:24	345.299	10:00:24	336.996	10:22:24	347.253	10:44:24	438.095	11:06:24	363.126		
8:32:54	388.278	8:54:54	360.928	9:16:54	347.497	9:38:54	338.95	10:00:54	338.706	10:22:54	347.985	10:44:54	434.921	11:06:54	369.231		
8:33:24	388.034	8:55:24	357.265	9:17:24	348.962	9:39:24	341.88	10:01:24	339.927	10:23:24	355.8	10:45:24	434.921	11:07:24	368.498		
8:33:54	382.906	8:55:54	358.974	9:17:54	346.764	9:39:54	337.973	10:01:54	341.636	10:23:54	345.543	10:45:54	425.885	11:07:54	367.521		
8:34:24	385.592	8:56:24	356.044	9:18:24	339.683	9:40:24	340.171	10:02:24	336.264	10:24:24	346.962	10:46:24	431.502	11:08:24	365.588		
8:34:54	382.662	8:56:54	357.509	9:18:54	343.101	9:40:54	336.264	10:02:54	336.508	10:24:54	351.404	10:46:54	424.176	11:08:54	363.858		
8:35:24	389.011	8:57:24	350.916	9:19:24	342.369	9:41:24	334.31	10:03:24	339.194	10:25:24	356.288	10:47:24	425.641	11:09:24	363.858		
8:35:54	380.22	8:57:54	351.16	9:19:54	346.032	9:41:54	344.567	10:03:54	338.217	10:25:54	351.16	10:47:54	426.618	11:09:54	364.347		
8:36:24	380.464	8:58:24	358.73	9:20:24	341.88	9:42:24	343.59	10:04:24	342.125	10:26:24	348.962	10:48:24	421.245	11:10:24	365.079		
8:36:54	383.394	8:58:54	356.532	9:20:54	348.962	9:42:54	335.776	10:04:54	345.543	10:26:54	355.556	10:48:54	419.048	11:10:54	361.905		
8:37:24	377.534	8:59:24	358.73	9:21:24	349.451	9:43:24	344.567	10:05:24	346.276	10:27:24	345.543	10:49:24	416.381	11:11:24	362.882		
8:37:54	382.906	8:59:54	353.602	9:21:54	349.695	9:43:54	336.752	10:05:54	342.857	10:27:54	350.672	10:49:54	410.012	11:11:54	366.3		
8:38:24	381.197	9:00:24	353.846	9:22:24	351.893	9:44:24	335.531	10:06:24	343.101	10:28:24	351.404	10:50:24	407.814	11:12:24	362.882		
8:38:54	375.336	9:00:54	349.939	9:22:54	346.52	9:44:54	334.799	10:06:54	345.543	10:28:54	345.788	10:50:54	413.187	11:12:54	362.393		
8:39:24	374.359	9:01:24	346.032	9:23:24	346.032	9:45:24	337.241	10:07:24	341.148	10:29:24	348.474	10:51:24	411.966	11:13:24	360.684		
8:39:54	372.894	9:01:54	353.846	9:23:54	349.939	9:45:54	341.392	10:07:54	341.148	10:29:54	354.823	10:51:54	407.57	11:13:54	356.044		
8:40:24	374.603	9:02:24	355.556	9:24:24	341.392	9:46:24	339.683	10:08:24	352.137	10:30:24	356.532	10:52:24	405.617	11:14:24	360.928		
8:40:54	369.963	9:02:54	352.381	9:24:54	343.59	9:46:54	341.392	10:08:54	343.346	10:30:54	355.556	10:52:54	404.151	11:14:54	362.149		
8:41:24	369.719	9:03:24	351.404	9:25:24	341.636	9:47:24	339.683	10:09:24	347.009	10:31:24	356.288	10:53:24	402.93	11:15:24	360.684		
8:41:54	371.917	9:03:54	351.648	9:25:54	344.567	9:47:54	340.659	10:09:54	342.369	10:31:54	355.8	10:53:54	404.64	11:15:54	356.777		
8:42:24	370.696	9:04:24	353.602	9:26:24	347.009	9:48:24	339.438	10:10:24	347.497	10:32:24	390.232	10:54:24	398.046	11:16:24	358.73		

Date	5/3/01
Flow	60 L/min
Temp	29 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	8:22:00
End time	14:22:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	48
2 hr	43
3 hr	35
4 hr	32
5 hr	30
6 hr	28

ตาราง ผ.15 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่2 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
8:22:59	446.398	8:44:59	391.453	9:06:59	368.498	9:28:59	350.916	9:50:59	331.868	10:12:59	347.009	10:34:59	477.9	10:56:59	400.733	11:18:59	368.498
8:23:29	442.247	8:45:29	387.057	9:07:29	368.742	9:29:29	349.206	9:51:29	328.938	10:13:29	345.299	10:35:29	475.702	10:57:29	403.663	11:19:29	370.94
8:23:59	439.316	8:45:59	391.209	9:07:59	366.545	9:29:59	343.59	9:51:59	330.891	10:13:59	351.16	10:35:59	478.144	10:57:59	405.372	11:19:59	374.359
8:24:29	441.758	8:46:29	392.918	9:08:29	369.475	9:30:29	349.939	9:52:29	325.519	10:14:29	353.358	10:36:29	477.411	10:58:29	403.419	11:20:29	366.056
8:24:59	439.072	8:46:59	389.988	9:08:59	362.637	9:30:59	340.904	9:52:59	331.868	10:14:59	346.52	10:36:59	473.26	10:58:59	402.442	11:20:59	363.126
8:25:29	441.758	8:47:29	387.546	9:09:29	366.056	9:31:29	344.811	9:53:29	330.647	10:15:29	347.253	10:37:29	469.109	10:59:29	399.023	11:21:29	367.277
8:25:59	441.27	8:47:59	384.371	9:09:59	367.033	9:31:59	337.485	9:53:59	328.938	10:15:59	344.567	10:37:59	465.201	10:59:59	396.825	11:21:59	369.719
8:26:29	436.142	8:48:29	387.057	9:10:29	365.568	9:32:29	342.369	9:54:29	334.31	10:16:29	353.114	10:38:29	462.759	11:00:29	391.697	11:22:29	370.208
8:26:59	439.56	8:48:59	386.569	9:10:59	368.498	9:32:59	343.101	9:54:59	331.868	10:16:59	348.962	10:38:59	463.004	11:00:59	393.895		
8:27:29	432.723	8:49:29	386.813	9:11:29	368.498	9:33:29	345.055	9:55:29	335.043	10:17:29	344.811	10:39:29	463.248	11:01:29	398.291		
8:27:59	432.234	8:49:59	387.546	9:11:59	367.033	9:33:59	343.834	9:55:59	337.485	10:17:59	349.206	10:39:59	458.852	11:01:59	387.79		
8:28:29	434.921	8:50:29	382.173	9:12:29	362.637	9:34:29	341.88	9:56:29	330.403	10:18:29	350.183	10:40:29	449.573	11:02:29	390.72		
8:28:59	434.921	8:50:59	382.418	9:12:59	365.079	9:34:59	339.927	9:56:59	334.066	10:18:59	346.764	10:40:59	457.387	11:02:59	394.628		
8:29:29	435.653	8:51:29	384.371	9:13:29	357.998	9:35:29	339.436	9:57:29	327.961	10:19:29	351.404	10:41:29	450.794	11:03:29	388.523		
8:29:59	432.479	8:51:59	379.487	9:13:59	362.882	9:35:59	340.904	9:57:59	327.961	10:19:59	350.672	10:41:59	455.189	11:03:59	389.011		
8:30:29	426.374	8:52:29	379.976	9:14:29	364.591	9:36:29	338.706	9:58:29	334.31	10:20:29	347.985	10:42:29	451.77	11:04:29	389.744		
8:30:59	435.165	8:52:59	382.173	9:14:59	359.219	9:36:59	342.857	9:58:59	332.601	10:20:59	352.381	10:42:59	446.642	11:04:59	388.767		
8:31:29	421.978	8:53:29	383.15	9:15:29	358.486	9:37:29	339.194	9:59:29	329.67	10:21:29	349.695	10:43:29	448.352	11:05:29	389.011		
8:31:59	420.024	8:53:59	383.15	9:15:59	362.882	9:37:59	333.822	9:59:59	335.531	10:21:59	350.916	10:43:59	437.607	11:05:59	383.394		
8:32:29	417.338	8:54:29	377.778	9:16:29	356.288	9:38:29	340.415	10:00:29	335.531	10:22:29	347.009	10:44:29	443.223	11:06:29	386.081		
8:32:59	415.873	8:54:59	384.371	9:16:59	357.998	9:38:59	336.02	10:00:59	333.578	10:22:59	351.893	10:44:59	437.607	11:06:59	383.394		
8:33:29	408.059	8:55:29	378.51	9:17:29	356.044	9:39:29	337.729	10:01:29	340.171	10:23:29	354.335	10:45:29	447.863	11:07:29	382.662		
8:33:59	402.93	8:55:59	373.382	9:17:59	356.288	9:39:59	336.02	10:01:59	339.683	10:23:59	355.067	10:45:59	436.386	11:07:59	380.464		
8:34:29	403.175	8:56:29	379.976	9:18:29	358.73	9:40:29	333.089	10:02:29	339.438	10:24:29	349.206	10:46:29	433.455	11:08:29	382.418		
8:34:59	409.28	8:56:59	374.115	9:18:59	356.288	9:40:59	337.485	10:02:59	339.438	10:24:59	353.846	10:46:59	432.479	11:08:59	378.755		
8:35:29	402.198	8:57:29	376.557	9:19:29	360.44	9:41:29	337.729	10:03:29	337.485	10:25:29	356.044	10:47:29	434.188	11:09:29	378.022		
8:35:59	402.198	8:57:59	378.51	9:19:59	356.777	9:41:59	337.241	10:03:59	339.438	10:25:59	356.777	10:47:59	431.746	11:09:59	376.801		
8:36:29	399.023	8:58:29	378.266	9:20:29	355.8	9:42:29	335.775	10:04:29	341.148	10:26:29	348.718	10:48:29	431.502	11:10:29	376.068		
8:36:59	400.977	8:58:59	372.65	9:20:59	356.532	9:42:59	333.578	10:04:59	338.462	10:26:59	354.579	10:48:59	432.723	11:10:59	375.336		
8:37:29	399.756	8:59:29	376.313	9:21:29	352.869	9:43:29	334.066	10:05:29	337.485	10:27:29	357.021	10:49:29	430.525	11:11:29	375.092		
8:37:59	405.617	8:59:59	373.626	9:21:59	357.265	9:43:59	331.868	10:05:59	344.078	10:27:59	352.381	10:49:59	424.664	11:11:59	374.359		
8:38:29	399.023	9:00:29	374.115	9:22:29	349.451	9:44:29	336.996	10:06:29	338.95	10:28:29	351.404	10:50:29	421.734	11:12:29	374.115		
8:38:59	398.535	9:00:59	366.789	9:22:59	355.558	9:44:59	329.426	10:06:59	342.613	10:28:59	351.16	10:50:59	419.536	11:12:59	372.894		
8:39:29	397.07	9:01:29	370.94	9:23:29	352.625	9:45:29	337.485	10:07:29	348.474	10:29:29	355.556	10:51:29	418.559	11:13:29	375.824		
8:39:59	400.488	9:01:59	365.568	9:23:59	349.451	9:45:59	332.601	10:07:59	342.857	10:29:59	354.823	10:51:59	419.76	11:13:59	372.161		
8:40:29	397.07	9:02:29	367.766	9:24:29	354.823	9:46:29	335.775	10:08:29	339.194	10:30:29	359.707	10:52:29	417.827	11:14:29	367.521		
8:40:59	398.779	9:02:59	367.277	9:24:59	352.869	9:46:59	330.647	10:08:59	349.206	10:30:59	407.57	10:52:59	418.559	11:14:59	373.871		
8:41:29	400.244	9:03:29	366.789	9:25:29	351.893	9:47:29	332.112	10:09:29	346.52	10:31:29	437.851	10:53:29	417.582	11:15:29	376.313		
8:41:59	387.546	9:03:59	370.94	9:25:59	349.206	9:47:59	336.752	10:09:59	349.695	10:31:59	462.515	10:53:59	412.698	11:15:59	375.58		
8:42:29	394.383	9:04:29	371.917	9:26:29	355.311	9:48:29	335.043	10:10:29	344.078	10:32:29	472.772	10:54:29	408.547	11:16:29	377.045		
8:42:59	390.232	9:04:59	370.696	9:26:59	355.067	9:48:59	337.241	10:10:59	344.078	10:32:59	479.853	10:54:59	409.524	11:16:59	375.824		
8:43:29	385.104	9:05:29	370.208	9:27:29	351.404	9:49:29	330.403	10:11:29	347.253	10:33:29	483.272	10:55:29	404.84	11:17:29	374.359		
8:43:59	392.43	9:05:59	369.231	9:27:59	349.939	9:49:59	330.403	10:11:59	350.183	10:33:59	482.051	10:55:59	405.617	11:17:59	372.161		
8:44:29	389.255	9:06:29	370.208	9:28:29	351.648	9:50:29	335.287	10:12:29	346.276	10:34:29	479.365	10:56:29	400.244	11:18:29	366.545		

Date	6/3/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	13:50:00
End time	19:49:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	45
2 hr	40
3 hr	37
4 hr	34
5 hr	30
6 hr	29

ตาราง ผ.16 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่3 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
13:50:25	431.99	14:12:25	424.908	14:34:25	423.687	14:56:25	425.153	15:18:25	441.27	15:40:25	451.526	16:02:25	537.729	16:24:25	487.912	16:46:25	473.016
13:50:55	436.874	14:12:55	423.199	14:34:55	427.839	14:56:55	423.199	15:18:55	442.979	15:40:55	467.643	16:02:55	536.752	16:24:55	488.645	16:46:55	472.039
13:51:25	437.607	14:13:25	423.932	14:35:25	425.153	14:57:25	431.502	15:19:25	440.293	15:41:25	515.263	16:03:25	534.799	16:25:25	489.621	16:47:25	471.795
13:51:55	438.828	14:13:55	417.094	14:35:55	418.559	14:57:55	427.839	15:19:55	437.607	15:41:55	555.8	16:03:55	543.346	16:25:55	493.284	16:47:55	472.283
13:52:25	436.386	14:14:25	423.932	14:36:25	419.78	14:58:25	432.723	15:20:25	439.316	15:42:25	589.011	16:04:25	532.357	16:26:25	484.249	16:48:25	479.121
13:52:55	440.293	14:14:55	420.024	14:36:55	421.978	14:58:55	425.153	15:20:55	446.642	15:42:55	605.617	16:04:55	537.973	16:26:55	488.889	16:48:55	465.934
13:53:25	433.944	14:15:25	424.176	14:37:25	421.734	14:59:25	426.618	15:21:25	441.514	15:43:25	619.78	16:05:25	537.241	16:27:25	486.935	16:49:25	470.085
13:53:55	433.455	14:15:55	425.641	14:37:55	422.955	14:59:55	426.862	15:21:55	442.491	15:43:55	622.222	16:05:55	531.136	16:27:55	490.354	16:49:55	474.969
13:54:25	429.304	14:16:25	428.571	14:38:25	424.176	15:00:25	430.037	15:22:25	443.956	15:44:25	615.14	16:06:25	529.426	16:28:25	481.807		
13:54:55	435.409	14:16:55	430.037	14:38:55	425.153	15:00:55	426.129	15:22:55	438.828	15:44:55	616.361	16:06:55	529.915	16:28:55	483.761		
13:55:25	430.281	14:17:25	424.664	14:39:25	421.978	15:01:25	429.548	15:23:25	438.828	15:45:25	616.361	16:07:25	525.275	16:29:25	483.761		
13:55:55	428.327	14:17:55	425.397	14:39:55	426.374	15:01:55	428.083	15:23:55	440.537	15:45:55	614.408	16:07:55	529.426	16:29:55	484.005		
13:56:25	427.595	14:18:25	427.35	14:40:25	428.571	15:02:25	432.967	15:24:25	444.689	15:46:25	611.477	16:08:25	520.879	16:30:25	478.144		
13:56:55	425.397	14:18:55	428.816	14:40:55	424.176	15:02:55	426.618	15:24:55	441.514	15:46:55	606.593	16:08:55	521.612	16:30:55	482.295		
13:57:25	425.885	14:19:25	427.839	14:41:25	427.35	15:03:25	431.013	15:25:25	448.107	15:47:25	605.372	16:09:25	519.902	16:31:25	481.807		
13:57:55	427.35	14:19:55	423.932	14:41:55	424.908	15:03:55	430.769	15:25:55	445.177	15:47:55	608.791	16:09:55	518.681	16:31:55	482.295		
13:58:25	424.908	14:20:25	425.641	14:42:25	431.746	15:04:25	433.944	15:26:25	452.259	15:48:25	602.442	16:10:25	515.018	16:32:25	485.47		
13:58:55	422.222	14:20:55	422.466	14:42:55	428.816	15:04:55	427.839	15:26:55	449.328	15:48:55	599.756	16:10:55	512.332	16:32:55	486.203		
13:59:25	426.129	14:21:25	421.978	14:43:25	427.35	15:05:25	430.281	15:27:25	449.328	15:49:25	600	16:11:25	512.82	16:33:25	481.807		
13:59:55	427.839	14:21:55	420.269	14:43:55	428.327	15:05:55	431.258	15:27:55	450.305	15:49:55	596.337	16:11:55	533.089	16:33:55	486.691		
14:00:25	431.746	14:22:25	422.222	14:44:25	425.885	15:06:25	431.013	15:28:25	446.642	15:50:25	594.383	16:12:25	578.022	16:34:25	484.005		
14:00:55	428.816	14:22:55	426.618	14:44:55	425.153	15:06:55	433.211	15:28:55	449.328	15:50:55	593.651	16:12:55	659.096	16:34:55	483.272		
14:01:25	433.944	14:23:25	423.687	14:45:25	433.944	15:07:25	432.967	15:29:25	445.91	15:51:25	594.872	16:13:25	717.949	16:35:25	483.761		
14:01:55	430.281	14:23:55	425.153	14:45:55	433.211	15:07:55	434.432	15:29:55	447.619	15:51:55	589.744	16:13:55	712.088	16:35:55	483.272		
14:02:25	426.327	14:24:25	425.397	14:46:25	432.479	15:08:25	433.7	15:30:25	452.991	15:52:25	579.243	16:14:25	685.714	16:36:25	482.54		
14:02:55	430.037	14:24:55	421.245	14:46:55	430.769	15:08:55	431.258	15:30:55	446.886	15:52:55	579.731	16:14:55	653.236	16:36:55	482.784		
14:03:25	427.35	14:25:25	420.024	14:47:25	428.816	15:09:25	429.548	15:31:25	450.549	15:53:25	576.313	16:15:25	622.466	16:37:25	474.237		
14:03:55	423.199	14:25:55	425.153	14:47:55	423.443	15:09:55	432.967	15:31:55	449.573	15:53:55	575.092	16:15:55	602.93	16:37:55	477.411		
14:04:25	433.211	14:26:25	422.222	14:48:25	428.816	15:10:25	435.165	15:32:25	449.573	15:54:25	577.534	16:16:25	588.034	16:38:25	484.493		
14:04:55	427.839	14:26:55	433.455	14:48:55	430.525	15:10:55	431.258	15:32:55	446.886	15:54:55	570.696	16:16:55	565.568	16:38:55	475.702		
14:05:25	429.06	14:27:25	430.281	14:49:25	428.816	15:11:25	440.781	15:33:25	453.48	15:55:25	568.498	16:17:25	560.928	16:39:25	479.365		
14:05:55	437.118	14:27:55	427.35	14:49:55	431.502	15:11:55	436.874	15:33:55	451.526	15:55:55	568.742	16:17:55	545.055	16:39:55	477.656		
14:06:25	424.908	14:28:25	431.502	14:50:25	426.129	15:12:25	440.781	15:34:25	453.724	15:56:25	562.882	16:18:25	540.659	16:40:25	478.144		
14:06:55	428.816	14:28:55	432.479	14:50:55	429.304	15:12:55	439.072	15:34:55	452.503	15:56:55	556.044	16:18:55	531.624	16:40:55	473.748		
14:07:25	430.769	14:29:25	426.618	14:51:25	423.199	15:13:25	447.375	15:35:25	455.678	15:57:25	558.974	16:19:25	525.275	16:41:25	477.9		
14:07:55	425.885	14:29:55	431.258	14:51:55	429.548	15:13:55	444.444	15:35:55	448.352	15:57:55	563.37	16:19:55	524.786	16:41:55	474.725		
14:08:25	423.443	14:30:25	423.687	14:52:25	421.49	15:14:25	441.27	15:36:25	453.988	15:58:25	559.707	16:20:25	516.239	16:42:25	475.946		
14:08:55	424.42	14:30:55	428.571	14:52:55	429.792	15:14:55	434.188	15:36:55	452.503	15:58:55	556.288	16:20:55	507.936	16:42:55	478.388		
14:09:25	426.862	14:31:25	431.013	14:53:25	432.479	15:15:25	444.444	15:37:25	451.282	15:59:25	554.09	16:21:25	502.808	16:43:25	472.283		
14:09:55	424.176	14:31:55	429.06	14:53:55	424.176	15:15:55	441.514	15:37:55	453.724	15:59:55	551.16	16:21:55	506.227	16:43:55	473.504		
14:10:25	426.129	14:32:25	425.153	14:54:25	428.083	15:16:25	437.363	15:38:25	456.899	16:00:25	547.009	16:22:25	502.32	16:44:25	475.702		
14:10:55	422.222	14:32:55	426.374	14:54:55	424.42	15:16:55	441.758	15:38:55	455.189	16:00:55	549.695	16:22:55	498.657	16:44:55	478.388		
14:11:25	419.292	14:33:25	430.525	14:55:25	426.129	15:17:25	442.979	15:39:25	456.41	16:01:25	549.695	16:23:25	493.773	16:45:25	471.795		
14:11:55	428.083	14:33:55	424.664	14:55:55	424.908	15:17:55	438.584	15:39:55	455.922	16:01:55	547.009	16:23:55	493.773	16:45:55	476.435		

Date	10/3/01
Flow	60 L/min
Temp	31 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	16:26:00
End time	22:25:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	40
2 hr	39
3 hr	35
4 hr	30
5 hr	29
6 hr	28

ตาราง ผ.17 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่4 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
16:26:03	397.07	16:48:03	371.917	17:10:03	375.092	17:32:03	373.382	17:54:03	363.858	18:16:03	432.723	18:38:03	384.86	19:00:03	343.834	19:22:03	331.624
16:26:33	403.907	16:48:33	367.521	17:10:33	367.766	17:32:33	376.557	17:54:33	359.707	18:16:33	429.304	18:38:33	388.034	19:00:33	344.567	19:22:33	330.159
16:27:03	400.733	16:49:03	370.94	17:11:03	369.719	17:33:03	375.824	17:55:03	359.951	18:17:03	424.664	18:39:03	385.348	19:01:03	346.276	19:23:03	334.554
16:27:33	401.465	16:49:33	371.673	17:11:33	364.103	17:33:33	378.755	17:55:33	356.288	18:17:33	428.571	18:39:33	388.034	19:01:33	340.904	19:23:33	336.02
16:28:03	396.581	16:50:03	375.336	17:12:03	364.347	17:34:03	371.673	17:56:03	359.707	18:18:03	426.974	18:40:03	388.034	19:02:03	341.636	19:24:03	326.74
16:28:33	387.546	16:50:33	369.983	17:12:33	365.588	17:34:33	373.138	17:56:33	363.614	18:18:33	423.199	18:40:33	382.906	19:02:33	334.799	19:24:33	332.357
16:29:03	377.289	16:51:03	375.58	17:13:03	362.149	17:35:03	373.138	17:57:03	378.022	18:19:03	424.908	18:41:03	381.685	19:03:03	336.264	19:25:03	332.357
16:29:33	378.266	16:51:33	373.871	17:13:33	365.079	17:35:33	373.138	17:57:33	404.396	18:19:33	419.048	18:41:33	381.929	19:03:33	344.567	19:25:33	329.915
16:30:03	363.126	16:52:03	376.801	17:14:03	364.835	17:36:03	377.534	17:58:03	425.885	18:20:03	425.885	18:42:03	380.464	19:04:03	341.88		
16:30:33	368.498	16:52:33	377.045	17:14:33	366.056	17:36:33	382.662	17:58:33	446.642	18:20:33	422.466	18:42:33	380.464	19:04:33	340.904		
16:31:03	370.696	16:53:03	383.883	17:15:03	364.347	17:37:03	380.708	17:59:03	459.341	18:21:03	426.862	18:43:03	374.115	19:05:03	344.078		
16:31:33	375.824	16:53:33	376.557	17:15:33	361.172	17:37:33	384.371	17:59:33	459.585	18:21:33	421.978	18:43:33	367.766	19:05:33	339.927		
16:32:03	378.022	16:54:03	371.429	17:16:03	365.812	17:38:03	385.348	18:00:03	463.004	18:22:03	424.42	18:44:03	373.871	19:06:03	341.392		
16:32:33	374.603	16:54:33	372.65	17:16:33	367.521	17:38:33	379.243	18:00:33	472.283	18:22:33	420.757	18:44:33	368.254	19:06:33	345.543		
16:33:03	370.208	16:55:03	374.359	17:17:03	365.588	17:39:03	383.15	18:01:03	463.492	18:23:03	425.641	18:45:03	360.44	19:07:03	330.159		
16:33:33	371.429	16:55:33	375.336	17:17:33	363.126	17:39:33	378.266	18:01:33	470.818	18:23:33	418.071	18:45:33	370.94	19:07:33	340.415		
16:34:03	379.487	16:56:03	373.871	17:18:03	366.056	17:40:03	378.755	18:02:03	461.294	18:24:03	423.199	18:46:03	364.103	19:08:03	341.88		
16:34:33	373.626	16:56:33	377.534	17:18:33	364.347	17:40:33	374.847	18:02:33	461.294	18:24:33	412.943	18:46:33	373.138	19:08:33	344.567		
16:35:03	381.197	16:57:03	379.243	17:19:03	364.835	17:41:03	378.999	18:03:03	451.77	18:25:03	417.582	18:47:03	375.336	19:09:03	335.531		
16:35:33	383.394	16:57:33	375.336	17:19:33	365.588	17:41:33	377.269	18:03:33	450.794	18:25:33	408.791	18:47:33	371.184	19:09:33	335.531		
16:36:03	381.929	16:58:03	377.534	17:20:03	366.789	17:42:03	367.766	18:04:03	450.305	18:26:03	411.477	18:48:03	371.917	19:10:03	333.578		
16:36:33	379.487	16:58:33	370.452	17:20:33	361.172	17:42:33	380.22	18:04:33	458.852	18:26:33	410.012	18:48:33	359.707	19:10:33	337.973		
16:37:03	382.662	16:59:03	370.94	17:21:03	360.195	17:43:03	376.313	18:05:03	452.259	18:27:03	410.256	18:49:03	357.265	19:11:03	332.845		
16:37:33	384.615	16:59:33	368.742	17:21:33	365.079	17:43:33	370.696	18:05:33	447.863	18:27:33	410.989	18:49:33	358.974	19:11:33	336.752		
16:38:03	378.51	17:00:03	365.324	17:22:03	368.742	17:44:03	365.588	18:06:03	446.642	18:28:03	404.396	18:50:03	354.823	19:12:03	335.043		
16:38:33	377.778	17:00:33	368.742	17:22:33	362.637	17:44:33	369.231	18:06:33	449.328	18:28:33	409.28	18:50:33	364.103	19:12:33	339.438		
16:39:03	378.755	17:01:03	367.277	17:23:03	361.905	17:45:03	368.254	18:07:03	458.12	18:29:03	408.547	18:51:03	362.149	19:13:03	336.996		
16:39:33	379.487	17:01:33	368.01	17:23:33	366.789	17:45:33	367.766	18:07:33	449.328	18:29:33	405.372	18:51:33	362.637	19:13:33	338.217		
16:40:03	372.405	17:02:03	360.195	17:24:03	365.588	17:46:03	369.719	18:08:03	449.573	18:30:03	399.267	18:52:03	352.625	19:14:03	340.659		
16:40:33	370.696	17:02:33	370.94	17:24:33	368.742	17:46:33	361.661	18:08:33	447.619	18:30:33	399.023	18:52:33	345.055	19:14:33	341.148		
16:41:03	377.045	17:03:03	365.812	17:25:03	357.998	17:47:03	361.661	18:09:03	445.91	18:31:03	399.267	18:53:03	360.195	19:15:03	335.775		
16:41:33	374.359	17:03:33	371.673	17:25:33	357.998	17:47:33	368.498	18:09:33	436.63	18:31:33	397.558	18:53:33	352.625	19:15:33	338.217		
16:42:03	368.498	17:04:03	365.812	17:26:03	356.532	17:48:03	360.44	18:10:03	441.758	18:32:03	397.07	18:54:03	354.579	19:16:03	339.927		
16:42:33	377.289	17:04:33	365.812	17:26:33	362.393	17:48:33	361.172	18:10:33	439.58	18:32:33	391.453	18:54:33	352.625	19:16:33	338.217		
16:43:03	374.847	17:05:03	370.94	17:27:03	367.766	17:49:03	362.149	18:11:03	445.91	18:33:03	397.07	18:55:03	353.358	19:17:03	338.706		
16:43:33	379.243	17:05:33	368.987	17:27:33	364.347	17:49:33	364.103	18:11:33	446.886	18:33:33	391.209	18:55:33	355.556	19:17:33	339.683		
16:44:03	374.359	17:06:03	373.626	17:28:03	371.673	17:50:03	366.545	18:12:03	434.188	18:34:03	400.488	18:56:03	347.985	19:18:03	334.31		
16:44:33	379.976	17:06:33	370.452	17:28:33	367.033	17:50:33	355.556	18:12:33	435.653	18:34:33	395.604	18:56:33	344.811	19:18:33	336.508		
16:45:03	378.755	17:07:03	374.359	17:29:03	367.766	17:51:03	355.8	18:13:03	443.468	18:35:03	392.918	18:57:03	349.939	19:19:03	333.822		
16:45:33	376.557	17:07:33	370.696	17:29:33	372.161	17:51:33	361.172	18:13:33	451.282	18:35:33	395.604	18:57:33	345.788	19:19:33	334.799		
16:46:03	373.626	17:08:03	374.847	17:30:03	367.277	17:52:03	361.661	18:14:03	436.63	18:36:03	389.011	18:58:03	350.183	19:20:03	337.973		
16:46:33	377.289	17:08:33	372.161	17:30:33	378.266	17:52:33	358.974	18:14:33	430.769	18:36:33	383.639	18:58:33	345.299	19:20:33	336.752		
16:47:03	371.429	17:09:03	369.475	17:31:03	371.429	17:53:03	367.521	18:15:03	424.908	18:37:03	388.325	18:59:03	341.636	19:21:03	335.775		
16:47:33	375.336	17:09:33	364.591	17:31:33	367.277	17:53:33	356.777	18:15:33	428.571	18:37:33	381.441	18:59:33	342.613	19:21:33	330.159		

Date	9/3/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	13:19:00
End time	19:18:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	43
2 hr	37
3 hr	34
4 hr	30
5 hr	29
6 hr	27

ตาราง น.18 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่5 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
13:19:27	366.789	13:41:27	355.311	14:03:27	343.346	14:25:27	334.799	14:47:27	330.403	15:09:27	360.684	15:31:27	469.353	15:53:27	405.861	16:15:27	391.209
13:19:57	362.149	13:41:57	351.16	14:03:57	344.078	14:25:57	330.891	14:47:57	337.729	15:09:57	354.335	15:31:57	470.818	15:53:57	401.221	16:15:57	393.162
13:20:27	363.37	13:42:27	347.741	14:04:27	341.88	14:26:27	334.066	14:48:27	342.857	15:10:27	362.882	15:32:27	459.829	15:54:27	403.175	16:16:27	389.744
13:20:57	362.393	13:42:57	350.916	14:04:57	340.659	14:26:57	330.159	14:48:57	339.683	15:10:57	361.661	15:32:57	466.178	15:54:57	400.488	16:16:57	387.546
13:21:27	366.3	13:43:27	354.09	14:05:27	343.346	14:27:27	331.136	14:49:27	331.624	15:11:27	363.858	15:33:27	470.33	15:55:27	408.791	16:17:27	387.302
13:21:57	364.835	13:43:57	345.788	14:05:57	339.438	14:27:57	336.996	14:49:57	337.729	15:11:57	365.812	15:33:57	461.536	15:55:57	409.768	16:17:57	388.034
13:22:27	362.637	13:44:27	343.59	14:06:27	329.182	14:28:27	331.868	14:50:27	338.217	15:12:27	363.614	15:34:27	455.922	15:56:27	404.396	16:18:27	390.476
13:22:57	357.021	13:44:57	346.276	14:06:57	336.996	14:28:57	335.043	14:50:57	340.171	15:12:57	366.789	15:34:57	459.829	15:56:57	403.175	16:18:57	385.104
13:23:27	357.753	13:45:27	349.695	14:07:27	343.101	14:29:27	328.449	14:51:27	336.264	15:13:27	361.416	15:35:27	454.212	15:57:27	406.593		
13:23:57	361.416	13:45:57	342.857	14:07:57	340.904	14:29:57	331.136	14:51:57	341.148	15:13:57	354.823	15:35:57	453.968	15:57:57	399.267		
13:24:27	357.753	13:46:27	353.602	14:08:27	340.171	14:30:27	330.647	14:52:27	342.369	15:14:27	363.858	15:36:27	451.038	15:58:27	397.802		
13:24:57	354.579	13:46:57	340.171	14:08:57	336.996	14:30:57	336.996	14:52:57	344.078	15:14:57	360.44	15:36:57	447.131	15:58:57	401.954		
13:25:27	360.195	13:47:27	348.474	14:09:27	341.636	14:31:27	332.112	14:53:27	340.904	15:15:27	365.812	15:37:27	443.468	15:59:27	395.849		
13:25:57	356.532	13:47:57	344.811	14:09:57	337.485	14:31:57	335.287	14:53:57	337.973	15:15:57	360.928	15:37:57	442.002	15:59:57	401.465		
13:26:27	356.044	13:48:27	344.811	14:10:27	337.485	14:32:27	335.531	14:54:27	343.58	15:16:27	362.637	15:38:27	439.56	16:00:27	394.383		
13:26:57	359.219	13:48:57	344.322	14:10:57	336.02	14:32:57	333.089	14:54:57	341.88	15:16:57	368.01	15:38:57	435.653	16:00:57	397.314		
13:27:27	359.463	13:49:27	342.125	14:11:27	336.752	14:33:27	334.31	14:55:27	342.857	15:17:27	365.324	15:39:27	439.072	16:01:27	395.116		
13:27:57	354.335	13:49:57	341.636	14:11:57	339.438	14:33:57	334.31	14:55:57	343.834	15:17:57	365.079	15:39:57	438.828	16:01:57	393.651		
13:28:27	354.823	13:50:27	345.788	14:12:27	337.485	14:34:27	332.601	14:56:27	350.916	15:18:27	362.393	15:40:27	433.211	16:02:27	396.581		
13:28:57	357.509	13:50:57	348.962	14:12:57	335.043	14:34:57	333.678	14:56:57	345.543	15:18:57	364.103	15:40:57	437.363	16:02:57	395.116		
13:29:27	360.195	13:51:27	344.322	14:13:27	338.462	14:35:27	335.287	14:57:27	343.834	15:19:27	364.347	15:41:27	426.862	16:03:27	396.625		
13:29:57	353.602	13:51:57	342.613	14:13:57	336.264	14:35:57	331.824	14:57:57	345.055	15:19:57	360.684	15:41:57	430.037	16:03:57	397.07		
13:30:27	353.358	13:52:27	340.659	14:14:27	340.171	14:36:27	332.601	14:58:27	350.163	15:20:27	367.277	15:42:27	430.525	16:04:27	389.255		
13:30:57	360.928	13:52:57	343.59	14:14:57	336.508	14:36:57	330.403	14:58:57	344.811	15:20:57	364.835	15:42:57	429.548	16:04:57	395.36		
13:31:27	365.324	13:53:27	345.543	14:15:27	339.438	14:37:27	326.74	14:59:27	354.09	15:21:27	365.812	15:43:27	426.129	16:05:27	399.267		
13:31:57	374.115	13:53:57	348.23	14:15:57	334.066	14:37:57	329.426	14:59:57	351.16	15:21:57	369.475	15:43:57	426.862	16:05:57	395.36		
13:32:27	375.824	13:54:27	342.857	14:16:27	336.752	14:38:27	332.357	15:00:27	362.625	15:22:27	400.977	15:44:27	431.013	16:06:27	400.244		
13:32:57	372.161	13:54:57	341.148	14:16:57	339.683	14:38:57	333.822	15:00:57	353.114	15:22:57	443.712	15:44:57	436.386	16:06:57	390.232		
13:33:27	366.056	13:55:27	345.788	14:17:27	336.264	14:39:27	331.38	15:01:27	354.09	15:23:27	478.388	15:45:27	430.525	16:07:27	391.209		
13:33:57	363.858	13:55:57	343.834	14:17:57	334.554	14:39:57	336.02	15:01:57	354.335	15:23:57	497.924	15:45:57	430.525	16:07:57	393.651		
13:34:27	363.126	13:56:27	342.369	14:18:27	329.426	14:40:27	331.868	15:02:27	355.556	15:24:27	498.901	15:46:27	433.944	16:08:27	385.836		
13:34:57	361.172	13:56:57	339.683	14:18:57	334.799	14:40:57	331.136	15:02:57	353.602	15:24:57	499.145	15:46:57	431.258	16:08:57	391.209		
13:35:27	354.823	13:57:27	345.055	14:19:27	332.357	14:41:27	336.264	15:03:27	366.532	15:25:27	492.064	15:47:27	428.571	16:09:27	386.569		
13:35:57	360.928	13:57:57	340.171	14:19:57	336.508	14:41:57	333.333	15:03:57	357.265	15:25:57	490.11	15:47:57	431.258	16:09:57	391.453		
13:36:27	360.44	13:58:27	344.322	14:20:27	334.066	14:42:27	332.357	15:04:27	357.998	15:26:27	489.133	15:48:27	429.304	16:10:27	389.499		
13:36:57	352.869	13:58:57	340.659	14:20:57	338.95	14:42:57	336.996	15:04:57	356.288	15:26:57	483.516	15:48:57	419.536	16:10:57	392.186		
13:37:27	359.951	13:59:27	343.834	14:21:27	336.508	14:43:27	335.287	15:05:27	359.463	15:27:27	484.005	15:49:27	421.245	16:11:27	390.72		
13:37:57	348.718	13:59:57	340.904	14:21:57	333.089	14:43:57	329.426	15:05:57	353.356	15:27:57	478.632	15:49:57	419.048	16:11:57	390.476		
13:38:27	355.311	14:00:27	345.055	14:22:27	330.159	14:44:27	337.241	15:06:27	354.09	15:28:27	477.9	15:50:27	414.408	16:12:27	391.209		
13:38:57	350.183	14:00:57	342.125	14:22:57	336.752	14:44:57	333.578	15:06:57	358.974	15:28:57	477.656	15:50:57	418.315	16:12:57	394.628		
13:39:27	350.672	14:01:27	342.857	14:23:27	338.217	14:45:27	341.88	15:07:27	359.219	15:29:27	476.679	15:51:27	413.431	16:13:27	390.476		
13:39:57	349.695	14:01:57	335.531	14:23:57	336.02	14:45:57	335.287	15:07:57	354.335	15:29:57	473.748	15:51:57	409.28	16:13:57	385.836		
13:40:27	351.404	14:02:27	343.834	14:24:27	333.333	14:46:27	335.531	15:08:27	357.753	15:30:27	473.504	15:52:27	408.303	16:14:27	387.057		
13:40:57	355.311	14:02:57	341.392	14:24:57	334.799	14:46:57	336.264	15:08:57	354.335	15:30:57	474.725	15:52:57	407.57	16:14:57	380.484		

Date	11/3/01	Time	P loss (mm H2O)
Flow	60 L/min	1 hr	40
Temp	33 c	2 hr	36
Page typ	Analog	3 hr	33
Store tim	0:00:30	4 hr	32
Start tim	12:18:00	5 hr	30
End time	18:17:00	6 hr	29
Records	720		

ตาราง ผ.19 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่6 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) บัญคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
12:18:17	396.825	12:40:17	346.276	13:02:17	351.404	13:24:17	351.404	13:46:17	383.15	14:08:17	352.869	14:30:17	347.985	14:52:17	331.38	15:14:17	329.915
12:18:47	401.221	12:40:47	342.857	13:02:47	346.784	13:24:47	366.3	13:46:47	386.569	14:08:47	355.8	14:30:47	339.683	14:52:47	327.228	15:14:47	326.496
12:19:17	403.175	12:41:17	343.101	13:03:17	346.52	13:25:17	387.057	13:47:17	375.092	14:09:17	351.404	14:31:17	342.613	14:53:17	334.31	15:15:17	329.426
12:19:47	403.175	12:41:47	332.845	13:03:47	347.741	13:25:47	408.059	13:47:47	379.731	14:09:47	354.09	14:31:47	343.346	14:53:47	333.089	15:15:47	326.252
12:20:17	383.15	12:42:17	333.089	13:04:17	349.939	13:26:17	415.629	13:48:17	382.906	14:10:17	357.753	14:32:17	342.857	14:54:17	329.182	15:16:17	329.426
12:20:47	375.336	12:42:47	335.531	13:04:47	350.916	13:26:47	420.024	13:48:47	375.824	14:10:47	353.846	14:32:47	340.659	14:54:47	330.891	15:16:47	333.822
12:21:17	373.138	12:43:17	338.95	13:05:17	350.183	13:27:17	426.862	13:49:17	376.313	14:11:17	348.474	14:33:17	340.659	14:55:17	330.891	15:17:17	328.694
12:21:47	368.01	12:43:47	333.578	13:05:47	350.183	13:27:47	422.955	13:49:47	378.755	14:11:47	350.916	14:33:47	341.148	14:55:47	334.554	15:17:47	325.031
12:22:17	366.789	12:44:17	330.403	13:06:17	350.916	13:28:17	419.78	13:50:17	373.382	14:12:17	350.183	14:34:17	341.148	14:56:17	334.554		
12:22:47	359.951	12:44:47	338.95	13:06:47	353.358	13:28:47	424.664	13:50:47	378.999	14:12:47	346.764	14:34:47	338.95	14:56:47	327.717		
12:23:17	358.73	12:45:17	338.462	13:07:17	347.009	13:29:17	416.85	13:51:17	374.603	14:13:17	348.718	14:35:17	339.683	14:57:17	329.426		
12:23:47	352.137	12:45:47	334.554	13:07:47	349.939	13:29:47	417.827	13:51:47	372.894	14:13:47	349.206	14:35:47	342.857	14:57:47	328.449		
12:24:17	352.625	12:46:17	336.508	13:08:17	344.567	13:30:17	416.361	13:52:17	371.184	14:14:17	341.636	14:36:17	344.811	14:58:17	332.601		
12:24:47	355.556	12:46:47	333.333	13:08:47	352.137	13:30:47	408.791	13:52:47	371.429	14:14:47	347.741	14:36:47	340.659	14:58:47	326.007		
12:25:17	353.602	12:47:17	337.973	13:09:17	351.893	13:31:17	412.698	13:53:17	366.789	14:15:17	344.078	14:37:17	343.346	14:59:17	322.1		
12:25:47	354.09	12:47:47	342.857	13:09:47	353.602	13:31:47	413.431	13:53:47	369.231	14:15:47	350.183	14:37:47	333.822	14:59:47	328.449		
12:26:17	355.067	12:48:17	332.112	13:10:17	347.985	13:32:17	415.14	13:54:17	370.452	14:16:17	345.788	14:38:17	351.404	15:00:17	327.961		
12:26:47	358.242	12:48:47	336.508	13:10:47	353.846	13:32:47	405.617	13:54:47	367.277	14:16:47	347.497	14:38:47	340.904	15:00:47	326.74		
12:27:17	354.09	12:49:17	336.02	13:11:17	356.286	13:33:17	408.303	13:55:17	369.231	14:17:17	344.078	14:39:17	336.508	15:01:17	325.031		
12:27:47	351.404	12:49:47	331.624	13:11:47	354.09	13:33:47	404.396	13:55:47	368.742	14:17:47	344.078	14:39:47	334.554	15:01:47	324.298		
12:28:17	350.672	12:50:17	339.194	13:12:17	352.869	13:34:17	401.954	13:56:17	367.521	14:18:17	343.59	14:40:17	337.241	15:02:17	328.449		
12:28:47	352.869	12:50:47	335.287	13:12:47	349.451	13:34:47	402.442	13:56:47	363.614	14:18:47	343.346	14:40:47	330.159	15:02:47	326.496		
12:29:17	347.253	12:51:17	335.043	13:13:17	351.648	13:35:17	400	13:57:17	368.01	14:19:17	342.369	14:41:17	335.531	15:03:17	334.554		
12:29:47	347.009	12:51:47	335.287	13:13:47	361.416	13:35:47	397.314	13:57:47	358.73	14:19:47	347.497	14:41:47	333.578	15:03:47	326.007		
12:30:17	344.322	12:52:17	335.043	13:14:17	349.695	13:36:17	400.733	13:58:17	365.568	14:20:17	342.125	14:42:17	333.089	15:04:17	329.426		
12:30:47	349.206	12:52:47	334.799	13:14:47	347.985	13:36:47	402.686	13:58:47	366.545	14:20:47	339.927	14:42:47	337.241	15:04:47	327.961		
12:31:17	346.276	12:53:17	345.055	13:15:17	345.788	13:37:17	397.07	13:59:17	362.149	14:21:17	344.078	14:43:17	337.729	15:05:17	327.961		
12:31:47	346.276	12:53:47	336.264	13:15:47	351.16	13:37:47	396.337	13:59:47	359.951	14:21:47	347.253	14:43:47	336.264	15:05:47	328.938		
12:32:17	343.346	12:54:17	341.636	13:16:17	351.16	13:38:17	391.697	14:00:17	359.707	14:22:17	347.009	14:44:17	336.752	15:06:17	328.938		
12:32:47	347.497	12:54:47	336.508	13:16:47	347.253	13:38:47	394.383	14:00:47	364.103	14:22:50	350.183	14:44:47	335.531	15:06:47	332.357		
12:33:17	346.764	12:55:17	337.973	13:17:17	351.404	13:39:17	392.186	14:01:17	362.393	14:23:17	346.764	14:45:17	336.264	15:07:17	327.228		
12:33:47	339.194	12:55:47	336.264	13:17:47	351.16	13:39:47	396.337	14:01:47	362.149	14:23:47	344.322	14:45:47	339.927	15:07:47	329.426		
12:34:17	343.834	12:56:17	344.322	13:18:17	349.695	13:40:17	393.895	14:02:17	366.545	14:24:17	351.404	14:46:17	337.973	15:08:17	327.717		
12:34:47	343.834	12:56:47	347.253	13:18:47	345.055	13:40:47	385.104	14:02:47	362.149	14:24:47	340.904	14:46:47	336.02	15:08:47	327.961		
12:35:17	337.485	12:57:17	344.322	13:19:17	351.404	13:41:17	389.988	14:03:17	359.463	14:25:17	347.253	14:47:17	335.287	15:09:17	330.891		
12:35:47	345.788	12:57:47	340.659	13:19:47	347.985	13:41:47	391.941	14:03:47	359.951	14:25:47	350.427	14:47:47	332.357	15:09:47	332.845		
12:36:17	338.95	12:58:17	347.253	13:20:17	349.695	13:42:17	387.057	14:04:17	360.684	14:26:17	345.788	14:48:17	335.043	15:10:17	332.112		
12:36:47	334.554	12:58:47	340.415	13:20:47	345.299	13:42:47	385.348	14:04:47	359.707	14:26:47	342.369	14:48:47	329.182	15:10:47	338.706		
12:37:17	339.194	12:59:17	342.857	13:21:17	348.718	13:43:17	389.988	14:05:17	359.463	14:27:17	341.636	14:49:17	332.601	15:11:17	327.717		
12:37:47	341.88	12:59:47	346.032	13:21:47	351.893	13:43:47	391.453	14:05:47	351.893	14:27:47	341.636	14:49:47	334.066	15:11:47	327.961		
12:38:17	340.415	13:00:17	346.032	13:22:17	354.335	13:44:17	390.965	14:06:17	357.265	14:28:17	344.567	14:50:17	326.252	15:12:17	323.565		
12:38:47	346.52	13:00:47	347.497	13:22:50	348.474	13:44:47	378.266	14:06:47	355.067	14:28:47	349.451	14:50:47	332.357	15:12:47	330.647		
12:39:17	338.217	13:01:17	347.497	13:23:17	352.869	13:45:17	384.127	14:07:17	353.846	14:29:17	345.788	14:51:17	325.031	15:13:17	331.868		
12:39:47	336.508	13:01:47	349.206	13:23:47	347.069	13:45:47	380.708	14:07:47	353.358	14:29:47	344.567	14:51:47	326.496	15:13:47	324.542		

Date	13/3/01
Flow	60 L/min
Temp	27 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	6:54:00
End time	12:54:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	43
2 hr	39
3 hr	37
4 hr	34
5 hr	31
6 hr	30

ตาราง ผ.20 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่7 ชุดการทดลองที่2 (500 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
6:54:51	385.348	7:16:51	339.194	7:38:51	338.706	8:00:51	349.206	8:22:51	332.845	8:44:51	317.705	9:06:51	318.193	9:28:51	319.414	9:50:51	390.232
6:55:21	386.813	7:17:21	341.88	7:39:21	339.438	8:01:21	348.23	8:23:21	323.565	8:45:21	319.658	9:07:21	321.612	9:29:21	323.077	9:51:21	387.057
6:55:51	386.325	7:17:51	350.672	7:39:51	334.066	8:01:51	348.23	8:23:51	327.717	8:45:51	321.368	9:07:51	321.368	9:29:51	317.48	9:51:51	387.546
6:56:21	386.569	7:18:21	351.404	7:40:21	334.799	8:02:21	343.101	8:24:21	328.694	8:46:21	325.519	9:08:21	311.6	9:30:21	322.1	9:52:21	389.499
6:56:51	382.662	7:18:51	341.148	7:40:51	337.729	8:02:51	338.95	8:24:51	328.449	8:46:51	322.1	9:08:51	317.705	9:30:51	322.833	9:52:51	382.906
6:57:21	385.104	7:19:21	341.392	7:41:21	331.136	8:03:21	347.253	8:25:21	329.915	8:47:21	318.926	9:09:21	315.995	9:31:21	322.833	9:53:21	384.127
6:57:51	378.989	7:19:51	342.613	7:41:51	332.112	8:03:51	343.834	8:25:51	332.601	8:47:51	320.391	9:09:51	317.705	9:31:51	322.589	9:53:51	383.639
6:58:21	380.952	7:20:21	343.59	7:42:21	336.508	8:04:21	346.276	8:26:21	327.961	8:48:21	316.728	9:10:21	320.879	9:32:21	325.031	9:54:21	385.104
6:58:51	377.534	7:20:51	342.613	7:42:51	342.369	8:04:51	336.752	8:26:51	324.786	8:48:51	317.705	9:10:51	325.275	9:32:51	331.136		
6:59:21	384.127	7:21:21	337.973	7:43:21	336.462	8:05:21	342.613	8:27:21	329.426	8:49:21	321.123	9:11:21	320.391	9:33:21	327.717		
6:59:51	371.673	7:21:51	346.032	7:43:51	336.996	8:05:51	343.101	8:27:51	329.915	8:49:51	324.298	9:11:51	315.263	9:33:51	330.159		
7:00:21	377.045	7:22:21	345.543	7:44:21	334.066	8:06:21	335.287	8:28:21	325.519	8:50:21	327.717	9:12:21	325.763	9:34:21	326.496		
7:00:51	372.405	7:22:51	343.834	7:44:51	343.346	8:06:51	341.392	8:28:51	326.984	8:50:51	325.031	9:12:51	318.437	9:34:51	325.031		
7:01:21	369.983	7:23:21	337.973	7:45:21	337.729	8:07:21	345.788	8:29:21	323.81	8:51:21	326.007	9:13:21	326.984	9:35:21	333.333		
7:01:51	371.184	7:23:51	338.217	7:45:51	342.613	8:07:51	343.101	8:29:51	322.344	8:51:51	328.449	9:13:51	321.612	9:35:51	325.275		
7:02:21	373.626	7:24:21	338.462	7:46:21	340.171	8:08:21	342.125	8:30:21	326.496	8:52:21	322.589	9:14:21	320.879	9:36:21	327.961		
7:02:51	377.778	7:24:51	344.567	7:46:51	337.973	8:08:51	345.299	8:30:51	326.984	8:52:51	321.856	9:14:51	317.705	9:36:51	331.868		
7:03:21	373.871	7:25:21	336.508	7:47:21	343.834	8:09:21	346.276	8:31:21	326.496	8:53:21	322.833	9:15:21	316.728	9:37:21	336.264		
7:03:51	372.894	7:25:51	340.171	7:47:51	344.322	8:09:51	342.613	8:31:51	325.519	8:53:51	324.054	9:15:51	318.437	9:37:51	329.426		
7:04:21	370.696	7:26:21	342.125	7:48:21	341.88	8:10:21	341.392	8:32:21	319.17	8:54:21	325.275	9:16:21	324.054	9:38:21	326.984		
7:04:51	366.056	7:26:51	342.857	7:48:51	341.636	8:10:51	342.613	8:32:51	317.216	8:54:51	323.81	9:16:51	317.705	9:38:51	324.542		
7:05:21	370.452	7:27:21	338.706	7:49:21	339.683	8:11:21	340.171	8:33:21	310.134	8:55:21	325.519	9:17:21	320.391	9:39:21	328.449		
7:05:51	363.858	7:27:51	336.264	7:49:51	340.171	8:11:51	344.322	8:33:51	320.391	8:55:51	324.054	9:17:51	319.414	9:39:51	330.647		
7:06:21	360.195	7:28:21	343.346	7:50:21	346.032	8:12:21	344.567	8:34:21	317.216	8:56:21	324.298	9:18:21	323.077	9:40:21	326.74		
7:06:51	363.126	7:28:51	347.009	7:50:51	344.078	8:12:51	349.451	8:34:51	323.321	8:56:51	326.74	9:18:51	322.344	9:40:51	324.542		
7:07:21	363.614	7:29:21	341.148	7:51:21	343.346	8:13:21	343.59	8:35:21	321.368	8:57:21	320.879	9:19:21	326.007	9:41:21	330.403		
7:07:51	355.8	7:29:51	336.752	7:51:51	345.543	8:13:51	347.009	8:35:51	319.17	8:57:51	319.902	9:19:51	320.635	9:41:51	326.74		
7:08:21	361.661	7:30:21	336.996	7:52:21	341.636	8:14:21	338.217	8:36:21	320.635	8:58:21	322.833	9:20:21	319.658	9:42:21	328.694		
7:08:51	362.882	7:30:51	336.264	7:52:51	346.52	8:14:51	340.904	8:36:51	323.565	8:58:51	324.298	9:20:51	320.391	9:42:51	321.856		
7:09:21	355.311	7:31:21	338.462	7:53:21	341.636	8:15:21	337.485	8:37:21	323.81	8:59:21	323.565	9:21:21	319.17	9:43:21	329.67		
7:09:51	358.486	7:31:51	342.125	7:53:51	342.125	8:15:51	343.346	8:37:51	323.321	8:59:51	329.426	9:21:51	316.239	9:43:51	330.891		
7:10:21	351.404	7:32:21	337.973	7:54:21	348.23	8:16:21	341.636	8:38:21	327.717	9:00:21	322.589	9:22:21	321.856	9:44:21	331.624		
7:10:51	357.753	7:32:51	335.287	7:54:51	348.962	8:16:51	335.775	8:38:51	328.205	9:00:51	321.123	9:22:51	318.437	9:44:51	333.578		
7:11:21	357.021	7:33:21	333.089	7:55:21	346.52	8:17:21	340.415	8:39:21	324.542	9:01:21	326.496	9:23:21	322.1	9:45:21	327.717		
7:11:51	353.358	7:33:51	329.426	7:55:51	342.369	8:17:51	341.148	8:39:51	323.81	9:01:51	316.239	9:23:51	315.018	9:45:51	324.298		
7:12:21	351.648	7:34:21	333.333	7:56:21	341.148	8:18:21	340.904	8:40:21	318.926	9:02:21	326.496	9:24:21	318.437	9:46:21	324.298		
7:12:51	353.846	7:34:51	335.531	7:56:51	345.299	8:18:51	332.601	8:40:51	322.344	9:02:51	324.542	9:24:51	318.681	9:46:51	330.403		
7:13:21	352.869	7:35:21	333.822	7:57:21	348.474	8:19:21	335.043	8:41:21	320.147	9:03:21	321.368	9:25:21	316.484	9:47:21	330.891		
7:13:51	349.695	7:35:51	337.973	7:57:51	336.752	8:19:51	342.857	8:41:51	321.612	9:03:51	316.728	9:25:51	325.275	9:47:51	337.485		
7:14:21	351.893	7:36:21	337.241	7:58:21	344.567	8:20:21	336.02	8:42:21	323.077	9:04:21	317.216	9:26:21	324.786	9:48:21	362.393		
7:14:51	349.451	7:36:51	343.101	7:58:51	338.706	8:20:51	339.438	8:42:51	317.216	9:04:51	317.216	9:26:51	321.368	9:48:51	371.917		
7:15:21	347.985	7:37:21	341.636	7:59:21	343.101	8:21:21	336.508	8:43:21	321.123	9:05:21	315.995	9:27:21	324.542	9:49:21	388.034		
7:15:51	346.032	7:37:51	334.554	7:59:51	343.346	8:21:51	340.904	8:43:51	316.239	9:05:51	314.774	9:27:51	324.542	9:49:51	392.186		
7:16:21	346.764	7:38:21	336.508	8:00:21	347.009	8:22:21	334.799	8:44:21	316.972	9:06:21	318.926	9:28:21	317.705	9:50:21	394.139		

Date	15/3/01
Flow	60 L/min
Temp	34 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	7:43:00
End time	13:42:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	30
2 hr	29
3 hr	29
4 hr	28
5 hr	28
6 hr	28

ตาราง ผ.21 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่ 1 ชุดการทดลองที่ 3 (700 ppb) น้อยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
7:43:46	750.916	8:27:46	642.735	9:11:46	843.712	9:55:46	654.945	10:39:46	610.989	11:23:46	579.976	12:07:46	632.967	12:51:46	681.319	13:35:46	628.816
7:44:46	743.346	8:28:46	640.537	9:12:46	845.665	9:56:46	651.526	10:40:46	615.629	11:24:46	577.534	12:08:46	633.211	12:52:46	673.504	13:36:46	626.618
7:45:46	731.868	8:29:46	641.514	9:13:46	844.444	9:57:46	648.84	10:41:46	607.082	11:25:46	578.999	12:09:46	638.339	12:53:46	678.144	13:37:46	625.641
7:46:46	734.066	8:30:46	640.049	9:14:46	837.363	9:58:46	647.619	10:42:46	607.082	11:26:46	594.628	12:10:46	644.689	12:54:46	669.109	13:38:46	621.734
7:47:46	745.543	8:31:46	632.479	9:15:46	833.455	9:59:46	640.537	10:43:46	602.198	11:27:46	598.779	12:11:46	637.607	12:55:46	675.702	13:39:46	628.083
7:48:46	742.613	8:32:46	641.026	9:16:46	826.129	10:00:46	644.444	10:44:46	600.488	11:28:46	597.802	12:12:46	636.142	12:56:46	670.818	13:40:46	625.885
7:49:46	743.59	8:33:46	635.165	9:17:46	819.292	10:01:46	640.049	10:45:46	602.198	11:29:46	601.465	12:13:46	637.118	12:57:46	672.527	13:41:46	620.269
7:50:46	735.775	8:34:46	637.363	9:18:46	815.629	10:02:46	638.826	10:46:46	601.221	11:30:46	595.849	12:14:46	641.27	12:58:46	676.679	13:42:46	623.443
7:51:46	737.729	8:35:46	636.874	9:19:46	797.558	10:03:46	635.409	10:47:46	599.023	11:31:46	602.198	12:15:46	636.142	12:59:46	678.388		
7:52:46	730.403	8:36:46	636.874	9:20:46	796.093	10:04:46	640.049	10:48:46	600.488	11:32:46	601.221	12:16:46	643.956	13:00:46	678.388		
7:53:46	724.054	8:37:46	642.247	9:21:46	789.255	10:05:46	637.118	10:49:46	598.291	11:33:46	593.407	12:17:46	642.979	13:01:46	675.458		
7:54:46	724.298	8:38:46	644.2	9:22:46	785.592	10:06:46	639.072	10:50:46	600.977	11:34:46	597.07	12:18:46	641.026	13:02:46	668.864		
7:55:46	724.298	8:39:46	638.828	9:23:46	780.22	10:07:46	636.142	10:51:46	600.244	11:35:46	597.07	12:19:46	639.072	13:03:46	666.911		
7:56:46	714.53	8:40:46	642.247	9:24:46	769.231	10:08:46	629.548	10:52:46	595.116	11:36:46	600.488	12:20:46	678.633	13:04:46	661.538		
7:57:46	717.46	8:41:46	647.619	9:25:46	765.812	10:09:46	628.816	10:53:46	591.941	11:37:46	593.407	12:21:46	784.615	13:05:46	669.353		
7:58:46	686.691	8:42:46	640.781	9:26:46	755.067	10:10:46	628.571	10:54:46	590.72	11:38:46	594.139	12:22:46	831.746	13:06:46	660.073		
7:59:46	687.424	8:43:46	641.514	9:27:46	759.463	10:11:46	628.083	10:55:46	601.709	11:39:46	592.674	12:23:46	830.037	13:07:46	657.387		
8:00:46	680.342	8:44:46	642.491	9:28:46	756.532	10:12:46	629.548	10:56:46	589.744	11:40:46	595.604	12:24:46	819.292	13:08:46	655.189		
8:01:46	677.411	8:45:46	638.339	9:29:46	744.078	10:13:46	627.839	10:57:46	595.116	11:41:46	591.941	12:25:46	809.28	13:09:46	650.061		
8:02:46	674.725	8:46:46	642.247	9:30:46	739.438	10:14:46	628.816	10:58:46	590.232	11:42:46	597.558	12:26:46	803.419	13:10:46	647.375		
8:03:46	674.237	8:47:46	645.91	9:31:46	732.601	10:15:46	626.129	10:59:46	593.651	11:43:46	590.267	12:27:46	791.697	13:11:46	644.444		
8:04:46	664.225	8:48:46	644.444	9:32:46	728.205	10:16:46	619.536	11:00:46	585.348	11:44:46	602.198	12:28:46	784.127	13:12:46	644.444		
8:05:46	670.33	8:49:46	646.398	9:33:46	724.542	10:17:46	619.536	11:01:46	584.383	11:45:46	607.814	12:29:46	777.289	13:13:46	640.537		
8:06:46	667.888	8:50:46	640.537	9:34:46	717.949	10:18:46	621.49	11:02:46	591.209	11:46:46	606.593	12:30:46	769.963	13:14:46	640.293		
8:07:46	670.085	8:51:46	650.794	9:35:46	716.728	10:19:46	622.466	11:03:46	586.325	11:47:46	608.303	12:31:46	764.591	13:15:46	643.223		
8:08:46	665.69	8:52:46	645.421	9:36:46	711.356	10:20:46	621.978	11:04:46	587.79	11:48:46	607.082	12:32:46	763.121	13:16:46	640.293		
8:09:46	664.469	8:53:46	651.526	9:37:46	708.181	10:21:46	627.167	11:05:46	579.487	11:49:46	619.536	12:33:46	749.451	13:17:46	638.584		
8:10:46	662.271	8:54:46	650.549	9:38:46	703.541	10:22:46	621.49	11:06:46	582.173	11:50:46	614.652	12:34:46	747.009	13:18:46	639.56		
8:11:46	661.783	8:55:46	648.596	9:39:46	696.901	10:23:46	619.048	11:07:46	581.929	11:51:46	616.85	12:35:46	736.752	13:19:46	630.525		
8:12:46	659.096	8:56:46	652.015	9:40:46	698.411	10:24:46	617.827	11:08:46	579.731	11:52:46	614.164	12:36:46	737.485	13:20:46	636.386		
8:13:46	655.433	8:57:46	651.526	9:41:46	692.306	10:25:46	618.803	11:09:46	577.534	11:53:46	618.559	12:37:46	728.694	13:21:46	633.944		
8:14:46	649.084	8:58:46	648.84	9:42:46	688.645	10:26:46	615.873	11:10:46	579.731	11:54:46	616.85	12:38:46	725.275	13:22:46	636.386		
8:15:46	651.526	8:59:46	645.665	9:43:46	677.656	10:27:46	614.164	11:11:46	585.836	11:55:46	619.78	12:39:46	725.275	13:23:46	636.874		
8:16:46	649.573	9:00:46	645.421	9:44:46	680.83	10:28:46	609.524	11:12:46	575.58	11:56:46	624.664	12:40:46	717.949	13:24:46	639.56		
8:17:46	645.91	9:01:46	647.375	9:45:46	678.633	10:29:46	610.745	11:13:46	577.534	11:57:46	628.083	12:41:46	716.239	13:25:46	635.409		
8:18:46	656.41	9:02:46	650.061	9:46:46	675.458	10:30:46	611.722	11:14:46	585.836	11:58:46	623.199	12:42:46	719.17	13:26:46	635.165		
8:19:46	649.084	9:03:46	652.259	9:47:46	678.633	10:31:46	614.164	11:15:46	581.441	11:59:46	617.338	12:43:46	711.599	13:27:46	630.281		
8:20:46	653.48	9:04:46	651.038	9:48:46	668.376	10:32:46	616.117	11:16:46	578.022	12:00:46	631.013	12:44:46	708.425	13:28:46	629.06		
8:21:46	647.619	9:05:46	656.166	9:49:46	660.806	10:33:46	608.547	11:17:46	575.824	12:01:46	631.258	12:45:46	698.413	13:29:46	631.746		
8:22:46	645.177	9:06:46	653.968	9:50:46	666.178	10:34:46	612.21	11:18:46	576.313	12:02:46	631.258	12:46:46	698.657	13:30:46	625.885		
8:23:46	641.27	9:07:46	650.305	9:51:46	660.317	10:35:46	609.035	11:19:46	578.022	12:03:46	629.548	12:47:46	693.284	13:31:46	630.037		
8:24:46	639.316	9:08:46	647.863	9:52:46	659.096	10:36:46	606.838	11:20:46	579.487	12:04:46	638.339	12:48:46	687.912	13:32:46	631.013		
8:25:46	646.398	9:09:46	731.38	9:53:46	655.433	10:37:46	611.722	11:21:46	581.929	12:05:46	623.687	12:49:46	681.319	13:33:46	624.42		
8:26:46	636.142	9:10:46	818.315	9:54:46	651.526	10:38:46	605.661	11:22:46	577.045	12:06:46	630.525	12:50:46	674.481	13:34:46	626.618		

Date	21/3/01
Flow	60 L/min
Temp	35 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	21:17:00
End time	3:17:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	32
2 hr	31
3 hr	31
4 hr	30
5 hr	29
6 hr	28

ตาราง ผ.22 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่2 ชุดการทดลองที่3 (700 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
21:18:28	787.302	22:02:28	705.006	22:46:28	703.785	23:30:28	884.493	0:14:28	763.658	0:58:28	728.449	1:42:28	719.17	2:26:28	761.905	3:10:28	763.614
21:19:28	774.359	22:03:28	719.17	22:47:28	708.913	23:31:28	883.516	0:15:28	765.324	0:59:28	728.938	1:43:28	719.17	2:27:28	760.195	3:11:28	763.126
21:20:28	781.197	22:04:28	709.89	22:48:28	711.599	23:32:28	882.764	0:16:28	766.545	1:00:28	722.344	1:44:28	715.507	2:28:28	802.442	3:12:28	769.231
21:21:28	773.871	22:05:28	700.855	22:49:28	715.995	23:33:28	878.877	0:17:28	763.614	1:01:28	716.728	1:45:28	719.658	2:29:28	945.055	3:13:28	759.463
21:22:28	769.963	22:06:28	701.099	22:50:28	712.576	23:34:28	870.085	0:18:28	767.033	1:02:28	719.17	1:46:28	710.379	2:30:28	993.651	3:14:28	760.195
21:23:28	759.707	22:07:28	704.518	22:51:28	716.972	23:35:28	848.84	0:19:28	767.521	1:03:28	721.367	1:47:28	712.332	2:31:28	999.512	3:15:28	755.556
21:24:28	781.416	22:08:28	697.924	22:52:28	722.1	23:36:28	844.444	0:20:28	767.277	1:04:28	721.612	1:48:28	720.147	2:32:28	986.813	3:16:28	756.777
21:25:28	753.602	22:09:28	697.924	22:53:28	722.833	23:37:28	847.375	0:21:28	776.557	1:05:28	721.367	1:49:28	712.576	2:33:28	974.847	3:17:28	747.009
21:26:28	746.276	22:10:28	703.541	22:54:28	719.902	23:38:28	845.91	0:22:28	769.719	1:06:28	721.856	1:50:28	714.53	2:34:28	985.836		
21:27:28	728.449	22:11:28	701.099	22:55:28	722.589	23:39:28	837.607	0:23:28	770.696	1:07:28	715.263	1:51:28	719.902	2:35:28	974.603		
21:28:28	726.984	22:12:28	700.855	22:56:28	726.252	23:40:28	835.897	0:24:28	772.405	1:08:28	719.658	1:52:28	716.972	2:36:28	965.812		
21:29:28	739.194	22:13:28	706.716	22:57:28	730.159	23:41:28	846.398	0:25:28	773.871	1:09:28	726.007	1:53:28	720.879	2:37:28	960.684		
21:30:28	741.636	22:14:28	698.413	22:58:28	728.938	23:42:28	829.06	0:26:28	769.231	1:10:28	731.624	1:54:28	726.74	2:38:28	958.974		
21:31:28	739.438	22:15:28	696.459	22:59:28	733.822	23:43:28	823.199	0:27:28	766.056	1:11:28	782.173	1:55:28	721.612	2:39:28	944.078		
21:32:28	737.729	22:16:28	701.831	23:00:28	739.194	23:44:28	813.919	0:28:28	765.588	1:12:28	752.381	1:56:28	722.589	2:40:28	931.136		
21:33:28	737.729	22:17:28	692.308	23:01:28	738.217	23:45:28	824.176	0:29:28	759.707	1:13:28	729.915	1:57:28	725.519	2:41:28	922.1		
21:34:28	739.194	22:18:28	695.482	23:02:28	733.822	23:46:28	811.966	0:30:28	763.37	1:14:28	730.403	1:58:28	729.915	2:42:28	912.576		
21:35:28	730.159	22:19:28	701.099	23:03:28	747.497	23:47:28	816.606	0:31:28	761.661	1:15:28	725.783	1:59:28	735.043	2:43:28	903.785		
21:36:28	732.112	22:20:28	694.75	23:04:28	745.299	23:48:28	810.256	0:32:28	762.149	1:16:28	719.17	2:00:28	737.485	2:44:28	886.209		
21:37:28	735.775	22:21:28	695.971	23:05:28	749.695	23:49:28	806.838	0:33:28	767.277	1:17:28	730.647	2:01:28	730.891	2:45:28	889.377		
21:38:28	729.915	22:22:28	694.017	23:06:28	740.171	23:50:28	805.861	0:34:28	755.067	1:18:28	729.426	2:02:28	739.927	2:46:28	867.155		
21:39:28	723.81	22:23:28	694.017	23:07:28	739.927	23:51:28	801.709	0:35:28	750.672	1:19:28	727.961	2:03:28	739.194	2:47:28	874.969		
21:40:28	720.391	22:24:28	692.063	23:08:28	739.683	23:52:28	806.105	0:36:28	753.114	1:20:28	721.612	2:04:28	737.485	2:48:28	860.806		
21:41:28	718.193	22:25:28	694.505	23:09:28	739.927	23:53:28	800.977	0:37:28	753.358	1:21:28	718.681	2:05:28	745.543	2:49:28	853.48		
21:42:28	715.751	22:26:28	689.621	23:10:28	757.998	23:54:28	799.512	0:38:28	747.497	1:22:28	722.1	2:06:28	746.032	2:50:28	849.573		
21:43:28	712.332	22:27:28	693.04	23:11:28	752.137	23:55:28	792.43	0:39:28	748.474	1:23:28	721.856	2:07:28	749.695	2:51:28	844.444		
21:44:28	720.147	22:28:28	689.133	23:12:28	749.451	23:56:28	800	0:40:28	749.695	1:24:28	719.17	2:08:28	749.451	2:52:28	840.293		
21:45:28	713.309	22:29:28	690.11	23:13:28	747.741	23:57:28	790.72	0:41:28	741.636	1:25:28	723.321	2:09:28	751.648	2:53:28	840.781		
21:46:28	713.309	22:30:28	692.063	23:14:28	748.718	23:58:28	789.255	0:42:28	740.904	1:26:28	719.902	2:10:28	751.893	2:54:28	831.746		
21:47:28	706.227	22:31:28	687.668	23:15:28	754.335	23:59:28	786.813	0:43:28	731.868	1:27:28	722.589	2:11:28	751.648	2:55:28	813.919		
21:48:28	708.913	22:32:28	687.18	23:16:28	757.509	0:00:28	780.22	0:44:28	738.95	1:28:28	722.1	2:12:28	755.556	2:56:28	815.14		
21:49:28	710.134	22:33:28	684.249	23:17:28	841.27	0:01:28	781.685	0:45:28	734.31	1:29:28	722.344	2:13:28	752.137	2:57:28	808.791		
21:50:28	704.029	22:34:28	689.866	23:18:28	941.88	0:02:28	779.976	0:46:28	734.554	1:30:28	716.484	2:14:28	756.044	2:58:28	799.512		
21:51:28	705.495	22:35:28	690.11	23:19:28	965.079	0:03:28	783.15	0:47:28	730.647	1:31:28	723.81	2:15:28	756.532	2:59:28	803.663		
21:52:28	712.82	22:36:28	688.156	23:20:28	976.801	0:04:28	786.081	0:48:28	732.112	1:32:28	721.367	2:16:28	749.939	3:00:28	801.485		
21:53:28	702.32	22:37:28	688.156	23:21:28	963.126	0:05:28	773.138	0:49:28	731.624	1:33:28	716.972	2:17:28	756.288	3:01:28	799.756		
21:54:28	708.913	22:38:28	689.133	23:22:28	954.823	0:06:28	780.952	0:50:28	736.508	1:34:28	715.263	2:18:28	755.067	3:02:28	789.011		
21:55:28	705.983	22:39:28	696.948	23:23:28	942.857	0:07:28	776.068	0:51:28	725.519	1:35:28	718.681	2:19:28	784.591	3:03:28	787.546		
21:56:28	702.32	22:40:28	701.831	23:24:28	944.322	0:08:28	771.429	0:52:28	726.252	1:36:28	723.321	2:20:28	763.37	3:04:28	784.127		
21:57:28	693.284	22:41:28	698.657	23:25:28	926.252	0:09:28	774.359	0:53:28	728.449	1:37:28	714.53	2:21:28	762.882	3:05:28	769.963		
21:58:28	699.39	22:42:28	705.495	23:26:28	922.344	0:10:28	770.94	0:54:28	734.31	1:38:28	717.46	2:22:28	762.149	3:06:28	777.778		
21:59:28	704.518	22:43:28	701.343	23:27:28	915.263	0:11:28	768.987	0:55:28	728.449	1:39:28	716.484	2:23:28	758.73	3:07:28	778.022		
22:00:28	696.948	22:44:28	701.587	23:28:28	904.518	0:12:28	773.138	0:56:28	730.647	1:40:28	718.926	2:24:28	757.265	3:08:28	774.115		
22:01:28	698.657	22:45:28	701.831	23:29:28	897.68	0:13:28	766.3	0:57:28	725.763	1:41:28	712.576	2:25:28	760.195	3:09:28	774.115		

Date	28/3/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	21:46:00
End time	3:46:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	30
2 hr	29
3 hr	29
4 hr	28
5 hr	27
6 hr	27

ตาราง ผ.23 ความเข้มข้น NO ที่ทางเข้าครั้งที่3 ชุดการทดลองที่3 (700 ppb) น้อยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
21:47:21	805.617	22:31:21	705.25	23:15:21	655.922	23:59:21	661.05	0:43:21	920.635	1:27:21	733.822	2:11:21	673.748	2:55:21	649.084	3:39:21	686.203
21:48:21	778.755	22:32:21	699.39	23:16:21	661.05	0:00:21	675.702	0:44:21	915.018	1:28:21	726.252	2:12:21	678.877	2:56:21	645.177	3:40:21	678.633
21:49:21	773.871	22:33:21	696.948	23:17:21	653.48	0:01:21	668.864	0:45:21	905.495	1:29:21	729.915	2:13:21	675.458	2:57:21	643.468	3:41:21	780.22
21:50:21	769.231	22:34:21	694.261	23:18:21	661.538	0:02:21	669.353	0:46:21	902.564	1:30:21	731.38	2:14:21	677.656	2:58:21	645.665	3:42:21	914.53
21:51:21	766.545	22:35:21	692.796	23:19:21	663.98	0:03:21	680.586	0:47:21	884.982	1:31:21	724.786	2:15:21	674.481	2:59:21	646.398	3:43:21	961.172
21:52:21	755.311	22:36:21	693.04	23:20:21	651.038	0:04:21	671.062	0:48:21	881.807	1:32:21	727.717	2:16:21	677.9	3:00:21	644.933	3:44:21	968.498
21:53:21	757.753	22:37:21	690.842	23:21:21	658.364	0:05:21	673.993	0:49:21	874.725	1:33:21	719.17	2:17:21	666.911	3:01:21	637.607	3:45:21	973.138
21:54:21	777.289	22:38:21	701.099	23:22:21	651.282	0:06:21	680.586	0:50:21	865.446	1:34:21	719.658	2:18:21	676.435	3:02:21	648.352	3:46:21	965.568
21:55:21	777.534	22:39:21	694.75	23:23:21	662.747	0:07:21	682.54	0:51:21	865.69	1:35:21	727.473	2:19:21	675.702	3:03:21	645.91		
21:56:21	775.58	22:40:21	689.377	23:24:21	651.038	0:08:21	683.272	0:52:21	857.143	1:36:21	725.519	2:20:21	668.376	3:04:21	650.061		
21:57:21	773.382	22:41:21	685.714	23:25:21	650.305	0:09:21	677.656	0:53:21	857.631	1:37:21	716.239	2:21:21	668.62	3:05:21	650.061		
21:58:21	769.475	22:42:21	683.284	23:26:21	651.77	0:10:21	687.18	0:54:21	853.236	1:38:21	719.658	2:22:21	672.039	3:06:21	647.863		
21:59:21	766.3	22:43:21	694.017	23:27:21	646.886	0:11:21	688.401	0:55:21	846.398	1:39:21	713.553	2:23:21	667.888	3:07:21	653.236		
22:00:21	763.858	22:44:21	690.598	23:28:21	652.015	0:12:21	686.447	0:56:21	837.851	1:40:21	709.158	2:24:21	670.818	3:08:21	653.724		
22:01:21	762.882	22:45:21	687.18	23:29:21	650.305	0:13:21	692.796	0:57:21	830.768	1:41:21	707.448	2:25:21	666.422	3:09:21	652.747		
22:02:21	757.509	22:46:21	685.958	23:30:21	653.724	0:14:21	691.331	0:58:21	824.908	1:42:21	712.332	2:26:21	668.132	3:10:21	653.236		
22:03:21	755.311	22:47:21	681.074	23:31:21	655.678	0:15:21	691.331	0:59:21	821.49	1:43:21	708.181	2:27:21	666.422	3:11:21	656.899		
22:04:21	753.602	22:48:21	681.074	23:32:21	652.259	0:16:21	697.436	1:00:21	821.245	1:44:21	709.158	2:28:21	665.934	3:12:21	656.899		
22:05:21	748.474	22:49:21	679.853	23:33:21	653.48	0:17:21	698.657	1:01:21	808.547	1:45:21	712.088	2:29:21	663.492	3:13:21	660.806		
22:06:21	745.299	22:50:21	679.809	23:34:21	650.794	0:18:21	694.505	1:02:21	810.256	1:46:21	703.052	2:30:21	656.899	3:14:21	663.736		
22:07:21	746.276	22:51:21	685.958	23:35:21	648.352	0:19:21	698.413	1:03:21	799.756	1:47:21	707.204	2:31:21	666.422	3:15:21	665.69		
22:08:21	742.125	22:52:21	682.295	23:36:21	646.154	0:20:21	696.215	1:04:21	800.244	1:48:21	707.448	2:32:21	668.376	3:16:21	663.492		
22:09:21	732.357	22:53:21	676.19	23:37:21	648.596	0:21:21	699.634	1:05:21	797.802	1:49:21	699.39	2:33:21	661.783	3:17:21	663.248		
22:10:21	737.241	22:54:21	674.969	23:38:21	648.596	0:22:21	705.495	1:06:21	792.186	1:50:21	699.878	2:34:21	661.294	3:18:21	668.62		
22:11:21	737.729	22:55:21	674.725	23:39:21	644.2	0:23:21	704.762	1:07:21	794.139	1:51:21	700.366	2:35:21	661.294	3:19:21	668.376		
22:12:21	734.31	22:56:21	673.016	23:40:21	644.933	0:24:21	706.227	1:08:21	790.476	1:52:21	691.331	2:36:21	662.027	3:20:21	661.538		
22:13:21	730.403	22:57:21	676.679	23:41:21	646.642	0:25:21	696.703	1:09:21	789.011	1:53:21	696.215	2:37:21	652.015	3:21:21	674.237		
22:14:21	728.449	22:58:21	672.039	23:42:21	648.84	0:26:21	700.122	1:10:21	781.441	1:54:21	691.575	2:38:21	659.341	3:22:21	665.69		
22:15:21	718.681	22:59:21	670.085	23:43:21	650.549	0:27:21	700.366	1:11:21	778.022	1:55:21	691.331	2:39:21	656.166	3:23:21	671.551		
22:16:21	722.1	23:00:21	674.969	23:44:21	649.573	0:28:21	703.785	1:12:21	778.022	1:56:21	690.598	2:40:21	656.899	3:24:21	670.574		
22:17:21	722.1	23:01:21	674.237	23:45:21	647.131	0:29:21	726.496	1:13:21	775.824	1:57:21	685.714	2:41:21	648.107	3:25:21	673.748		
22:18:21	716.972	23:02:21	668.62	23:46:21	642.979	0:30:21	873.26	1:14:21	775.092	1:58:21	692.552	2:42:21	647.619	3:26:21	678.633		
22:19:21	718.437	23:03:21	665.934	23:47:21	652.015	0:31:21	953.846	1:15:21	759.463	1:59:21	686.447	2:43:21	651.526	3:27:21	680.83		
22:20:21	716.484	23:04:21	663.248	23:48:21	653.724	0:32:21	975.58	1:16:21	765.079	2:00:21	691.819	2:44:21	653.724	3:28:21	684.005		
22:21:21	714.774	23:05:21	668.132	23:49:21	652.747	0:33:21	978.755	1:17:21	760.44	2:01:21	684.249	2:45:21	654.701	3:29:21	677.9		
22:22:21	712.82	23:06:21	662.271	23:50:21	649.573	0:34:21	977.289	1:18:21	755.8	2:02:21	684.982	2:46:21	652.015	3:30:21	677.9		
22:23:21	707.937	23:07:21	668.132	23:51:21	651.77	0:35:21	969.475	1:19:21	751.404	2:03:21	681.319	2:47:21	654.212	3:31:21	680.342		
22:24:21	714.042	23:08:21	664.469	23:52:21	652.015	0:36:21	966.545	1:20:21	752.625	2:04:21	682.295	2:48:21	656.899	3:32:21	681.563		
22:25:21	708.669	23:09:21	664.225	23:53:21	652.503	0:37:21	959.707	1:21:21	748.474	2:05:21	684.005	2:49:21	650.794	3:33:21	679.121		
22:26:21	706.96	23:10:21	665.446	23:54:21	652.991	0:38:21	955.067	1:22:21	734.554	2:06:21	679.121	2:50:21	653.48	3:34:21	678.633		
22:27:21	699.634	23:11:21	662.027	23:55:21	654.457	0:39:21	947.009	1:23:21	747.985	2:07:21	680.342	2:51:21	649.573	3:35:21	684.982		
22:28:21	705.25	23:12:21	665.69	23:56:21	655.922	0:40:21	936.752	1:24:21	745.055	2:08:21	680.586	2:52:21	654.212	3:36:21	687.912		
22:29:21	706.96	23:13:21	661.783	23:57:21	656.41	0:41:21	933.333	1:25:21	737.485	2:09:21	669.841	2:53:21	652.503	3:37:21	684.249		
22:30:21	703.052	23:14:21	654.945	23:58:21	666.911	0:42:21	927.961	1:26:21	734.554	2:10:21	681.563	2:54:21	650.061	3:38:21	687.18		

Date	16/3/01
Flow	60 L/min
Temp	36 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	11:42:00
End time	17:41:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	34
2 hr	32
3 hr	31
4 hr	30
5 hr	29
6 hr	28

ตาราง ผ.24 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่ 1 ชุดการทดลองที่ 3 (700 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
11:42:35	669.841	12:26:35	519.658	13:10:35	478.632	13:54:35	457.143	14:38:35	494.75	15:22:35	525.275	16:06:35	494.994	16:50:35	498.413	17:34:35	490.842
11:43:35	663.004	12:27:35	517.949	13:11:35	481.807	13:55:35	459.096	14:39:35	491.819	15:23:35	522.1	16:07:35	484.249	16:51:35	487.179	17:35:35	493.284
11:44:35	659.341	12:28:35	517.216	13:12:35	480.83	13:56:35	454.212	14:40:35	494.75	15:24:35	517.46	16:08:35	493.773	16:52:35	488.645	17:36:35	491.819
11:45:35	649.573	12:29:35	519.658	13:13:35	479.853	13:57:35	453.236	14:41:35	492.064	15:25:35	519.17	16:09:35	512.332	16:53:35	487.179	17:37:35	487.912
11:46:35	648.596	12:30:35	519.658	13:14:35	476.679	13:58:35	456.41	14:42:35	494.75	15:26:35	520.391	16:10:35	506.716	16:54:35	481.807	17:38:35	487.668
11:47:35	636.386	12:31:35	510.379	13:15:35	476.923	13:59:35	457.143	14:43:35	490.842	15:27:35	517.705	16:11:35	499.389	16:55:35	484.982	17:39:35	487.424
11:48:35	636.142	12:32:35	507.692	13:16:35	475.214	14:00:35	452.259	14:44:35	493.04	15:28:35	517.46	16:12:35	492.308	16:56:35	480.342	17:40:35	492.064
11:49:35	628.816	12:33:35	510.379	13:17:35	475.702	14:01:35	455.922	14:45:35	566.777	15:29:35	508.669	16:13:35	491.331	16:57:35	473.26	17:41:35	493.529
11:50:35	621.734	12:34:35	508.425	13:18:35	473.016	14:02:35	463.492	14:46:35	632.723	15:30:35	513.309	16:14:35	491.331	16:58:35	475.458		
11:51:35	622.711	12:35:35	508.181	13:19:35	473.26	14:03:35	458.12	14:47:35	651.038	15:31:35	512.088	16:15:35	489.133	16:59:35	473.26		
11:52:35	611.477	12:36:35	505.25	13:20:35	471.561	14:04:35	456.654	14:48:35	649.573	15:32:35	512.332	16:16:35	495.971	17:00:35	479.121		
11:53:35	605.861	12:37:35	505.983	13:21:35	474.969	14:05:35	461.05	14:49:35	642.735	15:33:35	515.507	16:17:35	495.971	17:01:35	477.656		
11:54:35	605.617	12:38:35	502.808	13:22:35	473.504	14:06:35	456.899	14:50:35	637.363	15:34:35	510.823	16:18:35	498.168	17:02:35	481.563		
11:55:35	607.57	12:39:35	501.587	13:23:35	467.155	14:07:35	453.236	14:51:35	628.816	15:35:35	504.762	16:19:35	491.087	17:03:35	476.435		
11:56:35	599.023	12:40:35	500.611	13:24:35	463.98	14:08:35	455.433	14:52:35	627.106	15:36:35	500.366	16:20:35	489.133	17:04:35	478.632		
11:57:35	594.628	12:41:35	497.68	13:25:35	470.33	14:09:35	458.852	14:53:35	621.49	15:37:35	501.832	16:21:35	488.4	17:05:35	482.784		
11:58:35	593.162	12:42:35	497.68	13:26:35	471.062	14:10:35	457.143	14:54:35	606.836	15:38:35	504.518	16:22:35	485.958	17:06:35	474.481		
11:59:35	589.011	12:43:35	497.68	13:27:35	468.864	14:11:35	463.492	14:55:35	609.28	15:39:35	499.878	16:23:35	482.54	17:07:35	482.051		
12:00:35	577.045	12:44:35	499.878	13:28:35	469.353	14:12:35	466.422	14:56:35	608.303	15:40:35	496.215	16:24:35	486.203	17:08:35	475.214		
12:01:35	573.871	12:45:35	502.564	13:29:35	470.085	14:13:35	464.469	14:57:35	595.604	15:41:35	501.587	16:25:35	480.83	17:09:35	476.923		
12:02:35	569.719	12:46:35	492.308	13:30:35	461.783	14:14:35	464.957	14:58:35	595.604	15:42:35	498.413	16:26:35	484.249	17:10:35	479.365		
12:03:35	568.254	12:47:35	493.04	13:31:35	462.759	14:15:35	468.379	14:59:35	596.581	15:43:35	502.32	16:27:35	487.179	17:11:35	475.702		
12:04:35	566.789	12:48:35	495.482	13:32:35	465.446	14:16:35	468.62	15:00:35	583.883	15:44:35	494.261	16:28:35	487.912	17:12:35	474.969		
12:05:35	557.753	12:49:35	493.284	13:33:35	462.759	14:17:35	470.574	15:01:35	581.441	15:45:35	500.855	16:29:35	501.099	17:13:35	473.748		
12:06:35	556.532	12:50:35	488.4	13:34:35	467.888	14:18:35	475.458	15:02:35	578.068	15:46:35	500.611	16:30:35	494.75	17:14:35	477.411		
12:07:35	555.558	12:51:35	490.598	13:35:35	464.957	14:19:35	477.167	15:03:35	569.475	15:47:35	502.564	16:31:35	488.4	17:15:35	472.772		
12:08:35	555.556	12:52:35	488.889	13:36:35	462.027	14:20:35	473.016	15:04:35	569.963	15:48:35	495.482	16:32:35	478.632	17:16:35	477.9		
12:09:35	554.09	12:53:35	485.714	13:37:35	461.538	14:21:35	475.702	15:05:35	566.3	15:49:35	494.994	16:33:35	482.295	17:17:35	475.946		
12:10:35	551.648	12:54:35	492.796	13:38:35	460.073	14:22:35	475.702	15:06:35	564.591	15:50:35	493.04	16:34:35	480.83	17:18:35	485.47		
12:11:35	548.962	12:55:35	483.761	13:39:35	459.585	14:23:35	476.19	15:07:35	561.416	15:51:35	489.377	16:35:35	479.609	17:19:35	482.295		
12:12:35	544.078	12:56:35	487.179	13:40:35	458.12	14:24:35	477.856	15:08:35	560.928	15:52:35	498.413	16:36:35	485.958	17:20:35	482.295		
12:13:35	545.055	12:57:35	489.866	13:41:35	464.713	14:25:35	481.807	15:09:35	559.463	15:53:35	495.482	16:37:35	479.365	17:21:35	489.133		
12:14:35	535.775	12:58:35	491.331	13:42:35	460.562	14:26:35	481.807	15:10:35	556.777	15:54:35	492.552	16:38:35	482.051	17:22:35	478.144		
12:15:35	537.241	12:59:35	486.935	13:43:35	460.073	14:27:35	487.912	15:11:35	550.427	15:55:35	494.261	16:39:35	484.249	17:23:35	484.982		
12:16:35	534.799	13:00:35	488.889	13:44:35	453.236	14:28:35	486.447	15:12:35	541.392	15:56:35	488.889	16:40:35	479.853	17:24:35	481.319		
12:17:35	533.578	13:01:35	481.563	13:45:35	459.096	14:29:35	487.668	15:13:35	543.101	15:57:35	496.703	16:41:35	511.355	17:25:35	483.761		
12:18:35	532.845	13:02:35	489.377	13:46:35	454.945	14:30:35	485.226	15:14:35	538.95	15:58:35	492.308	16:42:35	506.227	17:26:35	480.098		
12:19:35	530.159	13:03:35	489.866	13:47:35	455.922	14:31:35	487.668	15:15:35	537.973	15:59:35	493.773	16:43:35	495.727	17:27:35	484.982		
12:20:35	530.647	13:04:35	488.156	13:48:35	457.387	14:32:35	491.575	15:16:35	536.261	16:00:35	494.505	16:44:35	489.866	17:28:35	483.272		
12:21:35	533.089	13:05:35	488.4	13:49:35	458.852	14:33:35	490.11	15:17:35	537.973	16:01:35	489.133	16:45:35	489.621	17:29:35	487.668		
12:22:35	624.786	13:06:35	484.982	13:50:35	455.189	14:34:35	495.238	15:18:35	532.845	16:02:35	489.133	16:46:35	486.203	17:30:35	492.308		
12:23:35	523.81	13:07:35	485.958	13:51:35	455.433	14:35:35	489.133	15:19:35	524.542	16:03:35	499.634	16:47:35	500.366	17:31:35	480.342		
12:24:35	522.344	13:08:35	481.074	13:52:35	457.143	14:36:35	491.087	15:20:35	525.763	16:04:35	487.179	16:48:35	497.924	17:32:35	488.645		
12:25:35	520.147	13:09:35	479.609	13:53:35	456.166	14:37:35	495.727	15:21:35	525.275	16:05:35	496.459	16:49:35	494.994	17:33:35	491.575		

Date	19/3/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	13:57:00
End time	19:57:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	32
2 hr	31
3 hr	30
4 hr	29
5 hr	28
6 hr	28

ตาราง ผ.25 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่2 ชุดการทดลองที่3 (700 ppb) ปล่อยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
13:58:04	362.637	14:42:04	345.543	15:28:04	353.846	16:10:04	369.231	16:54:04	461.783	17:38:04	400.244	18:22:04	383.15	19:06:04	370.208	19:50:04	569.475
13:59:04	363.126	14:43:04	340.171	15:27:04	343.346	16:11:04	367.277	16:55:04	463.98	17:39:04	397.07	18:23:04	379.243	19:07:04	369.231	19:51:04	572.161
14:00:04	371.917	14:44:04	336.996	15:28:04	352.625	16:12:04	365.568	16:56:04	451.77	17:40:04	400	18:24:04	381.441	19:08:04	378.755	19:52:04	567.766
14:01:04	369.963	14:45:04	338.95	15:29:04	354.823	16:13:04	373.138	16:57:04	446.398	17:41:04	400.244	18:25:04	374.847	19:09:04	371.917	19:53:04	566.789
14:02:04	371.917	14:46:04	344.567	15:30:04	352.625	16:14:04	374.603	16:58:04	450.061	17:42:04	399.267	18:26:04	378.266	19:10:04	370.452	19:54:04	568.742
14:03:04	367.766	14:47:04	359.463	15:31:04	349.695	16:15:04	376.801	16:59:04	446.642	17:43:04	394.383	18:27:04	378.999	19:11:04	378.51	19:55:04	558.73
14:04:04	367.033	14:48:04	352.625	15:32:04	354.09	16:16:04	375.336	17:00:04	466.667	17:44:04	390.476	18:28:04	373.871	19:12:04	369.231	19:56:04	550.916
14:05:04	368.01	14:49:04	354.823	15:33:04	350.427	16:17:04	377.534	17:01:04	459.829	17:45:04	390.232	18:29:04	375.336	19:13:04	368.987	19:57:04	556.532
14:06:04	360.684	14:50:04	356.777	15:34:04	346.52	16:18:04	381.929	17:02:04	463.98	17:46:04	396.337	18:30:04	376.801	19:14:04	373.871		
14:07:04	362.637	14:51:04	357.753	15:35:04	356.288	16:19:04	375.336	17:03:04	474.725	17:47:04	394.139	18:31:04	377.534	19:15:04	378.755		
14:08:04	365.079	14:52:04	352.869	15:36:04	352.137	16:20:04	380.22	17:04:04	483.272	17:48:04	396.581	18:32:04	378.266	19:16:04	379.976		
14:09:04	354.579	14:53:04	352.625	15:37:04	354.09	16:21:04	378.999	17:05:04	481.074	17:49:04	390.72	18:33:04	384.127	19:17:04	379.243		
14:10:04	362.149	14:54:04	353.114	15:38:04	351.648	16:22:04	382.418	17:06:04	472.039	17:50:04	387.057	18:34:04	381.929	19:18:04	377.289		
14:11:04	362.149	14:55:04	354.09	15:39:04	348.962	16:23:04	383.394	17:07:04	462.271	17:51:04	392.918	18:35:04	382.662	19:19:04	383.15		
14:12:04	357.509	14:56:04	352.137	15:40:04	351.16	16:24:04	381.441	17:08:04	457.875	17:52:04	389.499	18:36:04	379.487	19:20:04	382.418		
14:13:04	355.067	14:57:04	352.381	15:41:04	349.206	16:25:04	385.348	17:09:04	447.863	17:53:04	391.941	18:37:04	379.243	19:21:04	381.441		
14:14:04	363.858	14:58:04	354.335	15:42:04	353.602	16:26:04	384.127	17:10:04	440.537	17:54:04	391.697	18:38:04	382.418	19:22:04	386.325		
14:15:04	361.416	14:59:04	361.172	15:43:04	349.451	16:27:04	385.562	17:11:04	436.63	17:55:04	396.093	18:39:04	382.418	19:23:04	383.15		
14:16:04	357.509	15:00:04	355.8	15:44:04	356.044	16:28:04	390.232	17:12:04	433.7	17:56:04	398.291	18:40:04	374.847	19:24:04	389.255		
14:17:04	357.265	15:01:04	349.696	15:45:04	352.137	16:29:04	389.255	17:13:04	430.525	17:57:04	392.674	18:41:04	373.871	19:25:04	385.592		
14:18:04	355.556	15:02:04	350.183	15:46:04	350.183	16:30:04	391.697	17:14:04	433.211	17:58:04	392.674	18:42:04	379.487	19:26:04	389.011		
14:19:04	352.137	15:03:04	352.137	15:47:04	351.16	16:31:04	388.034	17:15:04	425.641	17:59:04	387.302	18:43:04	379.731	19:27:04	394.139		
14:20:04	352.381	15:04:04	355.067	15:48:04	351.16	16:32:04	388.034	17:16:04	427.35	18:00:04	386.061	18:44:04	373.871	19:28:04	392.674		
14:21:04	354.09	15:05:04	356.044	15:49:04	352.625	16:33:04	390.232	17:17:04	423.932	18:01:04	390.232	18:45:04	378.755	19:29:04	393.162		
14:22:04	350.672	15:06:04	346.764	15:50:04	351.648	16:34:04	386.813	17:18:04	420.269	18:02:04	385.836	18:46:04	377.045	19:30:04	397.802		
14:23:04	347.985	15:07:04	354.09	15:51:04	350.916	16:35:04	380.464	17:19:04	417.094	18:03:04	385.592	18:47:04	370.94	19:31:04	394.383		
14:24:04	342.857	15:08:04	352.381	15:52:04	353.358	16:36:04	423.687	17:20:04	417.338	18:04:04	389.499	18:48:04	374.847	19:32:04	394.383		
14:25:04	351.404	15:09:04	346.764	15:53:04	353.602	16:37:04	494.505	17:21:04	417.094	18:05:04	386.325	18:49:04	379.731	19:33:04	395.849		
14:26:04	344.567	15:10:04	353.846	15:54:04	349.695	16:38:04	512.576	17:22:04	414.652	18:06:04	389.011	18:50:04	371.673	19:34:04	392.674		
14:27:04	344.078	15:11:04	352.625	15:55:04	352.869	16:39:04	516.484	17:23:04	416.85	18:07:04	389.744	18:51:04	374.603	19:35:04	396.093		
14:28:04	337.973	15:12:04	353.358	15:56:04	353.358	16:40:04	515.507	17:24:04	416.361	18:08:04	389.744	18:52:04	373.138	19:36:04	397.658		
14:29:04	343.346	15:13:04	349.451	15:57:04	354.09	16:41:04	507.936	17:25:04	408.791	18:09:04	381.685	18:53:04	369.231	19:37:04	398.779		
14:30:04	347.253	15:14:04	351.404	15:58:04	360.44	16:42:04	513.309	17:26:04	412.454	18:10:04	391.453	18:54:04	376.068	19:38:04	398.779		
14:31:04	341.88	15:15:04	356.777	15:59:04	361.172	16:43:04	501.587	17:27:04	406.838	18:11:04	386.325	18:55:04	373.626	19:39:04	400.977		
14:32:04	341.88	15:16:04	350.672	16:00:04	357.265	16:44:04	497.68	17:28:04	411.966	18:12:04	383.15	18:56:04	368.742	19:40:04	402.93		
14:33:04	342.857	15:17:04	350.672	16:01:04	354.09	16:45:04	494.505	17:29:04	406.838	18:13:04	388.767	18:57:04	372.65	19:41:04	401.709		
14:34:04	343.59	15:18:04	350.672	16:02:04	360.684	16:46:04	491.331	17:30:04	409.035	18:14:04	380.952	18:58:04	364.591	19:42:04	402.93		
14:35:04	337.729	15:19:04	352.625	16:03:04	361.905	16:47:04	491.819	17:31:04	407.328	18:15:04	386.813	18:59:04	365.568	19:43:04	409.035		
14:36:04	347.253	15:20:04	348.474	16:04:04	361.172	16:48:04	483.029	17:32:04	409.524	18:16:04	386.081	19:00:04	368.498	19:44:04	404.396		
14:37:04	342.613	15:21:04	350.427	16:05:04	362.637	16:49:04	477.9	17:33:04	404.64	18:17:04	386.569	19:01:04	364.347	19:45:04	411.477		
14:38:04	338.462	15:22:04	344.811	16:06:04	367.277	16:50:04	482.295	17:34:04	401.221	18:18:04	388.523	19:02:04	366.3	19:46:04	408.791		
14:39:04	340.659	15:23:04	345.299	16:07:04	365.324	16:51:04	474.237	17:35:04	398.779	18:19:04	381.929	19:03:04	369.476	19:47:04	410.989		
14:40:04	344.811	15:24:04	349.206	16:08:04	360.684	16:52:04	468.62	17:36:04	398.779	18:20:04	384.616	19:04:04	371.184	19:48:04	483.028		
14:41:04	340.904	15:25:04	350.427	16:09:04	365.075	16:53:04	465.69	17:37:04	394.625	18:21:04	384.371	19:05:04	371.917	19:49:04	548.962		

Date	20/3/01
Flow	60 L/min
Temp	37 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	14:36:00
End time	20:36:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	35
2 hr	33
3 hr	32
4 hr	31
5 hr	29
6 hr	28

ตาราง ผ.26 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่3 ชุดการทดลองที่3 (700 ppb) ฝูยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
14:37:27	462.759	15:21:27	399.512	16:05:27	385.104	16:49:27	415.14	17:33:27	472.772	18:17:27	446.642	19:01:27	431.99	19:45:27	428.327	20:29:27	532.357
14:38:27	458.12	15:22:27	398.291	16:06:27	389.255	16:50:27	417.338	17:34:27	466.422	18:18:27	440.781	19:02:27	422.955	19:46:27	430.525	20:30:27	526.496
14:39:27	435.897	15:23:27	393.407	16:07:27	381.929	16:51:27	414.896	17:35:27	467.155	18:19:27	445.665	19:03:27	420.269	19:47:27	428.327	20:31:27	521.123
14:40:27	429.06	15:24:27	400.244	16:08:27	385.348	16:52:27	418.071	17:36:27	465.201	18:20:27	444.689	19:04:27	417.338	19:48:27	431.013	20:32:27	519.658
14:41:27	425.885	15:25:27	400.244	16:09:27	384.615	16:53:27	419.78	17:37:27	462.515	18:21:27	444.933	19:05:27	421.49	19:49:27	436.63	20:33:27	512.332
14:42:27	420.757	15:26:27	399.512	16:10:27	381.929	16:54:27	425.885	17:38:27	466.667	18:22:27	442.247	19:06:27	423.687	19:50:27	430.037	20:34:27	512.576
14:43:27	419.048	15:27:27	395.116	16:11:27	384.371	16:55:30	477.9	17:39:27	470.33	18:23:27	444.2	19:07:27	423.199	19:51:27	430.281	20:35:27	507.204
14:44:27	422.222	15:28:27	396.581	16:12:27	379.487	16:56:27	559.951	17:40:27	463.004	18:24:27	440.537	19:08:27	423.932	19:52:27	444.933	20:36:27	504.029
14:45:27	421.978	15:29:27	392.918	16:13:27	384.127	16:57:27	600.977	17:41:27	465.446	18:25:28	442.491	19:09:27	421.978	19:53:27	427.595		
14:46:27	420.024	15:30:27	401.221	16:14:27	382.173	16:58:27	612.21	17:42:27	466.667	18:26:27	440.537	19:10:27	416.606	19:54:27	439.805		
14:47:27	415.873	15:31:27	394.139	16:15:27	384.127	16:59:27	608.059	17:43:27	463.736	18:27:27	443.223	19:11:27	420.269	19:55:28	434.432		
14:48:27	417.094	15:32:27	394.383	16:16:27	383.15	17:00:27	584.371	17:44:27	462.515	18:28:27	442.979	19:12:27	422.222	19:56:27	431.013		
14:49:27	420.024	15:33:27	394.139	16:17:27	385.836	17:01:27	583.883	17:45:27	459.096	18:29:27	437.851	19:13:27	420.757	19:57:27	438.095		
14:50:27	415.629	15:34:27	391.697	16:18:27	385.348	17:02:27	606.349	17:46:27	458.852	18:30:27	440.049	19:14:27	418.071	19:58:27	434.676		
14:51:27	415.14	15:35:27	394.383	16:19:27	381.929	17:03:27	641.514	17:47:27	455.922	18:31:27	439.805	19:15:27	411.477	19:59:27	439.072		
14:52:27	414.896	15:36:27	390.476	16:20:27	384.615	17:04:27	638.828	17:48:27	457.143	18:32:27	436.63	19:16:27	417.338	20:00:27	440.049		
14:53:27	414.408	15:37:27	391.209	16:21:27	387.79	17:05:27	628.571	17:49:27	454.701	18:33:27	438.584	19:17:27	413.919	20:01:27	442.979		
14:54:27	414.652	15:38:27	390.476	16:22:27	384.127	17:06:27	620.513	17:50:27	457.631	18:34:27	441.026	19:18:27	413.919	20:02:27	436.63		
14:55:27	413.187	15:39:27	391.453	16:23:27	391.209	17:07:27	606.105	17:51:27	451.038	18:35:27	438.339	19:19:27	421.978	20:03:27	439.805		
14:56:27	409.524	15:40:27	392.186	16:24:27	390.965	17:08:27	577.534	17:52:27	453.968	18:36:27	437.851	19:20:27	420.513	20:04:27	430.769		
14:57:27	409.768	15:41:27	389.744	16:25:27	394.628	17:09:27	557.509	17:53:27	449.084	18:37:27	428.327	19:21:27	413.675	20:05:27	437.363		
14:58:27	411.233	15:42:27	390.72	16:26:27	396.825	17:10:27	553.602	17:54:27	446.886	18:38:27	433.7	19:22:27	414.408	20:06:27	445.665		
14:59:27	415.14	15:43:27	383.394	16:27:27	396.337	17:11:27	536.508	17:55:30	445.177	18:39:27	435.409	19:23:27	411.966	20:07:27	536.996		
15:00:27	402.442	15:44:27	391.209	16:28:27	399.756	17:12:27	533.578	17:56:27	451.526	18:40:27	434.676	19:24:27	416.117	20:08:27	591.941		
15:01:27	415.14	15:45:27	385.104	16:29:27	400.977	17:13:27	522.833	17:57:27	453.236	18:41:27	431.502	19:25:28	410.256	20:09:27	607.57		
15:02:27	404.151	15:46:27	385.592	16:30:27	399.267	17:14:27	517.949	17:58:27	446.154	18:42:27	431.258	19:26:27	412.943	20:10:27	611.722		
15:03:27	407.082	15:47:27	388.278	16:31:27	400.733	17:15:27	505.983	17:59:27	450.305	18:43:27	428.083	19:27:27	414.164	20:11:27	606.349		
15:04:27	403.907	15:48:27	385.348	16:32:27	403.419	17:16:27	510.867	18:00:27	449.328	18:44:27	428.083	19:28:27	421.49	20:12:27	600.244		
15:05:27	400.488	15:49:27	386.813	16:33:27	400.733	17:17:27	499.634	18:01:27	449.817	18:45:27	429.06	19:29:27	413.675	20:13:27	600.244		
15:06:27	395.36	15:50:27	382.662	16:34:27	405.617	17:18:27	496.703	18:02:27	446.154	18:46:27	431.013	19:30:27	409.28	20:14:27	593.651		
15:07:27	407.326	15:51:27	384.127	16:35:27	411.477	17:19:27	491.331	18:03:27	452.747	18:47:27	429.304	19:31:27	418.071	20:15:27	591.209		
15:08:27	403.175	15:52:27	387.546	16:36:27	410.012	17:20:27	494.017	18:04:27	444.2	18:48:27	428.083	19:32:27	418.315	20:16:27	586.589		
15:09:27	407.814	15:53:27	382.662	16:37:27	404.64	17:21:27	492.064	18:05:27	448.352	18:49:27	425.153	19:33:27	414.652	20:17:27	586.081		
15:10:27	402.686	15:54:27	384.86	16:38:27	410.745	17:22:27	490.11	18:06:27	445.421	18:50:27	432.234	19:34:27	421.001	20:18:27	576.557		
15:11:27	403.663	15:55:27	379.731	16:39:27	406.105	17:23:27	482.54	18:07:27	446.398	18:51:27	426.374	19:35:27	415.629	20:19:27	573.871		
15:12:27	402.93	15:56:27	381.197	16:40:27	404.884	17:24:27	483.761	18:08:27	443.223	18:52:27	424.908	19:36:27	420.513	20:20:27	570.94		
15:13:27	399.512	15:57:27	380.708	16:41:27	412.698	17:25:30	481.563	18:09:27	449.573	18:53:27	419.048	19:37:27	418.559	20:21:27	564.347		
15:14:27	402.686	15:58:27	384.86	16:42:27	416.606	17:26:27	475.702	18:10:27	449.817	18:54:27	421.001	19:38:27	419.78	20:22:27	562.637		
15:15:27	402.442	15:59:27	385.592	16:43:27	406.838	17:27:27	479.609	18:11:27	445.665	18:55:28	427.595	19:39:27	422.711	20:23:27	562.882		
15:16:27	398.046	16:00:27	384.127	16:44:27	419.292	17:28:27	474.969	18:12:27	444.689	18:56:27	429.06	19:40:27	414.896	20:24:27	552.869		
15:17:27	398.535	16:01:27	384.615	16:45:27	411.722	17:29:27	476.19	18:13:27	448.596	18:57:27	427.106	19:41:27	422.466	20:25:27	546.52		
15:18:27	394.872	16:02:27	378.022	16:46:27	414.652	17:30:27	478.877	18:14:27	446.642	18:58:27	423.443	19:42:27	421.978	20:26:27	543.346		
15:19:27	399.756	16:03:27	383.15	16:47:27	414.164	17:31:27	471.795	18:15:27	442.735	18:59:27	427.106	19:43:27	428.571	20:27:27	534.799		
15:20:27	402.686	16:04:27	382.906	16:48:27	418.071	17:32:27	474.969	18:16:27	445.177	19:00:27	424.664	19:44:27	428.571	20:28:27	531.624		

Date	23/3/01
Flow	60 L/min
Temp	28 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	7:18:00
End time	13:18:00
Records	720

Time	P loss (mm H ₂ O)
1 hr	40
2 hr	39
3 hr	37
4 hr	35
5 hr	30
6 hr	28

ตาราง ม.27 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่4 ชุดการทดลองที่3 (700 ppb) ฝ้ายคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
7:19:02	518.193	8:03:02	519.414	8:47:02	471.551	9:31:02	447.863	10:15:02	570.686	10:59:02	428.571	11:43:02	402.93	12:27:02	383.639	13:11:02	421.001
7:20:02	502.076	8:04:02	529.182	8:48:02	473.993	9:32:02	443.223	10:16:02	561.172	11:00:02	422.711	11:44:02	402.442	12:28:02	383.15	13:12:02	423.443
7:21:02	494.261	8:05:02	525.275	8:49:02	467.155	9:33:02	436.142	10:17:02	561.172	11:01:02	423.932	11:45:02	401.221	12:29:02	385.836	13:13:02	419.536
7:22:02	495.971	8:06:02	528.694	8:50:02	469.109	9:34:02	448.84	10:18:02	548.23	11:02:02	422.955	11:46:02	397.802	12:30:02	388.034	13:14:02	420.513
7:23:02	490.11	8:07:02	521.123	8:51:02	465.446	9:35:02	454.945	10:19:02	545.299	11:03:02	423.687	11:47:02	400.733	12:31:02	390.232	13:15:02	418.071
7:24:02	490.11	8:08:02	526.984	8:52:02	466.667	9:36:02	459.096	10:20:02	543.834	11:04:02	425.153	11:48:02	401.465	12:32:02	386.325	13:16:02	420.269
7:25:02	486.691	8:09:02	521.367	8:53:02	472.039	9:37:02	457.143	10:21:02	535.775	11:05:02	420.513	11:49:02	394.383	12:33:02	386.813	13:17:02	407.814
7:26:02	480.098	8:10:02	515.018	8:54:02	479.121	9:38:02	457.387	10:22:02	534.31	11:06:02	420.513	11:50:02	396.581	12:34:02	381.929	13:18:02	420.269
7:27:02	473.504	8:11:02	520.879	8:55:02	474.237	9:39:02	465.201	10:23:02	529.426	11:07:02	425.865	11:51:02	401.709	12:35:02	387.79		
7:28:02	473.993	8:12:02	520.391	8:56:02	477.411	9:40:02	459.341	10:24:02	523.321	11:08:02	416.606	11:52:02	394.872	12:36:02	388.034		
7:29:02	473.748	8:13:02	516.239	8:57:02	478.121	9:41:02	462.515	10:25:02	519.17	11:09:02	415.385	11:53:02	396.825	12:37:02	389.011		
7:30:02	472.772	8:14:02	508.181	8:58:02	491.087	9:42:02	457.875	10:26:02	520.879	11:10:02	411.965	11:54:02	393.651	12:38:02	386.813		
7:31:02	473.016	8:15:02	507.204	8:59:02	491.819	9:43:02	452.259	10:27:02	510.623	11:11:02	413.919	11:55:02	391.941	12:39:02	385.836		
7:32:02	466.178	8:16:02	508.669	9:00:02	475.458	9:44:02	452.991	10:28:02	510.623	11:12:02	415.14	11:56:02	396.337	12:40:02	385.348		
7:33:02	461.05	8:17:02	506.227	9:01:02	474.725	9:45:02	451.77	10:29:02	505.739	11:13:02	415.629	11:57:02	400.488	12:41:02	386.081		
7:34:02	459.341	8:18:02	502.808	9:02:02	473.748	9:46:02	455.922	10:30:02	494.261	11:14:02	418.559	11:58:02	399.756	12:42:02	380.952		
7:35:02	448.352	8:19:02	496.948	9:03:02	466.667	9:47:02	452.015	10:31:02	493.04	11:15:02	415.873	11:59:02	399.023	12:43:02	381.929		
7:36:02	450.549	8:20:02	496.215	9:04:02	473.26	9:48:02	454.457	10:32:02	491.819	11:16:02	411.233	12:00:02	391.453	12:44:02	383.883		
7:37:02	446.886	8:21:02	492.064	9:05:02	465.69	9:49:02	448.84	10:33:02	485.956	11:17:02	411.233	12:01:02	391.697	12:45:02	387.79		
7:38:02	449.573	8:22:02	480.83	9:06:02	464.957	9:50:02	448.352	10:34:02	483.272	11:18:02	416.606	12:02:02	395.116	12:46:02	385.104		
7:39:02	435.653	8:23:02	488.889	9:07:02	468.132	9:51:02	443.712	10:35:02	474.725	11:19:02	408.059	12:03:02	391.453	12:47:02	393.895		
7:40:02	434.432	8:24:02	490.598	9:08:02	465.446	9:52:02	442.735	10:36:02	468.82	11:20:02	409.035	12:04:02	397.314	12:48:02	394.872		
7:41:02	430.769	8:25:02	489.377	9:09:02	465.69	9:53:02	446.398	10:37:02	469.597	11:21:02	409.768	12:05:02	397.07	12:49:02	390.232		
7:42:02	422.222	8:26:02	487.424	9:10:02	456.41	9:54:02	441.514	10:38:02	467.155	11:22:02	408.791	12:06:02	396.093	12:50:02	396.337		
7:43:02	433.7	8:27:02	488.156	9:11:02	458.364	9:55:02	436.142	10:39:02	463.004	11:23:02	405.617	12:07:02	389.499	12:51:02	394.628		
7:44:02	430.525	8:28:02	489.377	9:12:02	457.387	9:56:02	436.142	10:40:02	455.433	11:24:02	407.326	12:08:02	393.162	12:52:02	395.849		
7:45:02	431.013	8:29:02	498.657	9:13:02	454.701	9:57:02	434.676	10:41:02	459.565	11:25:02	407.326	12:09:02	398.046	12:53:02	397.314		
7:46:02	425.397	8:30:02	492.064	9:14:02	449.817	9:58:02	433.211	10:42:02	456.166	11:26:02	409.28	12:10:02	396.337	12:54:02	398.291		
7:47:02	422.955	8:31:02	486.691	9:15:02	447.375	9:59:02	441.514	10:43:02	453.48	11:27:02	415.385	12:11:02	389.744	12:55:02	396.825		
7:48:02	425.641	8:32:02	488.156	9:16:02	440.293	10:00:02	441.27	10:44:02	454.457	11:28:02	403.907	12:12:02	393.651	12:56:02	397.802		
7:49:02	417.582	8:33:02	491.331	9:17:02	440.293	10:01:02	438.828	10:45:02	445.665	11:29:02	408.059	12:13:02	391.209	12:57:02	403.663		
7:50:02	420.269	8:34:02	487.179	9:18:02	447.863	10:02:02	441.514	10:46:02	445.91	11:30:02	403.663	12:14:02	394.139	12:58:02	404.396		
7:51:02	418.071	8:35:02	475.946	9:19:02	442.979	10:03:02	437.118	10:47:02	441.27	11:31:02	408.547	12:15:02	396.337	12:59:02	399.267		
7:52:02	415.629	8:36:02	478.144	9:20:02	444.444	10:04:02	440.049	10:48:02	444.685	11:32:02	405.128	12:16:02	395.604	13:00:02	406.105		
7:53:02	413.187	8:37:02	473.993	9:21:02	450.061	10:05:02	443.712	10:49:02	441.025	11:33:02	412.454	12:17:02	394.383	13:01:02	405.617		
7:54:02	410.501	8:38:02	479.121	9:22:02	445.421	10:06:02	442.491	10:50:02	438.828	11:34:02	408.059	12:18:02	401.221	13:02:02	410.745		
7:55:02	411.722	8:39:02	475.458	9:23:02	433.7	10:07:02	439.072	10:51:02	432.234	11:35:02	406.593	12:19:02	394.872	13:03:02	412.454		
7:56:02	410.745	8:40:02	480.83	9:24:02	444.689	10:08:02	442.247	10:52:02	433.455	11:36:02	409.035	12:20:02	391.697	13:04:02	412.454		
7:57:02	410.012	8:41:02	471.062	9:25:02	439.072	10:09:02	442.491	10:53:02	435.897	11:37:02	402.93	12:21:02	396.093	13:05:02	408.059		
7:58:02	414.896	8:42:02	474.237	9:26:02	438.095	10:10:02	440.537	10:54:02	432.723	11:38:02	409.28	12:22:02	386.569	13:06:02	414.164		
7:59:02	395.116	8:43:02	468.376	9:27:02	442.002	10:11:02	444.933	10:55:02	422.955	11:39:02	410.989	12:23:02	396.825	13:07:02	410.745		
8:00:02	402.198	8:44:02	470.818	9:28:02	433.211	10:12:02	495.971	10:56:02	433.7	11:40:02	402.686	12:24:02	390.476	13:08:02	413.675		
8:01:02	410.256	8:45:02	468.82	9:29:02	436.874	10:13:02	560.44	10:57:02	429.304	11:41:02	400.977	12:25:02	391.941	13:09:02	416.606		
8:02:02	419.536	8:46:02	470.818	9:30:02	445.91	10:14:02	581.625	10:58:02	424.908	11:42:02	402.198	12:26:02	387.057	13:10:02	414.164		

Date	25/3/01	Time	P loss (mm H2O)
Flow	60 L/min	1 hr	33
Temp	35 c	2 hr	32
Page typ	Analog	3 hr	31
Store tim	0:00:30	4 hr	30
Start tim	12:00:00	5 hr	30
End time	18:00:00	6 hr	28
Records	720		

ตาราง ผ.28 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่5 ชุดการทดลองที่3 (700 ppb) ปุ๋ยคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
12:01:03	461.783	12:45:03	435.897	13:29:03	612.943	14:13:03	499.878	14:57:03	470.33	15:41:03	452.503	16:25:03	471.306	17:09:03	506.227	17:53:03	459.341
12:02:03	460.317	12:46:03	440.293	13:30:03	611.233	14:14:03	496.703	14:58:03	467.643	15:42:03	453.48	16:26:03	476.679	17:10:03	505.25	17:54:03	461.538
12:03:03	457.143	12:47:03	438.584	13:31:03	610.256	14:15:03	498.413	14:59:03	470.33	15:43:03	450.305	16:27:03	481.074	17:11:03	504.029	17:55:03	458.608
12:04:03	458.12	12:48:03	436.386	13:32:03	607.082	14:16:03	495.971	15:00:03	470.574	15:44:03	448.107	16:28:03	473.016	17:12:03	497.924	17:56:03	458.364
12:05:03	456.899	12:49:03	438.095	13:33:03	604.884	14:17:03	492.308	15:01:03	468.376	15:45:03	453.724	16:29:03	474.725	17:13:03	503.297	17:57:03	458.608
12:06:03	459.585	12:50:03	438.874	13:34:03	594.383	14:18:03	485.47	15:02:03	466.178	15:46:03	452.259	16:30:03	477.9	17:14:03	501.343	17:58:03	459.096
12:07:03	451.282	12:51:03	450.061	13:35:03	594.383	14:19:03	488.645	15:03:03	466.422	15:47:03	454.701	16:31:03	478.144	17:15:03	495.727	17:59:03	463.98
12:08:03	454.945	12:52:03	447.619	13:36:03	593.407	14:20:03	487.179	15:04:03	463.004	15:48:03	451.526	16:32:03	473.748	17:16:03	496.215	18:00:03	458.608
12:09:03	448.596	12:53:03	447.619	13:37:03	567.277	14:21:03	487.688	15:05:03	470.818	15:49:03	451.526	16:33:03	495.727	17:17:03	495.238		
12:10:03	453.236	12:54:03	446.398	13:38:03	568.742	14:22:03	490.596	15:06:03	466.422	15:50:03	452.503	16:34:03	609.035	17:18:03	496.703		
12:11:03	454.457	12:55:03	446.642	13:39:03	570.696	14:23:03	486.447	15:07:03	469.597	15:51:03	447.375	16:35:03	662.027	17:19:03	492.552		
12:12:03	448.107	12:56:03	454.945	13:40:03	566.545	14:24:03	484.493	15:08:03	456.166	15:52:03	452.259	16:36:03	667.399	17:20:03	489.133		
12:13:03	448.84	12:57:03	455.433	13:41:03	565.568	14:25:03	483.272	15:09:03	468.132	15:53:03	452.503	16:37:03	659.341	17:21:03	487.179		
12:14:03	449.817	12:58:03	453.236	13:42:03	557.265	14:26:03	481.074	15:10:03	465.69	15:54:03	449.573	16:38:03	660.073	17:22:03	485.958		
12:15:03	450.794	12:59:03	451.282	13:43:03	557.021	14:27:03	483.272	15:11:03	461.783	15:55:03	455.189	16:39:03	653.724	17:23:03	486.447		
12:16:03	445.665	13:00:03	453.48	13:44:03	552.381	14:28:03	477.9	15:12:03	465.446	15:56:03	451.77	16:40:03	644.933	17:24:03	479.609		
12:17:03	443.712	13:01:03	452.259	13:45:03	552.137	14:29:03	483.516	15:13:03	463.492	15:57:03	457.143	16:41:03	638.095	17:25:03	483.028		
12:18:03	438.095	13:02:03	450.794	13:46:03	550.916	14:30:03	480.342	15:14:03	458.12	15:58:03	450.549	16:42:03	626.374	17:26:03	483.272		
12:19:03	446.398	13:03:03	457.875	13:47:03	549.695	14:31:03	481.319	15:15:03	459.585	15:59:03	451.77	16:43:03	620.269	17:27:03	482.784		
12:20:03	443.956	13:04:03	458.852	13:48:03	536.508	14:32:03	472.772	15:16:03	487.643	16:00:03	452.991	16:44:03	615.873	17:28:03	480.098		
12:21:03	439.56	13:05:03	456.899	13:49:03	532.601	14:33:03	479.853	15:17:03	482.759	16:01:03	450.794	16:45:03	618.071	17:29:03	482.54		
12:22:03	436.386	13:06:03	463.248	13:50:03	525.275	14:34:03	482.784	15:18:03	463.248	16:02:03	456.41	16:46:03	600.977	17:30:03	481.807		
12:23:03	438.828	13:07:03	461.538	13:51:03	529.67	14:35:03	477.411	15:19:03	461.05	16:03:03	459.096	16:47:03	602.442	17:31:03	481.563		
12:24:03	446.154	13:08:03	456.41	13:52:03	525.031	14:36:03	477.9	15:20:03	465.69	16:04:03	455.189	16:48:03	590.72	17:32:03	471.795		
12:25:03	442.002	13:09:03	458.852	13:53:03	527.228	14:37:03	484.249	15:21:03	462.515	16:05:03	459.829	16:49:03	583.15	17:33:03	476.435		
12:26:03	433.7	13:10:03	464.957	13:54:03	527.473	14:38:03	478.388	15:22:03	452.991	16:06:03	464.713	16:50:03	579.731	17:34:03	474.969		
12:27:03	433.211	13:11:03	462.515	13:55:03	521.123	14:39:03	475.456	15:23:03	457.875	16:07:03	461.294	16:51:03	573.138	17:35:03	473.504		
12:28:03	429.06	13:12:03	462.515	13:56:03	518.681	14:40:03	474.237	15:24:03	454.212	16:08:03	464.957	16:52:03	566.789	17:36:03	478.632		
12:29:03	432.967	13:13:03	462.027	13:57:03	521.612	14:41:03	471.062	15:25:03	458.608	16:09:03	465.201	16:53:03	560.195	17:37:03	474.969		
12:30:03	436.142	13:14:03	470.085	13:58:03	519.17	14:42:03	467.399	15:26:03	454.945	16:10:03	461.294	16:54:03	556.777	17:38:03	468.376		
12:31:03	434.188	13:15:03	469.841	13:59:03	515.507	14:43:03	476.923	15:27:03	458.608	16:11:03	462.271	16:55:03	554.579	17:39:03	463.248		
12:32:03	439.56	13:16:03	469.109	14:00:03	517.46	14:44:03	475.946	15:28:03	460.562	16:12:03	465.69	16:56:03	545.543	17:40:03	471.795		
12:33:03	432.967	13:17:03	476.923	14:01:03	513.309	14:45:03	476.679	15:29:03	446.886	16:13:03	468.864	16:57:03	540.171	17:41:03	469.841		
12:34:03	435.897	13:18:03	478.877	14:02:03	511.355	14:46:03	473.26	15:30:03	455.922	16:14:03	468.132	16:58:03	542.613	17:42:03	466.178		
12:35:03	434.921	13:19:03	474.481	14:03:03	516.239	14:47:03	473.748	15:31:03	460.317	16:15:03	465.201	16:59:03	538.706	17:43:03	470.085		
12:36:03	436.874	13:20:03	471.795	14:04:03	511.844	14:48:03	471.551	15:32:03	456.41	16:16:03	469.597	17:00:03	531.624	17:44:03	469.841		
12:37:03	432.967	13:21:03	475.702	14:05:03	505.983	14:49:03	473.993	15:33:03	455.433	16:17:03	466.178	17:01:03	529.426	17:45:03	464.713		
12:38:03	427.106	13:22:03	555.8	14:06:03	503.297	14:50:03	475.458	15:34:03	458.12	16:18:03	469.109	17:02:03	526.252	17:46:03	468.864		
12:39:03	430.769	13:23:03	623.199	14:07:03	501.099	14:51:03	474.725	15:35:03	456.654	16:19:03	467.643	17:03:03	517.949	17:47:03	471.062		
12:40:03	438.339	13:24:03	638.339	14:08:03	507.204	14:52:03	473.993	15:36:03	456.166	16:20:03	470.085	17:04:03	522.344	17:48:03	467.399		
12:41:03	432.479	13:25:03	636.142	14:09:03	496.703	14:53:03	467.643	15:37:03	459.829	16:21:03	463.98	17:05:03	516.484	17:49:03	466.422		
12:42:03	426.618	13:26:03	632.967	14:10:03	497.436	14:54:03	473.016	15:38:03	457.387	16:22:03	472.039	17:06:03	514.774	17:50:03	464.225		
12:43:03	430.525	13:27:03	628.571	14:11:03	488.4	14:55:03	471.062	15:39:03	452.991	16:23:03	469.353	17:07:03	510.134	17:51:03	462.271		
12:44:03	433.455	13:28:03	621.49	14:12:03	497.88	14:56:03	473.993	15:40:03	455.678	16:24:03	474.725	17:08:03	515.507	17:52:03	461.538		

Date	26/3/01
Flow	60 L/min
Temp	33 c
Page typ	Analog
Store tim	0:00:30
Start tim	16:19:00
End time	22:19:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	40
2 hr	36
3 hr	34
4 hr	32
5 hr	30
6 hr	29

ตาราง ผ.29 ความเข้มข้น NO_x ที่ทางออกครั้งที่ 6 ชุดการทดลองที่ 3 (700 ppb) ไม้คอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
16:20:12	473.748	17:04:12	401.954	17:48:12	376.313	18:32:12	348.718	19:16:12	368.01	20:00:12	415.629	20:44:12	360.44	21:28:12	342.125	22:12:12	407.814
16:21:12	466.422	17:05:12	395.36	17:49:12	372.894	18:33:12	351.893	19:17:12	367.766	20:01:12	409.768	20:45:12	362.882	21:29:12	348.718	22:13:12	408.547
16:22:12	472.527	17:06:12	402.442	17:50:12	360.195	18:34:12	347.009	19:18:12	369.963	20:02:12	406.593	20:46:12	361.905	21:30:12	350.672	22:14:12	411.722
16:23:12	466.422	17:07:12	398.535	17:51:12	369.963	18:35:12	352.869	19:19:12	367.277	20:03:12	414.164	20:47:12	360.44	21:31:12	345.055	22:15:12	410.745
16:24:12	462.515	17:08:12	397.558	17:52:12	367.766	18:36:12	353.846	19:20:12	365.324	20:04:12	408.547	20:48:12	355.556	21:32:12	349.939	22:16:12	413.431
16:25:12	454.212	17:09:12	403.175	17:53:12	371.184	18:37:12	348.962	19:21:12	368.01	20:05:12	397.314	20:49:12	357.998	21:33:12	341.148	22:17:12	415.385
16:26:12	445.91	17:10:12	393.162	17:54:12	366.3	18:38:12	346.276	19:22:12	370.208	20:06:12	403.419	20:50:12	361.905	21:34:12	348.23	22:18:12	411.233
16:27:12	444.444	17:11:12	394.628	17:55:12	372.894	18:39:12	347.253	19:23:12	372.65	20:07:12	397.07	20:51:12	359.219	21:35:12	347.497	22:19:12	417.338
16:28:12	435.653	17:12:12	397.314	17:56:12	361.905	18:40:12	347.253	19:24:12	366.545	20:08:12	401.954	20:52:12	351.404	21:36:12	368.987		
16:29:12	436.386	17:13:12	392.674	17:57:12	371.429	18:41:12	353.846	19:25:12	405.128	20:09:12	400	20:53:12	351.404	21:37:12	373.871		
16:30:12	429.792	17:14:12	389.988	17:58:12	365.812	18:42:12	348.962	19:26:12	482.295	20:10:12	390.232	20:54:12	362.637	21:38:12	372.65		
16:31:12	429.304	17:15:12	400.733	17:59:12	366.789	18:43:12	347.253	19:27:12	511.111	20:11:12	393.407	20:55:12	357.509	21:39:12	371.917		
16:32:12	431.258	17:16:12	390.965	18:00:12	363.37	18:44:12	353.358	19:28:12	521.612	20:12:12	394.628	20:56:12	355.067	21:40:12	374.847		
16:33:12	428.327	17:17:12	388.034	18:01:12	369.719	18:45:12	350.672	19:29:12	512.576	20:13:12	386.081	20:57:12	363.126	21:41:12	372.161		
16:34:12	426.374	17:18:12	389.499	18:02:12	360.684	18:46:12	350.427	19:30:12	516.972	20:14:12	393.651	20:58:12	359.707	21:42:12	365.079		
16:35:12	410.256	17:19:12	390.232	18:03:12	368.742	18:47:12	353.602	19:31:12	507.204	20:15:12	386.081	20:59:12	356.777	21:43:12	367.033		
16:36:12	415.14	17:20:12	388.278	18:04:12	374.603	18:48:12	353.846	19:32:12	509.89	20:16:12	384.371	21:00:12	357.753	21:44:12	366.546		
16:37:12	431.746	17:21:12	383.883	18:05:12	378.266	18:49:12	350.916	19:33:12	514.774	20:17:12	384.615	21:01:12	351.648	21:45:12	366.056		
16:38:12	453.48	17:22:12	383.15	18:06:12	371.184	18:50:12	354.335	19:34:12	510.134	20:18:12	378.755	21:02:12	353.602	21:46:12	370.208		
16:39:12	435.897	17:23:12	371.184	18:07:12	369.719	18:51:12	349.695	19:35:12	503.541	20:19:12	384.615	21:03:12	353.602	21:47:12	358.974		
16:40:12	429.06	17:24:12	382.173	18:08:12	370.208	18:52:12	356.288	19:36:12	498.657	20:20:12	387.302	21:04:12	361.661	21:48:12	366.545		
16:41:12	432.723	17:25:12	384.127	18:09:12	366.056	18:53:12	352.381	19:37:12	495.971	20:21:12	378.51	21:05:12	360.44	21:49:12	370.452		
16:42:12	430.281	17:26:12	382.418	18:10:12	363.858	18:54:12	358.486	19:38:12	488.4	20:22:12	382.418	21:06:12	348.718	21:50:12	382.173		
16:43:12	428.327	17:27:12	383.883	18:11:12	364.347	18:55:12	356.777	19:39:12	482.54	20:23:12	381.197	21:07:12	349.695	21:51:12	384.86		
16:44:12	425.153	17:28:12	379.731	18:12:12	362.393	18:56:12	353.358	19:40:12	483.516	20:24:12	381.197	21:08:12	350.427	21:52:12	384.371		
16:45:12	429.792	17:29:12	383.15	18:13:12	363.858	18:57:12	353.358	19:41:12	483.028	20:25:12	385.348	21:09:12	353.846	21:53:12	386.813		
16:46:12	421.001	17:30:12	379.487	18:14:12	355.311	18:58:12	356.532	19:42:12	474.725	20:26:12	379.731	21:10:12	353.114	21:54:12	388.034		
16:47:12	424.908	17:31:12	376.068	18:15:12	361.661	18:59:12	353.602	19:43:12	471.795	20:27:12	379.487	21:11:12	356.044	21:55:12	389.499		
16:48:12	427.106	17:32:12	378.999	18:16:12	364.347	19:00:12	359.463	19:44:12	458.852	20:28:12	371.429	21:12:12	353.358	21:56:12	388.278		
16:49:12	426.862	17:33:12	378.266	18:17:12	361.416	19:01:12	357.509	19:45:12	461.294	20:29:12	378.755	21:13:12	351.893	21:57:12	384.615		
16:50:12	421.978	17:34:12	379.243	18:18:12	362.882	19:02:12	354.579	19:46:12	457.631	20:30:12	372.894	21:14:12	352.137	21:58:12	386.569		
16:51:12	417.094	17:35:12	378.022	18:19:12	362.393	19:03:12	355.556	19:47:12	454.457	20:31:12	375.58	21:15:12	357.021	21:59:12	394.628		
16:52:12	415.629	17:36:12	371.673	18:20:12	354.823	19:04:12	358.242	19:48:12	449.328	20:32:12	378.51	21:16:12	343.59	22:00:12	392.918		
16:53:12	416.606	17:37:12	375.336	18:21:12	358.73	19:05:12	355.067	19:49:12	446.642	20:33:12	372.405	21:17:12	346.764	22:01:12	395.604		
16:54:12	414.652	17:38:12	377.534	18:22:12	355.8	19:06:12	353.846	19:50:12	445.665	20:34:12	374.847	21:18:12	347.985	22:02:12	395.604		
16:55:12	417.094	17:39:12	376.313	18:23:12	352.869	19:07:12	366.056	19:51:12	441.026	20:35:12	369.719	21:19:12	347.497	22:03:12	391.941		
16:56:12	409.28	17:40:12	378.022	18:24:12	364.103	19:08:12	357.021	19:52:12	435.897	20:36:12	372.405	21:20:12	349.939	22:04:12	394.628		
16:57:12	412.943	17:41:12	369.719	18:25:12	354.579	19:09:12	359.463	19:53:12	429.304	20:37:12	374.603	21:21:12	342.813	22:05:12	399.267		
16:58:12	419.536	17:42:12	377.045	18:26:12	355.556	19:10:12	360.44	19:54:12	424.176	20:38:12	371.917	21:22:12	343.834	22:06:12	400.488		
16:59:12	421.734	17:43:12	372.405	18:27:12	353.114	19:11:12	366.3	19:55:12	423.687	20:39:12	370.94	21:23:12	346.032	22:07:12	394.139		
17:00:12	405.861	17:44:12	374.115	18:28:12	351.16	19:12:12	357.265	19:56:12	413.919	20:40:12	365.812	21:24:12	351.404	22:08:12	408.059		
17:01:12	405.617	17:45:12	371.429	18:29:12	355.556	19:13:12	354.823	19:57:12	416.117	20:41:12	361.172	21:25:12	344.811	22:09:12	400.488		
17:02:12	406.105	17:46:12	372.405	18:30:12	359.219	19:14:12	366.056	19:58:12	412.454	20:42:12	373.382	21:26:12	349.695	22:10:12	405.861		
17:03:12	400.977	17:47:12	371.184	18:31:12	352.381	19:15:12	362.149	19:59:12	410.256	20:43:12	363.126	21:27:12	343.59	22:11:12	403.907		

Date	28/3/01
Flow	60 L/min
Temp	25 c
Page typ	Analog
Store tim	0.00:30
Start tim	7:57:00
End time	13:58:00
Records	720

Time	P loss (mm H2O)
1 hr	37
2 hr	35
3 hr	34
4 hr	32
5 hr	30
6 hr	28

ตาราง ผ.30 ความเข้มข้น NO ที่ทางออกครั้งที่ 7 ชุดการทดลองที่ 3 (700 ppb) ฝูคอก

Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb	Time	NO ppb
7:57:35	496.948	8:41:35	653.48	9:25:35	521.612	10:09:35	484.982	10:53:35	457.875	11:37:35	494.75	12:21:35	536.02	13:05:35	496.703	13:49:35	482.54
7:58:35	494.505	8:42:35	649.084	9:26:35	516.728	10:10:35	478.435	10:54:35	460.317	11:38:35	496.459	12:22:35	533.089	13:06:35	496.215	13:50:35	481.807
7:59:35	493.529	8:43:35	640.049	9:27:35	515.995	10:11:35	477.187	10:55:35	462.271	11:39:35	499.145	12:23:35	533.678	13:07:35	495.971	13:51:35	484.982
8:00:35	499.634	8:44:35	642.002	9:28:35	516.972	10:12:35	482.051	10:56:35	458.364	11:40:35	503.785	12:24:35	536.752	13:08:35	495.482	13:52:35	482.784
8:01:35	495.727	8:45:35	638.339	9:29:35	511.8	10:13:35	485.714	10:57:35	460.317	11:41:35	497.68	12:25:35	527.961	13:09:35	491.331	13:53:35	479.609
8:02:35	500.611	8:46:35	634.188	9:30:35	510.134	10:14:35	479.609	10:58:35	460.806	11:42:35	505.006	12:26:35	533.089	13:10:35	497.924	13:54:35	487.912
8:03:35	497.192	8:47:35	627.595	9:31:35	513.553	10:15:35	479.609	10:59:35	463.736	11:43:35	566.3	12:27:35	526.252	13:11:35	493.04	13:55:35	475.702
8:04:35	502.564	8:48:35	624.664	9:32:35	508.913	10:16:35	477.656	11:00:35	464.957	11:44:35	633.7	12:28:35	520.391	13:12:35	488.156	13:56:35	478.388
8:05:35	497.924	8:49:35	608.593	9:33:35	509.402	10:17:35	460.098	11:01:35	465.201	11:45:35	652.259	12:29:35	525.519	13:13:35	496.948		
8:06:35	497.68	8:50:35	610.745	9:34:35	509.646	10:18:35	479.121	11:02:35	459.829	11:46:35	645.177	12:30:35	523.077	13:14:35	486.935		
8:07:35	493.529	8:51:35	608.547	9:35:35	506.96	10:19:35	478.365	11:03:35	457.875	11:47:35	650.305	12:31:35	518.437	13:15:35	488.889		
8:08:35	507.204	8:52:35	607.326	9:36:35	506.471	10:20:35	475.458	11:04:35	462.515	11:48:35	650.305	12:32:35	515.995	13:16:35	492.796		
8:09:35	503.297	8:53:35	605.372	9:37:35	501.343	10:21:35	474.481	11:05:35	464.469	11:49:35	642.979	12:33:35	519.658	13:17:35	489.866		
8:10:35	501.343	8:54:35	596.581	9:38:35	502.32	10:22:35	474.237	11:06:35	463.248	11:50:35	640.781	12:34:35	518.437	13:18:35	489.377		
8:11:35	500.366	8:55:35	593.162	9:39:35	502.504	10:23:35	471.795	11:07:35	456.166	11:51:35	636.142	12:35:35	521.612	13:19:35	495.727		
8:12:35	495.238	8:56:35	591.697	9:40:35	498.657	10:24:35	472.039	11:08:35	466.178	11:52:35	628.571	12:36:35	516.484	13:20:35	486.935		
8:13:35	501.099	8:57:35	588.523	9:41:35	495.727	10:25:35	467.155	11:09:35	461.538	11:53:35	617.582	12:37:35	520.879	13:21:35	487.424		
8:14:35	500.855	8:58:35	583.394	9:42:35	501.343	10:26:35	467.155	11:10:35	472.039	11:54:35	619.048	12:38:35	517.46	13:22:35	499.878		
8:15:35	508.181	8:59:35	573.871	9:43:35	497.68	10:27:35	468.376	11:11:35	472.527	11:55:35	617.094	12:39:35	513.797	13:23:35	493.04		
8:16:35	503.297	9:00:35	583.394	9:44:35	496.459	10:28:35	471.062	11:12:35	476.679	11:56:35	611.233	12:40:35	512.088	13:24:35	489.133		
8:17:35	494.017	9:01:35	568.987	9:45:35	497.68	10:29:35	466.667	11:13:35	476.435	11:57:35	604.366	12:41:35	501.832	13:25:35	487.668		
8:18:35	501.832	9:02:35	564.591	9:46:35	491.619	10:30:35	461.793	11:14:35	480.586	11:58:35	604.884	12:42:35	513.309	13:26:35	487.912		
8:19:35	500.181	9:03:35	562.393	9:47:35	496.215	10:31:35	468.132	11:15:35	426.862	11:59:35	601.221	12:43:35	516.728	13:27:35	487.179		
8:20:35	504.762	9:04:35	560.195	9:48:35	492.552	10:32:35	466.422	11:16:35	467.399	12:00:35	581.453	12:44:35	516.484	13:28:35	480.342		
8:21:35	507.692	9:05:35	561.661	9:49:35	496.948	10:33:35	465.201	11:17:35	476.679	12:01:35	589.011	12:45:35	510.379	13:29:35	486.935		
8:22:35	497.192	9:06:35	562.892	9:50:35	487.668	10:34:35	463.248	11:18:35	484.982	12:02:35	584.86	12:46:35	506.227	13:30:35	489.377		
8:23:35	505.983	9:07:35	562.625	9:51:35	487.668	10:35:35	463.736	11:19:35	485.226	12:03:35	582.173	12:47:35	509.89	13:31:35	487.424		
8:24:35	495.971	9:08:35	547.985	9:52:35	490.11	10:36:35	464.713	11:20:35	477.411	12:04:35	577.778	12:48:35	505.495	13:32:35	493.773		
8:25:35	502.808	9:09:35	551.16	9:53:35	489.621	10:37:35	466.667	11:21:35	486.447	12:05:35	575.336	12:49:35	506.425	13:33:35	490.598		
8:26:35	505.983	9:10:35	544.811	9:54:35	491.087	10:38:35	460.317	11:22:35	486.203	12:06:35	572.161	12:50:35	504.029	13:34:35	485.226		
8:27:35	506.471	9:11:35	542.369	9:55:35	488.4	10:39:35	469.96	11:23:35	487.668	12:07:35	571.184	12:51:35	503.297	13:35:35	477.167		
8:28:35	507.448	9:12:35	542.25	9:56:35	488.203	10:40:35	462.027	11:24:35	493.529	12:08:35	567.521	12:52:35	503.052	13:36:35	479.609		
8:29:35	514.53	9:13:35	543.59	9:57:35	483.028	10:41:35	463.248	11:25:35	490.842	12:09:35	560.928	12:53:35	505.739	13:37:35	489.133		
8:30:35	511.6	9:14:35	534.799	9:58:35	484.005	10:42:35	455.189	11:26:35	488.645	12:10:35	558.974	12:54:35	502.564	13:38:35	481.807		
8:31:35	526.007	9:15:35	536.508	9:59:35	486.203	10:43:35	454.945	11:27:35	490.354	12:11:35	556.044	12:55:35	498.413	13:39:35	482.54		
8:32:35	626.129	9:16:35	534.799	10:00:35	482.54	10:44:35	456.41	11:28:35	491.819	12:12:35	558.974	12:56:35	495.727	13:40:35	482.784		
8:33:35	661.783	9:17:35	536.752	10:01:35	484.737	10:45:35	466.178	11:29:35	498.657	12:13:35	556.288	12:57:35	498.657	13:41:35	489.866		
8:34:35	677.656	9:18:35	524.298	10:02:35	486.691	10:46:35	452.503	11:30:35	498.657	12:14:35	554.09	12:58:35	497.192	13:42:35	488.645		
8:35:35	670.085	9:19:35	534.554	10:03:35	485.226	10:47:35	461.793	11:31:35	497.924	12:15:35	547.497	12:59:35	499.145	13:43:35	484.982		
8:36:35	677.9	9:20:35	522.589	10:04:35	477.9	10:48:35	457.631	11:32:35	495.971	12:16:35	543.101	13:00:35	503.297	13:44:35	483.761		
8:37:35	671.551	9:21:35	525.275	10:05:35	485.714	10:49:35	460.562	11:33:35	493.04	12:17:35	542.857	13:01:35	491.819	13:45:35	486.203		
8:38:35	672.772	9:22:35	522.589	10:06:35	484.249	10:50:35	459.096	11:34:35	498.657	12:18:35	543.59	13:02:35	498.168	13:46:35	484.982		
8:39:35	664.713	9:23:35	519.658	10:07:35	483.272	10:51:35	465.446	11:35:35	497.924	12:19:35	538.95	13:03:35	494.017	13:47:35	482.54		
8:40:35	659.341	9:24:35	522.833	10:08:35	482.784	10:52:35	462.271	11:36:35	500.366	12:20:35	535.775	13:04:35	497.436	13:48:35	485.47		

ภาคผนวก ข

ข้อมูลคุณภาพอากาศในประเทศไทย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 : สรุปข้อมูลคุณภาพอากาศในกรุงเทพและปริมณฑล

ปี 2543

จังหวัด	สถานี	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2)			ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2)			ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)			ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)			ก๊าซโอโซน (O3)			ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10)				
		ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)			ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)			ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppm)			ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (ppm)			ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)			ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m ³)				
		ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด		
กรุงเทพมหานคร	สนามกีฬาและสวนสันทนาการ	150.0	4.7	0.0	0.6909	125.0	32.8	0.0	0.1619	12.5	1.2	0.0	0.7294	6.2	1.2	0.0	0.7280	•	•	•	
	สถานียานอวกาศบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	94.0	3.2	0.0	0.7129	135.0	23.9	0.0	0.7702	10.3	0.9	0.1	0.8173	4.1	0.9	0.1	0.8138	•	•	•	
	ท่าอากาศยานนานาชาติราชบุรีณยะ	72.5	4.1	0.0	0.8132	125.0	20.9	0.0	0.7788	9.1	0.8	0.0	0.8408	6.8	0.8	0.0	0.8388	139.9	17.9	0.0	2.68170
	กรมศุลกากรท่าอากาศยาน	75.0	4.8	0.0	0.6271	126.0	17.4	0.0	0.5212	7.0	1.0	0.0	0.3509	6.1	1.0	0.0	0.3578	30.0	5.6	0.0	0.7138
	สถานียานอวกาศสวนสันทนาการ	93.0	5.5	0.0	0.6688	136.0	20.8	0.0	0.4382	12.2	1.2	0.0	0.3457	7.6	1.2	0.0	0.3553	178.0	12.5	0.0	10.6778
	มหาวิทยาลัยสวนสันทนาการ	161.0	10.8	0.0	0.7187	107.0	20.2	0.0	0.7656	6.5	0.9	0.0	0.7292	4.9	0.9	0.0	0.7478	203.0	22.9	0.0	47.7678
	สวนสาธารณะสวนสันทนาการ	113.0	7.3	0.0	0.7598	105.0	19.4	0.0	0.7687	8.3	0.8	0.0	0.7688	5.5	0.8	0.0	0.8123	193.0	16.7	0.0	22.8001
	สวนกีฬาและการแข่งขันกีฬารวม	136.0	7.2	0.0	0.7086	132.0	32.1	0.0	0.8248	10.1	1.4	0.0	0.8196	6.1	1.4	0.0	0.8497	143.0	9.4	0.0	9.6298
	โรงเรียนอนุบาลวิเทศ	151.0	10.8	0.0	0.7764	130.0	23.0	0.0	0.8226	5.5	0.6	0.0	0.8187	4.6	0.6	0.0	0.8390	127.0	11.4	0.0	11.7874
	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย	85.4	7.7	0.0	0.7895	113.0	20.2	0.0	0.8382	12.4	1.1	0.0	0.7802	8.2	1.1	0.0	0.8084	139.0	19.6	0.0	36.7478
สมุทรปราการ	สถานีการรถไฟท่าเรือธนบุรี	69.0	7.0	0.0	0.8022	133.0	28.8	0.0	0.8099	8.6	1.4	0.0	0.8024	4.2	1.4	0.0	0.8258	90.0	8.4	0.0	0.7807
	ท่าอากาศยานนานาชาติ	85.8	9.2	0.0	0.7758	110.0	28.5	0.0	0.7761	6.8	1.2	0.0	0.7735	5.9	1.2	0.0	0.7979	136.0	10.1	0.0	5.9247
	ท่าเรือขนส่งสินค้า	120.0	11.8	0.0	0.7208	169.0	50.4	0.0	0.7102	14.0	3.3	0.0	0.7727	9.6	3.3	0.0	0.7965	85.0	4.1	0.0	0.7581
	ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรม	49.7	1.2	0.0	0.7708	131.5	19.8	0.0	0.7934	3.9	0.4	0.0	0.7411	3.2	0.4	0.0	0.7239	•	•	•	•
สมุทรสาคร	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย	138.5	7.6	0.0	0.7610	96.1	14.0	0.0	0.7486	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	กรมศุลกากรท่าเรือ	123.8	14.4	0.0	0.7908	149.1	20.8	0.0	0.6395	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	ศาลากลาง	104.0	6.7	0.0	0.7869	145.0	21.9	0.0	0.7746	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	กรมศุลกากรท่าเรือ	43.0	3.0	0.0	0.6610	89.0	11.6	0.0	0.6022	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ปทุมธานี	กรมศุลกากรท่าเรือ	169.0	18.0	0.0	0.8773	104.0	18.8	0.0	0.7009	3.9	0.8	0.0	0.6960	2.4	0.8	0.0	0.7154	121.0	19.0	0.0	15.4489
	ศาลากลาง	123.0	13.6	0.0	0.6305	79.0	25.4	0.0	0.2269	12.0	0.8	0.0	0.6319	2.6	0.8	0.0	0.6553	144.0	15.9	0.0	23.6690
	มหาวิทยาลัยราชภัฏ	123.0	4.4	0.0	0.6728	55.0	6.0	0.0	0.6699	13.9	0.6	0.0	0.6328	3.2	0.6	0.0	0.6428	146.5	13.6	0.0	11.6401
	กรมศุลกากรท่าเรือ	130.0	5.4	0.0	0.7048	134.0	22.8	0.0	0.6718	8.0	1.3	0.0	0.7489	5.1	1.3	0.0	0.7700	174.0	17.2	0.0	26.7274
นนทบุรี	กรมศุลกากรท่าเรือ	27.0	5.9	1.8	0.194	121.0	19.9	5.0	0.370	4.3	1.0	0.2	0.370	2.5	1.0	0.3	0.277	48.0	11.8	0.0	0.322
	มหาวิทยาลัยศิลปากร	32.0	4.8	0.0	0.3101	52.0	7.0	0.0	0.2514	4.0	0.5	0.0	0.6317	2.5	0.5	0.0	0.5472	126.0	17.2	0.0	11.6202
ค่ามาตรฐาน		300	170	30	9	100	120														

• : ไม่มีการตรวจวัด

ภาค	สถานี	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2)			ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2)			ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)			ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)			ก๊าซโอโซน (O3)			ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10)						
		ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppm)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (ppm)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ppb)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m³)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m³)			
เหนือ	ศูนย์ราชการกรม จ. เชียงใหม่	32.0	1.9	0.0	0/6064	0.0	0/7265	3.6	0.6	0.0	0/7284	5.1	0.6	0.0	0/7551	94.0	18.1	0.0	0/7593	217.9	43.3	12.2	12/314
	โรงเรียนพุทธาร จ. เชียงใหม่	11.0	2.3	0.0	0/1808	0.0	0/1829	9.2	1.0	0.0	0/1743	7.4	1.0	0.0	0/1762	125.0	19.5	0.0	1/1774	285.6	104.6	26.3	22/78
	ศาลากลาง จ. ลำปาง	209.2	1.3	0.0	0/7396	0.0	0/7789	6.0	0.6	0.0	0/7549	5.2	0.6	0.0	0/7852	102.3	11.1	0.0	3/7834	267.2	73.9	17.2	6/3/31
	สบปศ อ. แม่แตง จ. ลำปาง ส	281.0	1.3	0.0	0/2591	0.0	0/3346	6.6	0.5	0.0	0/2432	5.9	0.5	0.0	0/3363	88.2	15.6	0.0	0/3681	254.0	66.4	13.0	14/3/2
	อนานิพันธ์าสี อ. แม่แตง จ. ลำปาง *	243.6	1.2	0.0	0/3524	0.0	0/4021	12.7	0.2	0.0	0/2493	2.7	0.2	0.0	0/2363	131.3	6.7	0.0	1/4040	512.4	100.4	18.5	32/158
	สำนักงานการประปาแม่แตง จ. ลำปาง ส.**	10.6	0.4	0.0	0/2189	0.0	0/2483	-	-	-	-	-	-	-	-	36.5	7.7	0.0	0/2045	93.8	49.6	24.9	0/55
	วิทยาลัยอาชีวศึกษา จ. นครสวรรค์	29.0	1.8	0.0	0/5565	0.0	0/4992	3.6	0.5	0.0	0/3174	3.0	0.5	0.0	0/2391	102.0	24.8	0.0	1/6001	81.5	49.5	20.2	0/63
	บ้านปัดคำบ่อ อ. เมือง จ. รพช.แม่แก้ว	66.0	2.7	0.0	0/6920	0.0	0/7190	9.7	1.2	0.0	0/7629	5.9	1.2	0.0	0/7931	82.0	17.3	0.0	0/7125	200.7	58.0	16.2	28/3/2
	บ้านพักทหาร อ.เมือง จ.นครราชสีมา	77.0	3.9	0.0	0/3133	0.0	0/3971	6.5	0.6	0.0	0/4033	3.8	0.6	0.0	0/4019	107.0	12.9	0.0	2/3962	109.2	52.0	28.7	0/52
	โรงเรียนอนุบาลสุโขทัย จ. สุโขทัย	134.5	59.9	19.6	0/45	0.0	0/48	3.7	1.3	0.5	0/48	2.7	1.3	0.7	0/45	-	-	-	-	-	-	-	-
กลาง	โรงเรียนหน้าพระลาน จ. สระบุรี	72.0	2.1	0.0	0/2569	0.0	0/2815	12.8	0.6	0.0	0/3717	3.5	0.8	0.0	0/2816	68.0	13.4	0.0	0/3797	238.8	45.4	12.9	12/144
	สถานีดับเพลิงเขาน้อย จ. สระบุรี	64.0	3.7	0.0	0/5088	0.0	0/6819	6.8	0.5	0.0	0/5629	3.2	0.8	0.0	0/5779	125.0	20.5	0.0	16/6532	166.8	55.3	14.6	10/3/8
	ศูนย์วิจัยพันธุ์ที่ 1 อ. เมือง จ. ราชบุรี	60.0	4.0	0.0	0/8213	0.0	0/6692	3.5	0.6	0.0	0/7842	3.2	0.6	0.0	0/8161	116.0	23.6	0.0	13/7408	165.0	56.3	14.6	21/3/6
	โรงเรียนท้าวซายูต อ. นางคนึง จ. ราชบุรี	25.0	5.3	0.0	0/2288	-	-	7.2	1.4	0.0	0/3872	5.6	1.4	0.0	0/3921	83.0	10.0	0.0	0/4137	178.5	80.5	16.8	19/1/6
	สถานีดับเพลิงสว่างอุดม แหม่มอนัง จ. ราชบุรี	155.0	4.4	0.0	0/6316	0.0	0/6394	2.3	0.3	0.0	0/7447	2.2	0.3	0.0	0/7663	90.0	12.1	0.0	0/8029	134.3	50.0	9.9	10/297
	ศูนย์เขารวมเทศบาล อ.ศรีราชา จ. ราชบุรี	157.0	4.5	0.0	0/7484	0.0	0/6010	8.5	0.7	0.0	0/7112	3.1	0.7	0.0	0/7381	213.0	19.6	0.0	35/7788	133.0	42.7	14.4	23/37
	ทนง.สามัคคีศึกษา อ. เมือง จ. ราชบุรี	30.0	3.5	0.0	0/5844	0.0	0/4018	6.0	0.7	0.0	0/5320	5.2	0.7	0.0	0/5359	177.0	17.6	0.0	5/5841	140.5	54.0	27.4	3/252
	สถานีอนามัยเทศบาล อ.เมือง จ.ระยอง	33.0	2.9	0.0	0/2568	0.0	0/2418	2.3	0.3	0.0	0/1890	2.2	0.3	0.0	0/1950	98.0	15.7	0.0	0/2309	134.9	67.0	19.6	2/78
	ชุมชนสายพิศวิถี อ. เมือง จ. ระยอง	71.0	4.2	0.0	0/2979	0.0	0/4969	12.7	0.5	0.0	0/4817	4.4	0.5	0.0	0/4934	131.0	17.7	0.0	20/4609	151.9	43.0	13.7	5/150
	ศูนย์วิจัยพืชไร่ อ. เมือง จ. ระยอง	125.0	5.9	0.0	0/6081	0.0	0/6566	1.7	0.3	0.0	0/4941	1.3	0.3	0.0	0/4957	114.0	21.1	0.0	11/5587	184.8	69.8	15.0	11/97
ใต้	ที่ว่าการอำเภอเมือง จ. สุราษฎร์ธานี	85.0	2.7	0.0	0/6764	0.0	0/6945	3.2	0.5	0.0	0/7586	2.1	0.5	0.0	0/7876	65.0	10.3	0.0	0/6925	114.3	31.8	9.4	0/347
	ศูนย์วิจัยการสาธารณสุข อ. เมือง จ.ภูเก็ต	31.0	0.7	0.0	0/671	0.0	0/7543	5.8	0.7	0.0	0/7595	2.9	0.7	0.0	0/7883	116.5	17.3	0.0	3/7355	65.5	37.5	17.6	0/329
	พื้นที่เทศบาลเมือง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	17.0	3.1	0.0	0/3325	0.0	0/3714	3.8	0.5	0.0	0/5117	1.7	0.5	0.0	0/5195	53.8	6.8	0.0	0/4547	130.8	40.7	17.1	1/222
	คำมตาธรรมาน	300 #	170	30	9	100	120																

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พ.ศ. 2538)

สารมลพิษ *	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 3 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 1 เดือน		ค่าเฉลี่ย 1 ปี **		วิธีการตรวจวัด
	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	34.2	30	-	0	-	-	-	-	-	-	Non-Dispersive Infrared Detection
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2)	0.32	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2)	0.78	0.3	0.3	0.12	-	-	-	-	0.1	0.04	UV - Fluorescence
ฝุ่นรวม (TSP)	-	-	0.33	-	-	-	-	-	0.1	-	Gravimetric - High Volume
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM - 10)	-	-	0.12	-	-	-	-	-	0.05	-	Gravimetric - High Volume
โอโซน (O3)	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
สารตะกั่ว (Pb)	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	Atomic Absorption Spectrometer

หมายเหตุ

- * : ค่าความเข้มข้นของก๊าซ ค่าเฉลี่ยตามต้น 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
- ** : ค่าเฉลี่ยรายสัปดาห์
- /# : ค่ามาตรฐาน SO2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง
 - 1,300 มก./ลบ.ม. สำหรับพื้นที่เมือง
 - 780 มก./ลบ.ม. สำหรับบริเวณทั่วไป (ยกเว้นในเขตเมือง)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเจตนา จิรวัชรเดช เกิดวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย