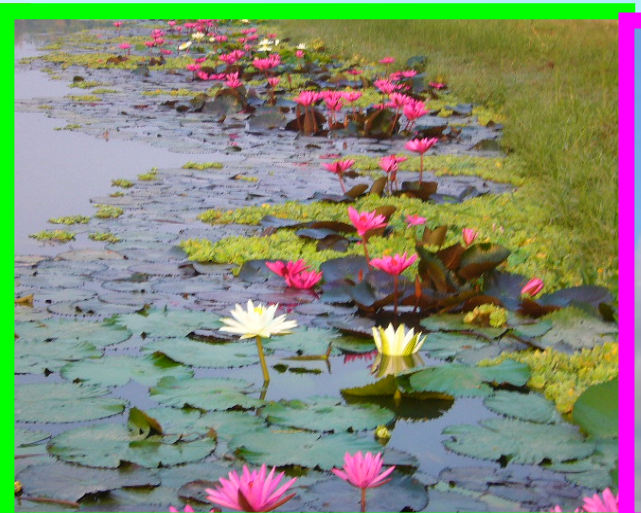
การจัดการน้ำในนาข้าวเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านก๊าซมีเทน

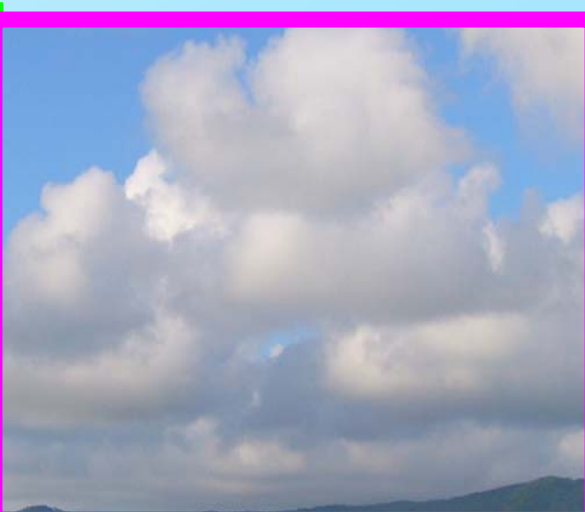
ดร. อัจฉรา ชุมวงศ์

วิศวกรโยธาชำนาญการ กลุ่มออกแบบเขื่อน สำนักออกแบบวิศวกรรมฯ กรมชลประทาน

รศ. ดร. บัญชา ขวัญยืน

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน

ดร.วิสุทธิ์ วีรสาร

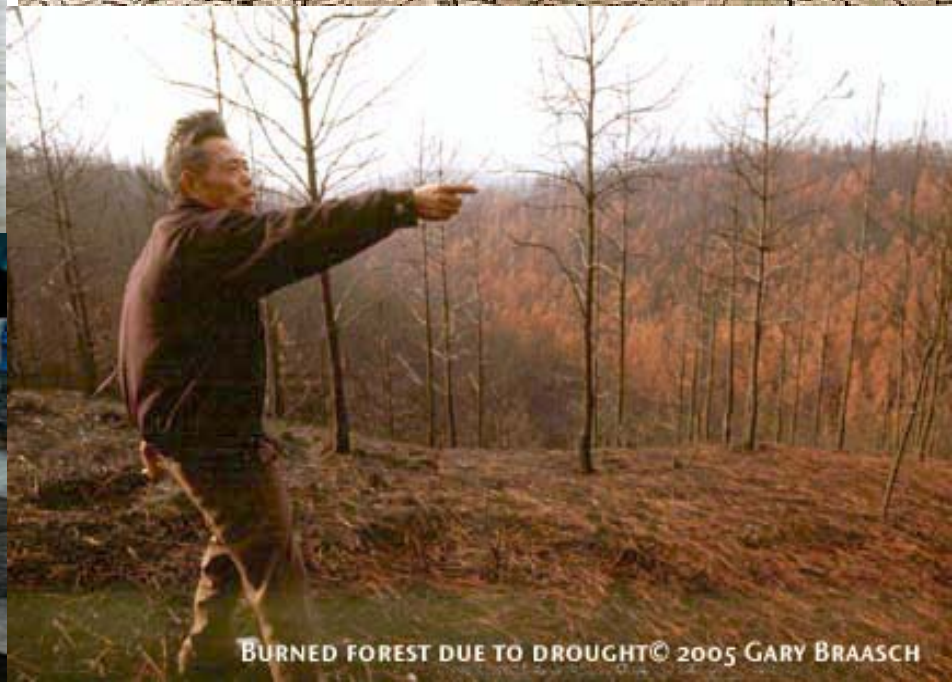
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร

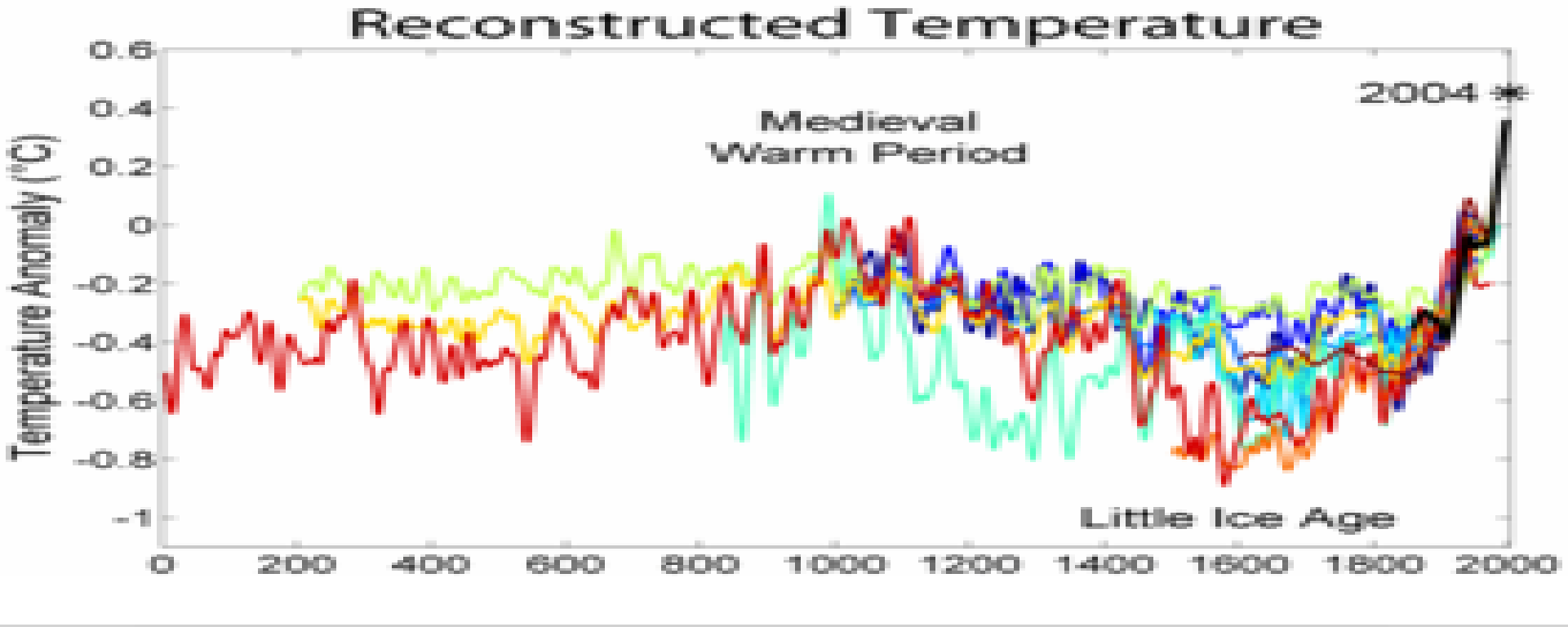
ศ.ดร.สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์

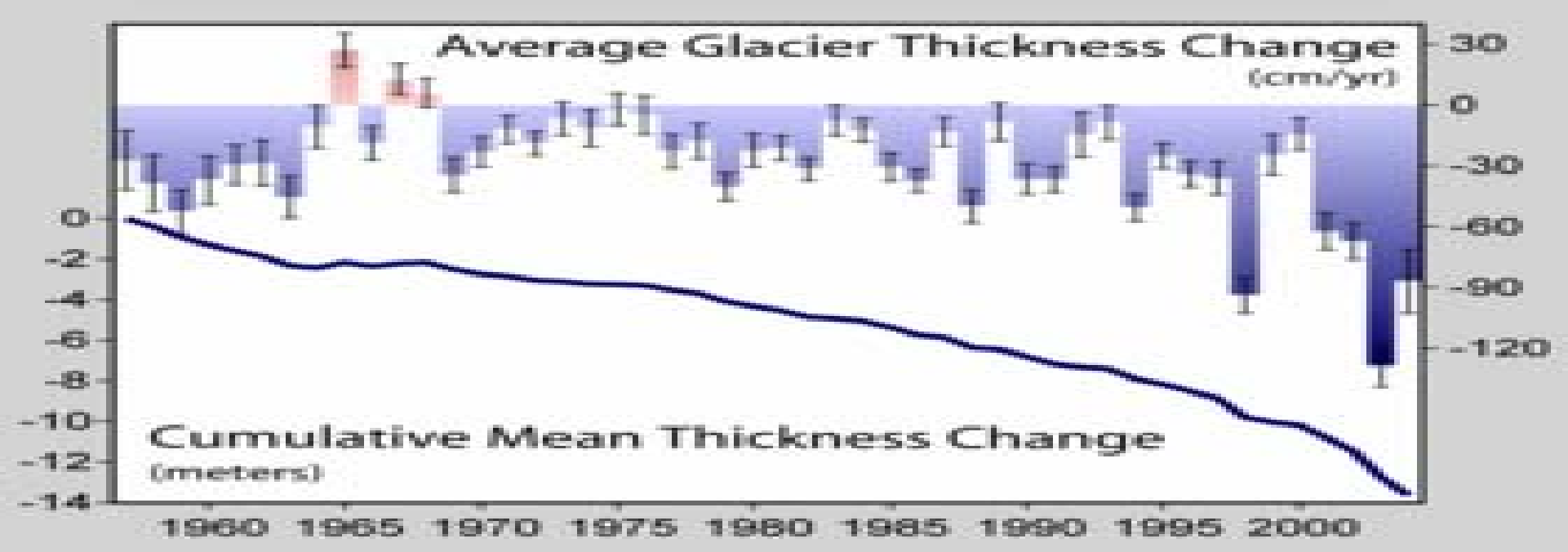
ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การชลประทานกับประสิทธิภาพการผลิต:ความท้าทายในยุควิกฤติอาหาร พลังงานและสิ่งแวดล้อม



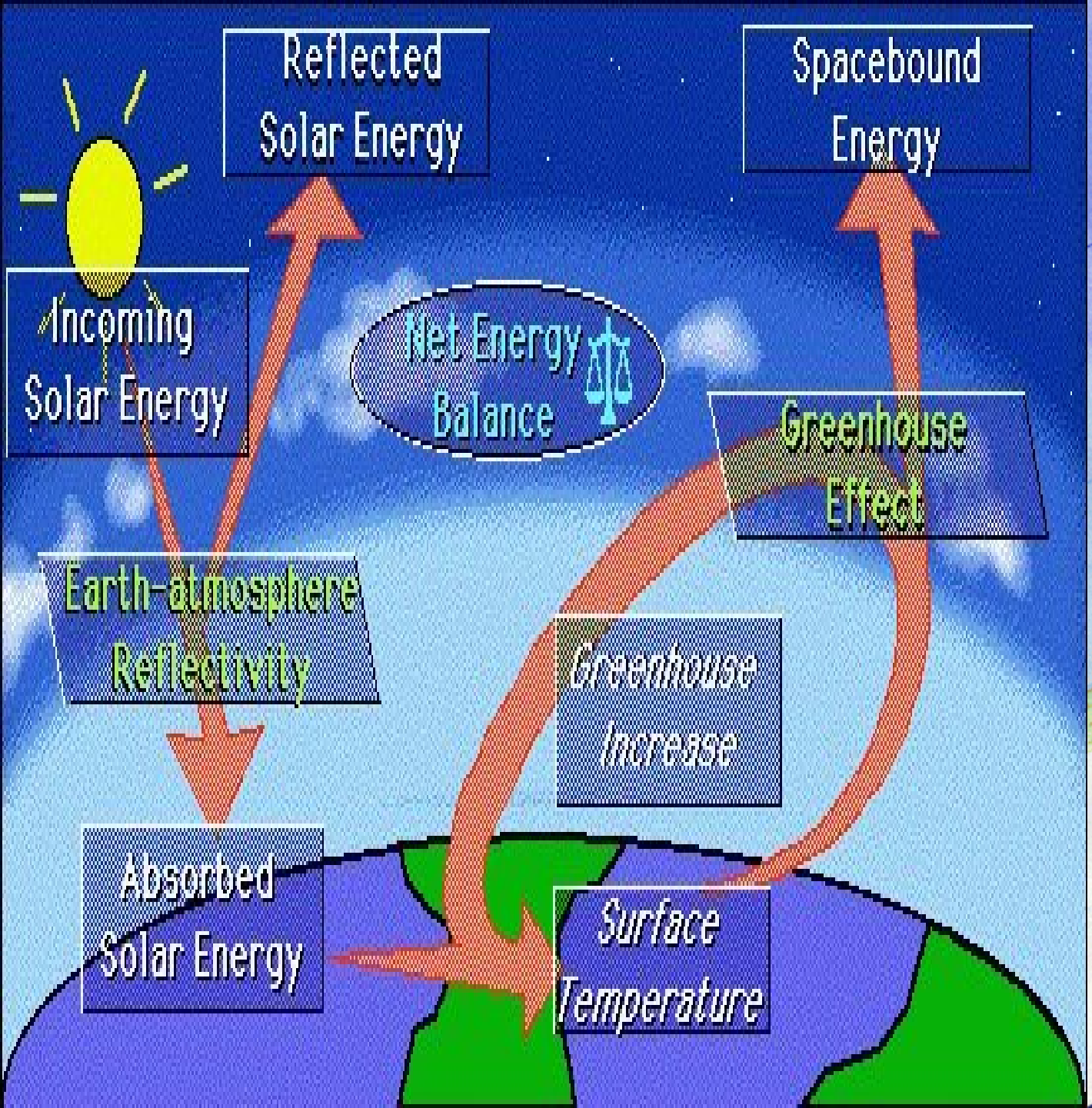

Reconstructed Temperature
Temperature Anomaly (°C)
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
2004
Medieval
Warm Period
Little Ice Age
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000


Average Glacier Thickness Change
(cm/yr)
30
0
-30
-60
-90
-120
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
Cumulative Mean Thickness Change
(meters)
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000

c. 1950 • Univ. of Alaska Library
© 2002 Gary Braasch

- IPCC (Intergovermental Panal on Climate Change),2007
- รายงานฉบับที่ 1
- ทศวรรษหน้า 1.8 - 4 °C
- น้ำทะเล 18 - 59 cm.

- Oppenheimer
- น้ำทะเลสูงกว่า IPCC
- อุณหภูมิเพิ่มมากกว่า 3°C น้ำทะเลสูงกว่า 5 m.
- Florida จมหายไปในทะเล



เอกโซสเฟียร์ (Exosphere)

สูงจากผิวโลก ตั้งแต่ 500 กม. ขึ้นไป

เทอร์โมสเฟียรต (Thermosphere)

สูงจากผิวโลกถึง 500 กม.อุณหภูมิ 2,000 °C

มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)

สูงจากผิวโลกถึง 80 กม.

โอโซน (Ozone)

ช่วยป้องกันรังสีอันตรายจากดวงอาทิตย์

สตราโทสเฟียร์ (Stratosphere)

สูงจากผิวโลกตั้งแต่ 20 - 50 กม.

อุณภูมิตั้งแต่ -60 °Cถึงจุดเยือกแข็งที่ยอด

โทรโพสเฟียร์ (Tropospere)

สูงจากพื้นผิวโลก ถึง 20 กม. เป็นชั้นที่เกิดเมฆฝน

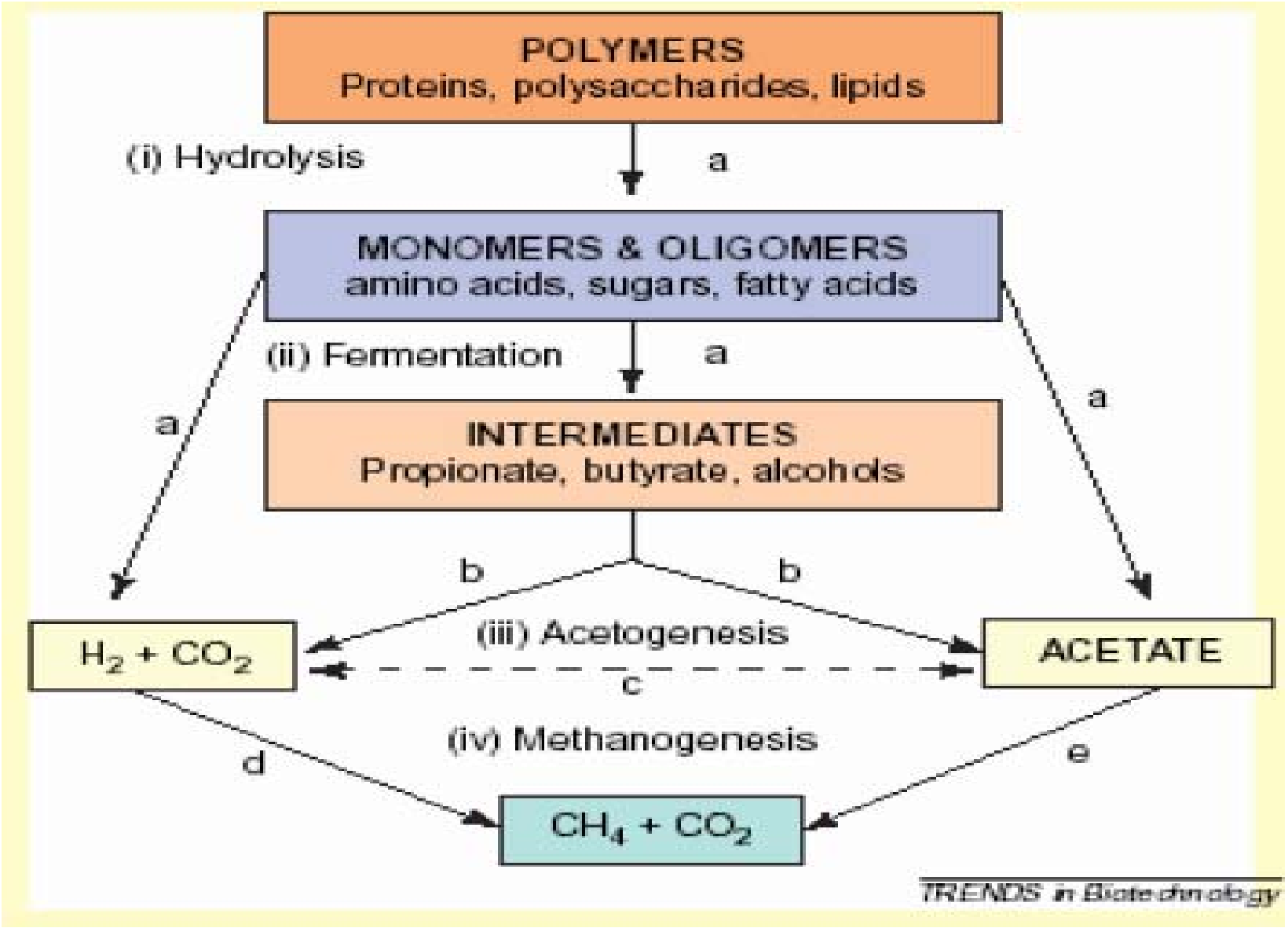
Abdullah (2005) 8% ขาดแคลนน้ำมาก

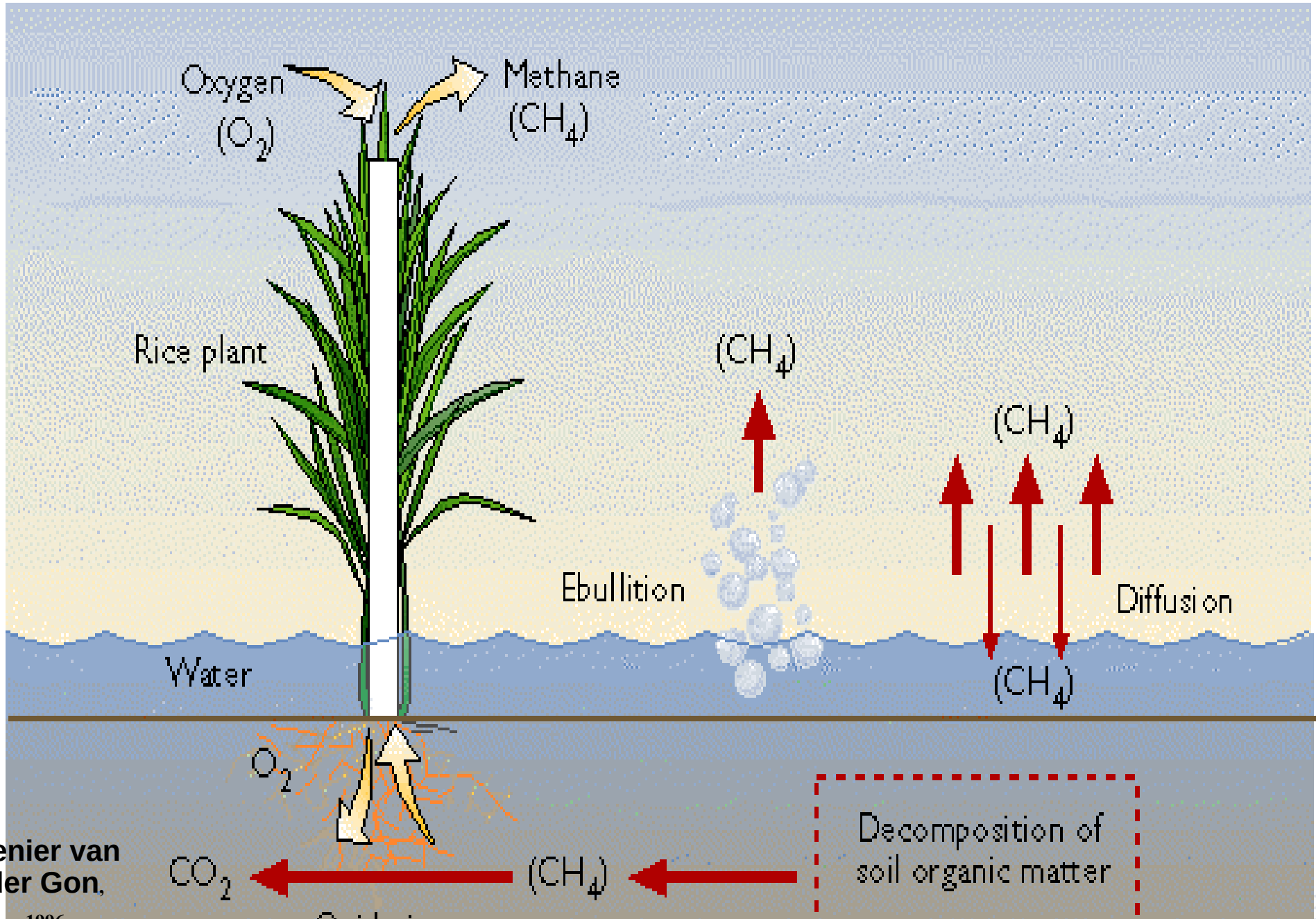
25% ขาดแคลนน้ำปานกลางถึงมาก

2/3 ขาดแคลนน้ำสูงในปี 2593

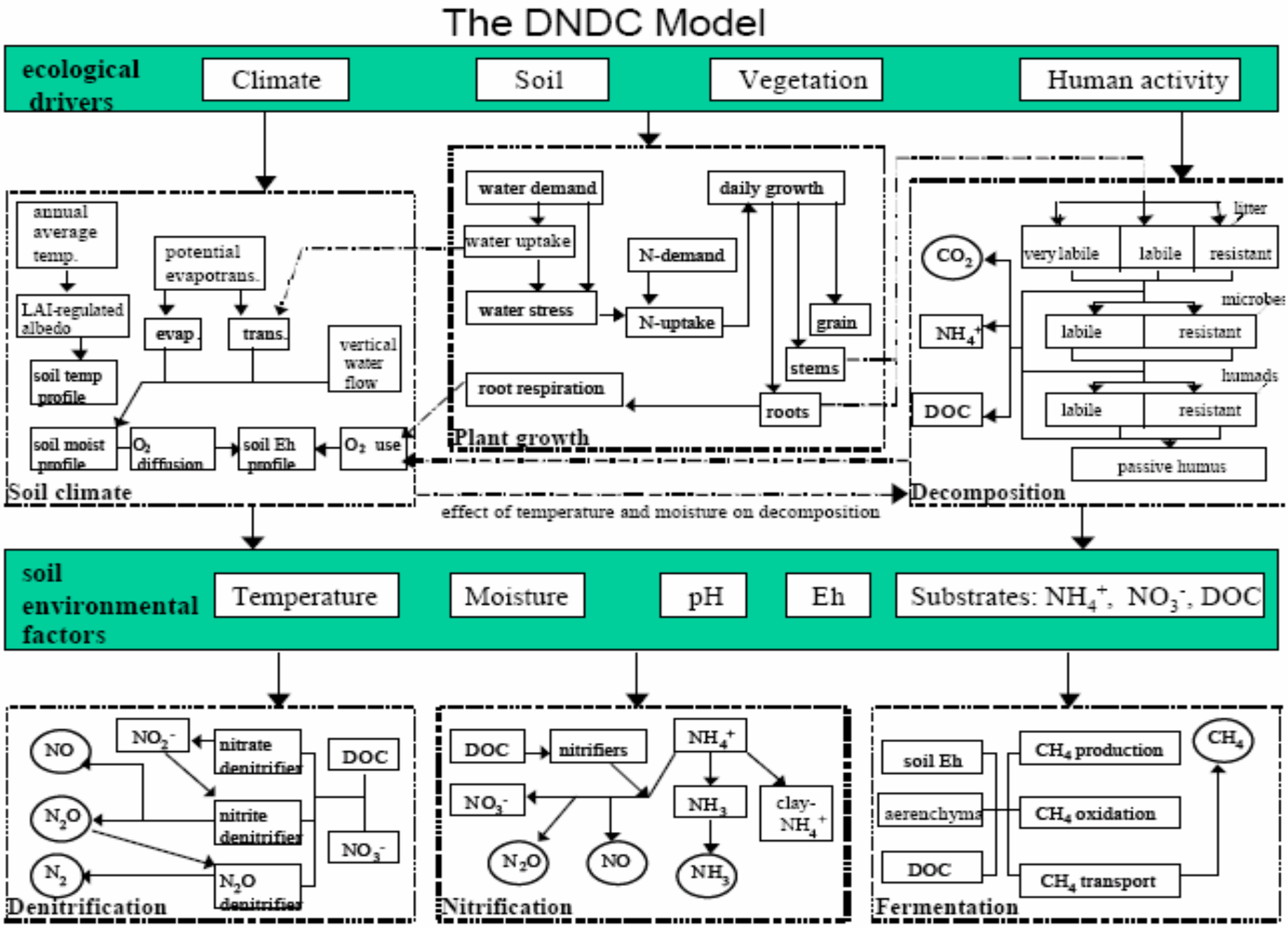
ปัญหาการแย่งน้ำก็จะสูงขึ้นตามไปด้วยในทศวรรษหน้า

- นาข้าวไทย
- 76 ล้านไร่ (2549) น้ำท่วมขังแบบดั้งเดิม
- (2541) ได้ประเมินก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากนาข้าวในประเทศไทย พบว่ามีประมาณ 1.81- 4.03 ล้านตันต่อปี


POLYMERS
Proteins, polysaccharides, lipids
(i) Hydrolysis
a
MONOMERS & OLIGOMERS
amino acids, sugars, fatty acids
(ii) Fermentation
a
a
a
INTERMEDIATES
Propionate, butyrate, alcohols
b
b
$H_2 + CO_2$
(iii) Acetogenesis
c
ACETATE
(iv) Methanogenesis
d
e
$CH_4 + CO_2$
TRENDS in Biotechnology



Denier van
der Gon,


The DNDC Model
ecological drivers
Climate
Soil
Vegetation
Human activity
annual average temp.
potential evapotrans.
LAI-regulated albedo
evap.
trans.
vertical water flow
soil temp profile
soil moist profile
O_2 diffusion
soil Eh profile
O_2 use
Soil climate
water demand
daily growth
water uptake
N-demand
water stress
N-uptake
grain
stems
root respiration
roots
Plant growth
litter
very labile
labile
resistant
CO_2
microbes
NH_4^+
humads
DOC
passive humus
Decomposition
effect of temperature and moisture on decomposition
soil environmental factors
Temperature
Moisture
pH
Eh
Substrates: NH_4^+, NO_3^-, DOC
NO
NO_2^-
N_2O
N_2
nitrate denitrifier
nitrite denitrifier
N_2O denitrifier
DOC
NO_3^-
Denitrification
DOC
nitrifiers
NH_4^+
NO_3^-
NH_3
clay-NH_4^+
N_2O
NO
NH_3
Nitrification
soil Eh
aerenchyma
DOC
CH_4 production
CH_4 oxidation
CH_4 transport
CH_4
Fermentation

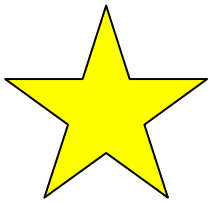
วัตถุประสงค์

1. หาแนวทางการจัดการน้ำในนาข้าวแบบประหยัดน้ำ
2. ลดปริมาณมีเทนในนาข้าว

วิธีการ

วิธีการ

- พื้นที่ทดลอง
- แผนการปลูกข้าว 8 มีค.-10 กค. และ 21 สค.- 23 ธค. 2549
- การใส่ปุ๋ย 25, 50, 70 วันหลังหว่าน
- เงื่อนไขการทดลอง



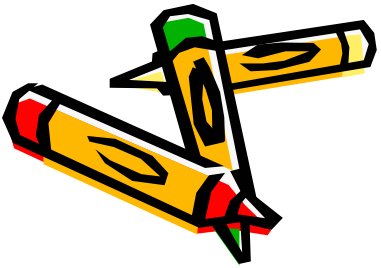
พื้นที่ทดลอง

นาในสถานีทดลอง

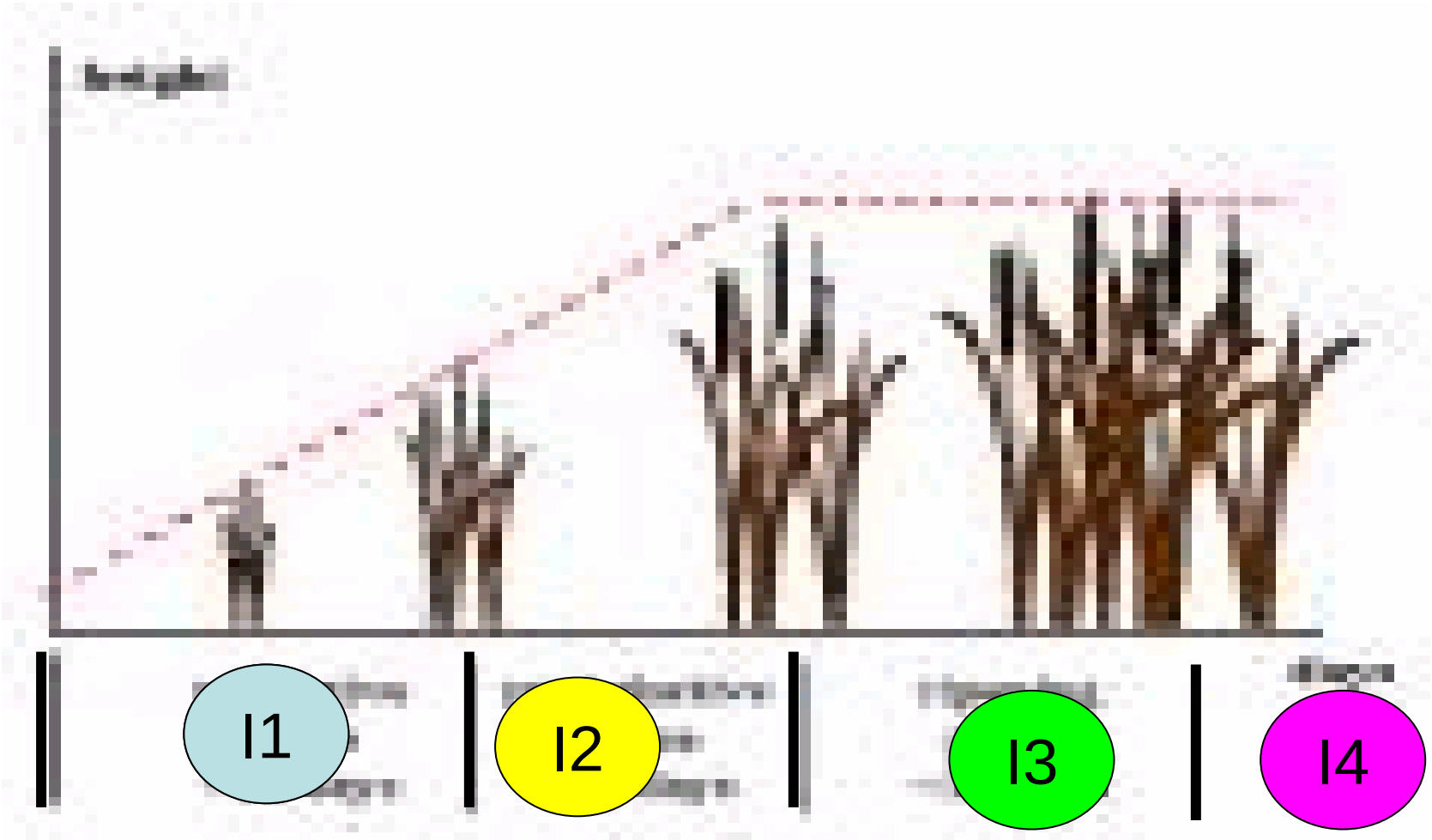
นาเกษตรกร

เงื่อนไขการทดลอง

- ช่วงเวลาการจัดการน้ำแบ่งตามการเจริญเติบโตของข้าว 4 ช่วง
- ระดับน้ำในนาข้าว 5 กรณี



ช่วงการเจริญเติบโตของข้าว 4 ช่วง



ระดับน้ำในนาข้าว 5 กรณี

- ระดับน้ำตื้น (Shallow water depth, S), 10-5cm.
- แบบเปียกสลับแห้ง (Alternate wetting and drying, A), 5- -5 cm.
- แบบดั้งเดิม (Tradition irrigation, T), 30 – 20 cm.
- ระบายน้ำออกจนแห้งก่อนเก็บเกี่ยว (Drainage, D)
- มีน้ำเพื่อหว่านข้าวเล็กน้อยต่อมาระบายน้ำออก

(Broadcasting,B)

การจัดการน้ำ 5 เงื่อนไข

เงื่อนไข	I_1	I_2	I_3	I_4
1 (SS)	B	S	S	D
2 (SA)	B	S	A	D
3 (AS)	B	A	S	D
4 (AA)	B	A	A	D
5 (TT)	B	T	T	D

Operate
10
100
1000
Worse
CAL
GAS
SET
0632.0323
gas detector
CH_4 • C_3H_8 • H_2
testo
2 3 2006

การหาค่าปริมาณก๊าซต่อพื้นที่ต่อเวลา (Flux)

- ความเข้มข้น q(ppmV) ⇒ ความหนาแน่น C(g/m³)

$$C_i = \frac{q_i M_i P}{RT}$$

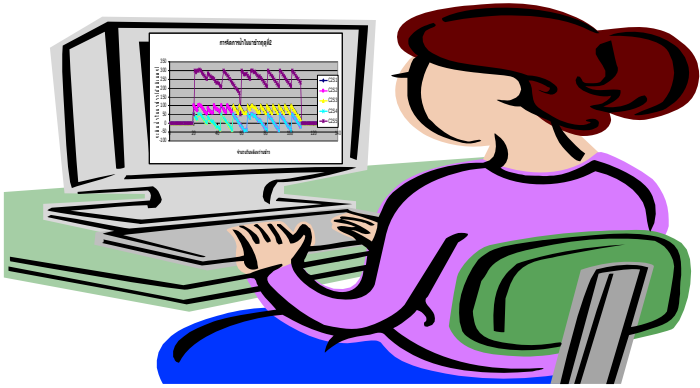
$$C_{CH_4} = \frac{\left(\frac{1.7\ m^3}{10^6\ m^3}\right) \times \left(16\ \frac{g}{mol}\right) \times 1\ atm}{\left(8.2058 \times 10^{-5}\ \frac{m^3 \cdot atm}{K \cdot mol}\right) \times (273 + 20)\ K}$$

$$Flux_{CH_4} = \frac{V}{A}\frac{dC}{dt}$$

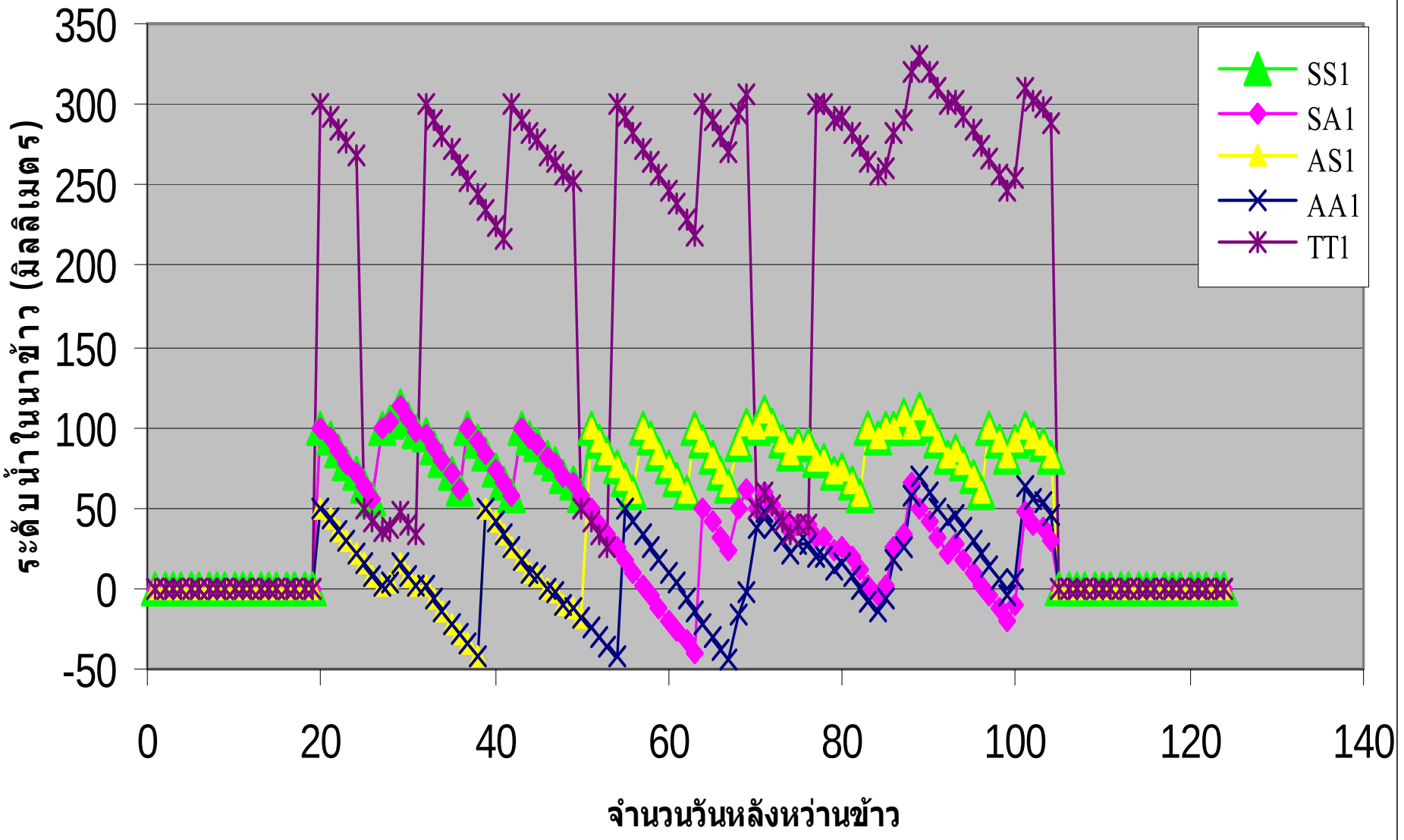
การวิเคราะห์ข้อมูล

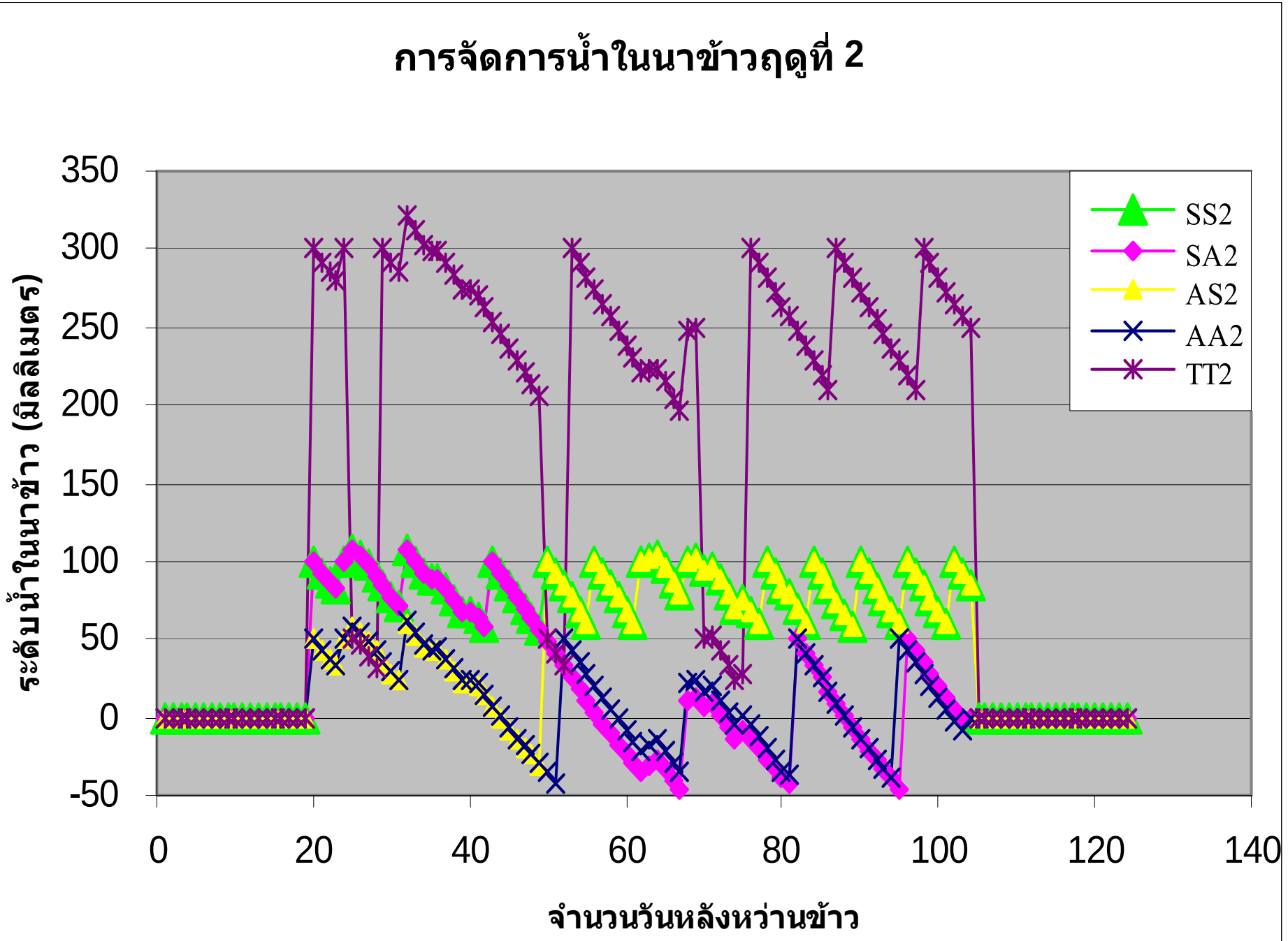
- ใช้แบบจำลอง DNDC ทำนายผลมีเทนตลอดฤดูกาลเปรียบเทียบกับข้อมูลมีเทนที่เก็บและวิเคราะห์ sensitivity

ผลการทดลอง



การจัดการน้ำในนาข้าวฤดูที่1




การจัดการน้ำในนาข้าวฤดูที่ 2
ระดับน้ำในนาข้าว (มิลลิเมตร)
350
300
250
200
150
100
50
0
-50
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่านข้าว
SS2
SA2
AS2
AA2
TT2

	การจัดการน้ำในนาข้าวฤดูที่1				
	SS1	SA1	AS1	AA1	TT1
ปริมาณน้ำฝนที่ระบายช่วงต้นฤดู	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8
ปริมาณน้ำที่ระบายระหว่างฤดู	143.4	74.6	144.3	0.0	694.2
ปริมาณน้ำที่ระบายทิ้งก่อนเก็บเกี่ยว	81.0	29.0	81.1	44.9	288.4
ปริมาณน้ำฝนที่ระบายช่วงปลายฤดู	258.6	258.6	258.6	258.6	258.6
ปริมาณน้ำในการคายระเหยและรั่วซึม	728.8	657.9	639.5	577.8	794.0
ปริมาณน้ำที่ระบายทิ้งทั้งหมด	515.8	394.9	516.8	336.3	1274.0
ปริมาณน้ำชลประทาน	515.9	324.1	427.6	185.4	1321.3
ปริมาณน้ำฝนใช้การ	311.9	380.7	311.0	455.3	413.5
ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด	827.8	704.8	738.6	640.7	1734.8
ปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดที่ลดลง(%)	52.3	59.4	57.4	63.1	0.0

	การจัดการน้ำในนาข้าวฤดูที่ 2				
	SS2	SA2	AS2	AA2	TT2
ปริมาณน้ำฝนที่ระบายช่วงต้นฤดู	224.1	224.1	224.1	224.1	224.1
ปริมาณน้ำที่ระบายระหว่างฤดู	67.1	34.9	68.5	36.4	626.1
ปริมาณน้ำที่ระบายทิ้งก่อนเก็บเกี่ยว	84.9	0.0	84.7	0.0	248.7
ปริมาณน้ำฝนที่ระบายช่วงปลายฤดู	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
ปริมาณน้ำในการคายระเหยและรั่วซึม	694.3	538.1	648.9	491.5	754.9
ปริมาณน้ำที่ระบายทิ้งทั้งหมด	395.7	278.6	396.9	280.1	1118.5
ปริมาณน้ำชลประทาน	556.2	282.9	512.0	237.8	1059.1
ปริมาณน้ำฝนใช้การ	223.0	255.2	221.6	253.8	258.9
ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด	779.2	538.1	733.6	491.5	1318.0
ปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดที่ลดลง(%)	40.9	59.2	44.3	62.7	0.0

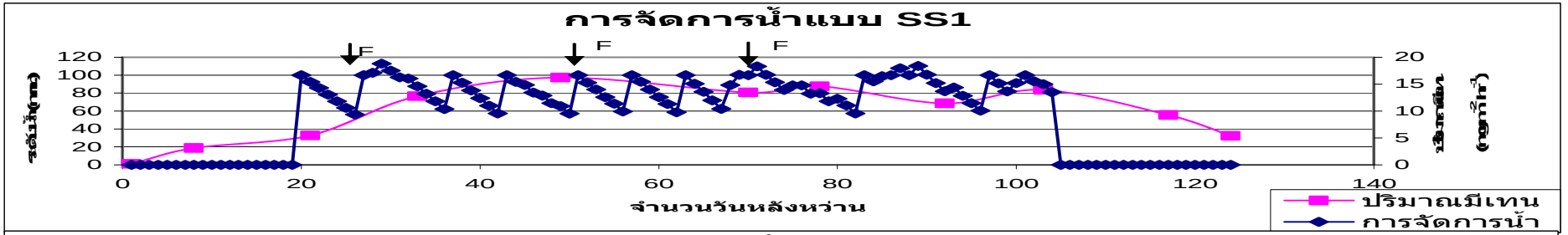
ปริมาณน้ำทั้งหมดลดลง 40% - 63%

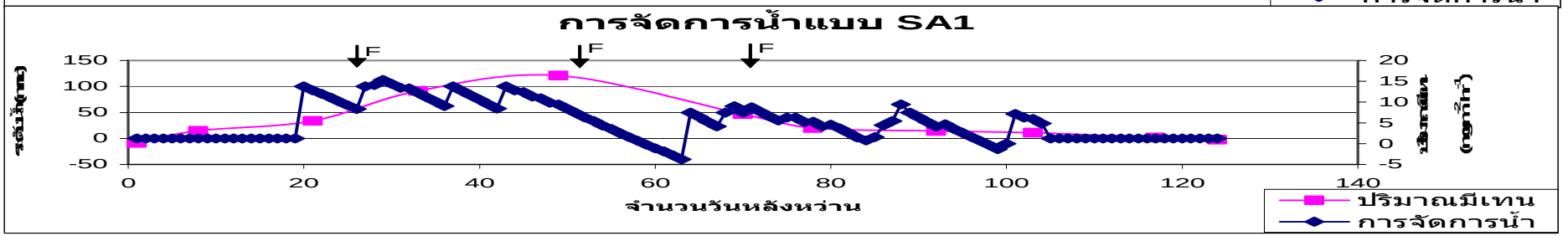
ประสิทธิผลการใช้น้ำเฉลี่ยในนาข้าวที่การจัดการน้ำเงื่อนไขต่างๆในฤดูที่ 1, 2

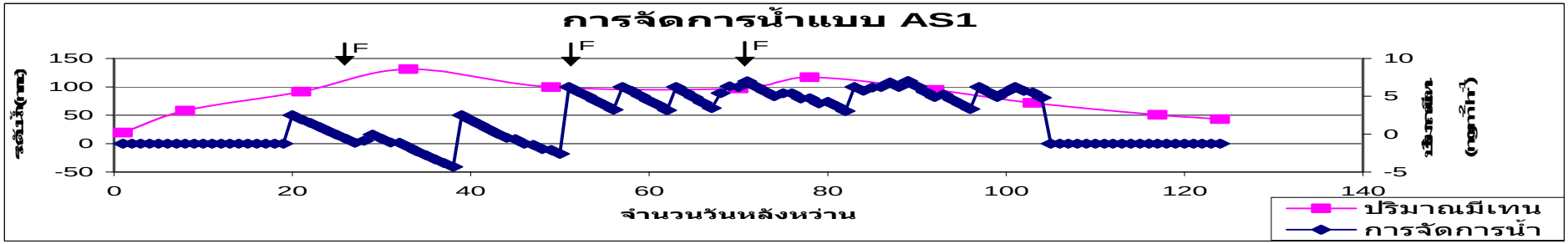
การจัดการน้ำ	ช่วงให้น้ำ (วัน)	ผลผลิต (กก./ ไร่)	ปริมาณน้ำ ($ม^3$/ ไร่/วัน)	ปริมาณน้ำรวม ($ม^3$/ ไร่)	ประสิทธิผลการใช้น้ำ (กก./ $ม^3$)	เพิ่มขึ้น %
SS1	84	760	15.77	1324.4	0.57	122.48
SA1	84	880	13.43	1127.7	0.78	202.55
AS1	84	840	14.07	1181.8	0.71	175.58
AA1	84	840	12.20	1025.1	0.82	217.72
TT1	84	716	33.05	2776.1	0.26	0.00

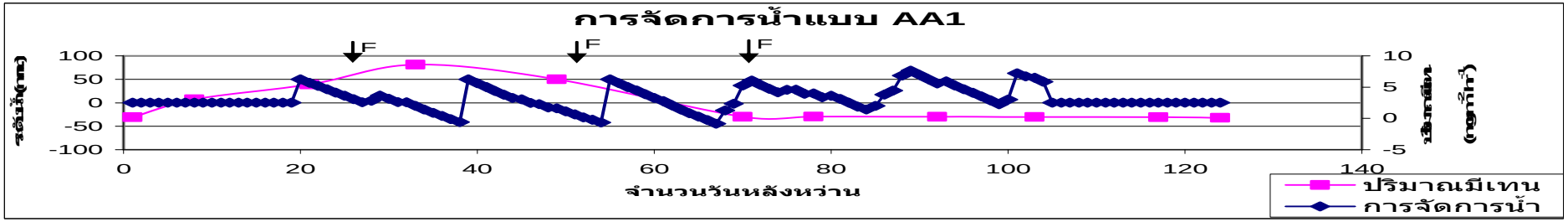
การจัดการน้ำ	ช่วงให้น้ำ (วัน)	ผลผลิต (กก./ ไร่)	ปริมาณน้ำ ($ม^3$/ ไร่/วัน)	ปริมาณน้ำรวม ($ม^3$/ ไร่)	ประสิทธิผลการใช้น้ำ (กก./ $ม^3$)	เพิ่มขึ้น %
SS2	84	776	14.84	1246.7	0.62	81.29
SA2	84	884	10.25	861.0	1.03	199.04
AS2	84	860	13.97	1173.8	0.73	113.41
AA2	84	876	9.37	786.4	1.11	224.44
TT2	84	724	25.10	2108.7	0.34	0.00

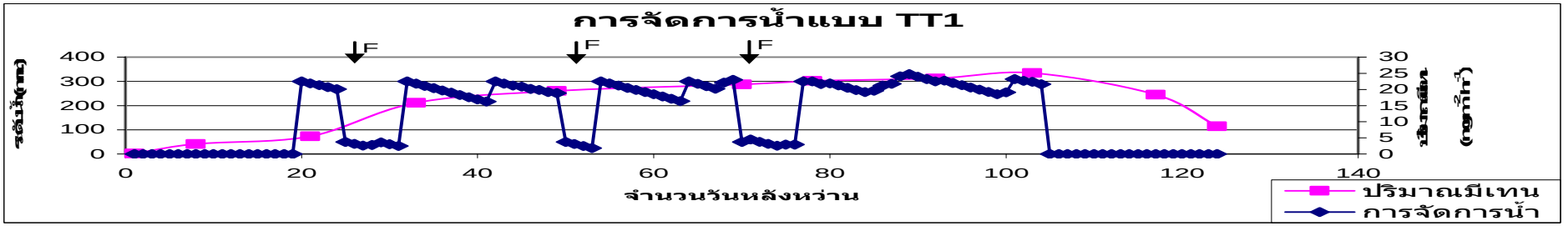
ปริมาณก๊าซมีเทน

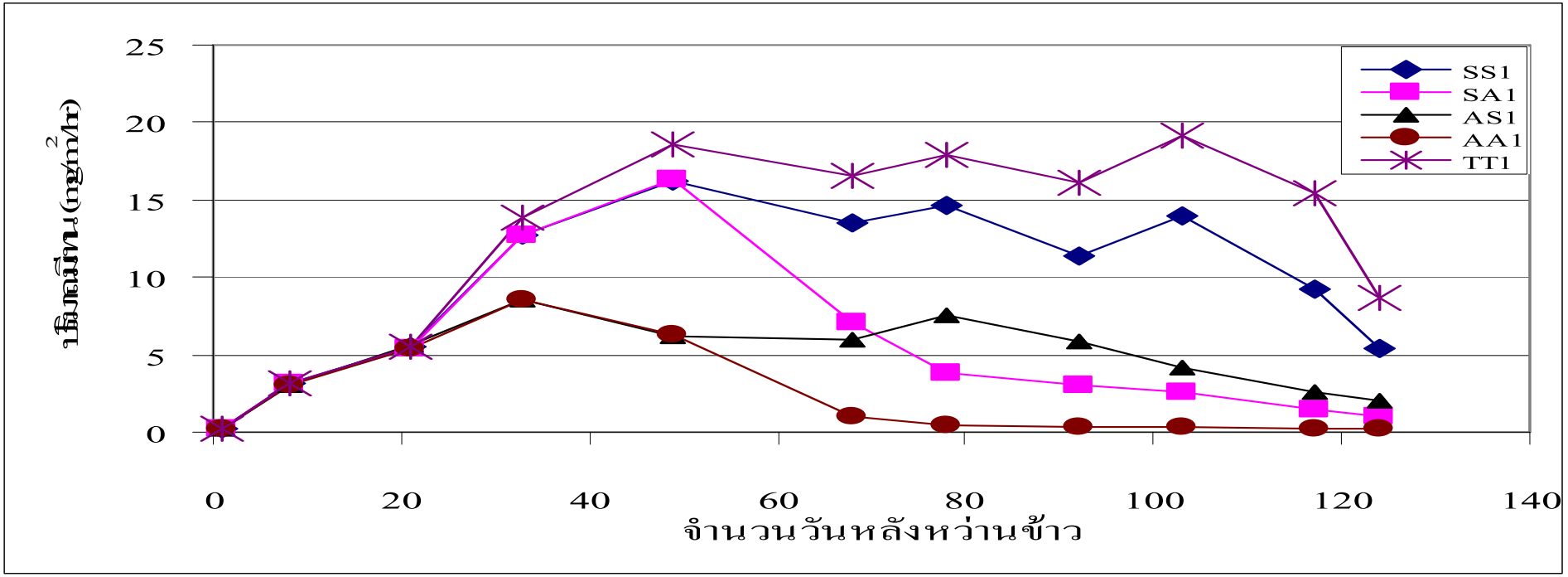

การจัดการน้ำแบบ SS1
F
F
F
120
100
80
60
40
20
0
20
15
10
5
0
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่าน
ปริมาณมีเทน
การจัดการน้ำ

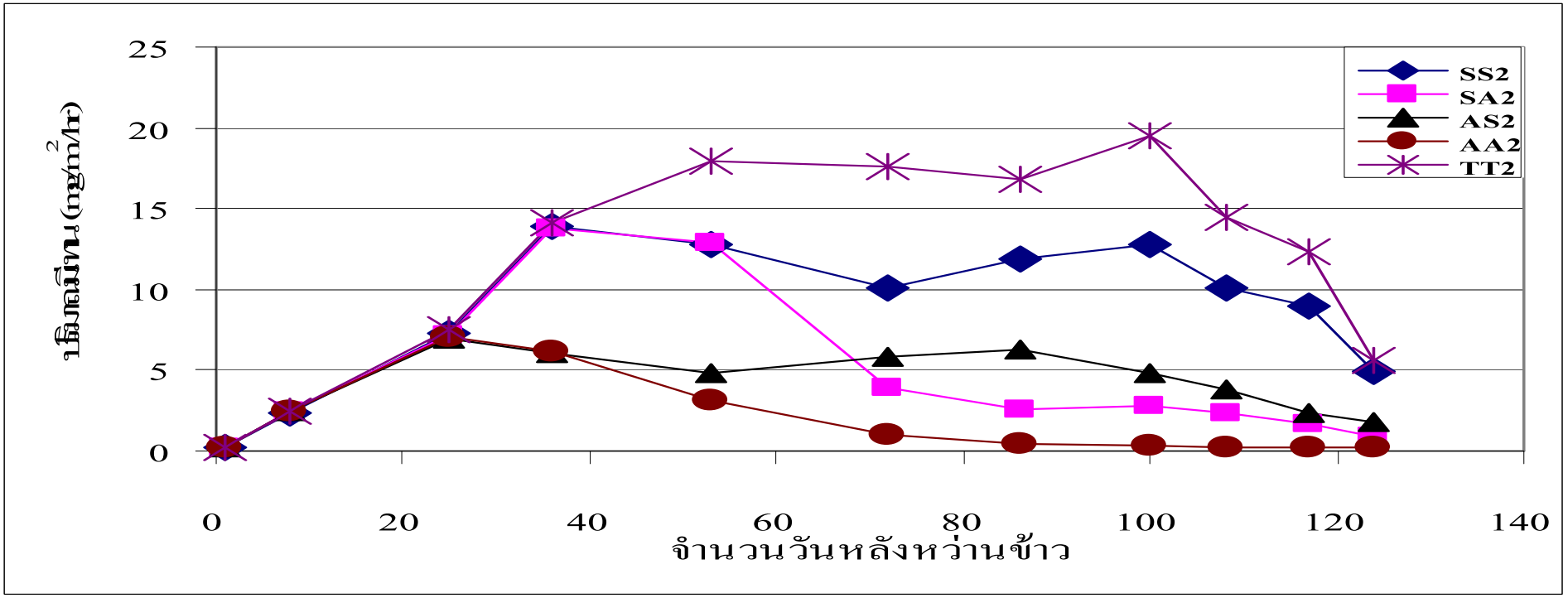

การจัดการน้ำแบบ SA1
F
F
F
150
100
50
0
-50
20
15
10
5
0
-5
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่าน
ปริมาณมีเทน
การจัดการน้ำ


การจัดการน้ำแบบ AS1
F
F
F
150
100
50
0
-50
10
5
0
-5
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่าน
ปริมาณมีเทน
การจัดการน้ำ


การจัดการน้ำแบบ AA1
F
F
F
100
50
0
-50
-100
10
5
0
-5
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่าน
ปริมาณมีเทน
การจัดการน้ำ


การจัดการน้ำแบบ TT1
F
F
F
400
300
200
100
0
30
25
20
15
10
5
0
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่าน
ปริมาณมีเทน
การจัดการน้ำ
F=ใส่ปุ๋ย


25
20
15
10
5
0
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่านข้าว
SS1
SA1
AS1
AA1
TT1

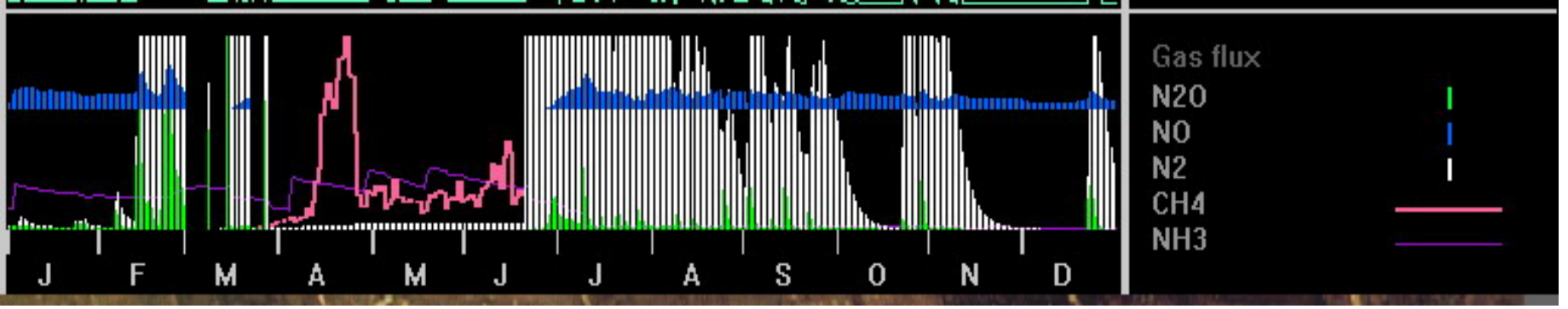

25
20
15
10
5
0
0
20
40
60
80
100
120
140
จำนวนวันหลังหว่านข้าว
SS2
SA2
AS2
AA2
TT2

ช่วงการปลูกข้าว	วัน-เดือน	จำนวนวันหลังหว่าน	เงื่อนไขการจัดการน้ำ				
ฤดูที่1		(วัน)	SS	SA	AS	AA	TT
หว่านข้าว	9-มี.ค.	1	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20
ออกใบ	16-มี.ค.	8	3.11	3.10	3.09	3.07	3.10
เริ่มแตกกอ	29-มี.ค.	21	5.48	5.46	5.61	5.43	5.50
แตกกอ	10-เม.ย.	33	12.75	12.67	8.58	8.61	15.90
สร้างรวง	26-เม.ย.	49	16.23	16.37	6.21	6.27	19.53
ตั้งท้อง	17-พ.ค.	70	13.46	7.11	6.02	0.26	21.57
ตั้งท้อง	25-พ.ค.	78	14.59	3.78	7.53	0.31	22.68
น้ำนม	8-มิ.ย.	92	11.43	3.05	5.84	0.25	23.43
น้ำนม	19-มิ.ย.	103	13.92	2.64	4.12	0.23	25.11
สุกแก่	25-มิ.ย.	117	9.27	1.47	2.55	0.19	18.39
เก็บเกี่ยว	10-ก.ค.	124	5.42	0.96	1.98	0.11	8.64
ปริมาณรวมทั้งฤดูกาล (g /m^2 /crop)			31.98	19.09	15.79	8.68	39.99

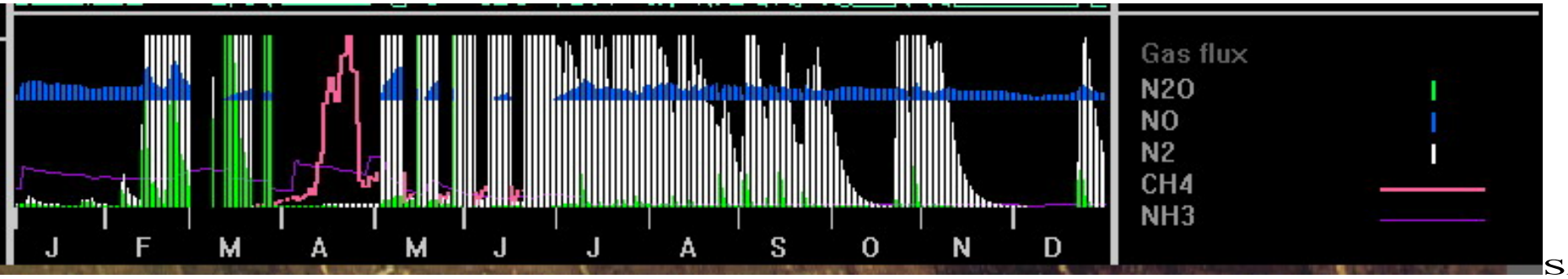
ช่วงการปลูกข้าว	วัน-เดือน	จำนวนวันหลังหว่าน	เงื่อนไขการจัดการน้ำ				
ฤดูที่2		(วัน)	SS	SA	AS	AA	TT
หว่านข้าว	22-ส.ค.	1.00	0.23	0.25	0.23	0.24	0.25
ออกใบ	29-ส.ค.	8.00	2.41	2.47	2.46	2.49	2.47
เริ่มแตกกอ	15-ก.ย.	25.00	7.26	7.18	5.86	5.89	7.54
แตกกอ	26-ก.ย.	36.00	11.92	11.84	4.97	5.02	15.23
ออกรวง	13-ต.ค.	53.00	9.76	8.81	3.16	2.98	17.05
ตั้งท้อง	1-พ.ย.	72.00	8.08	2.93	2.96	0.23	17.54
ตั้งท้อง	15-พ.ย.	86.00	8.87	2.05	5.12	0.27	18.83
น้ำนม	29-พ.ย.	100.00	11.73	2.11	3.83	0.31	20.48
น้ำนม	8-ธ.ค.	108.00	8.11	1.85	3.06	0.21	22.47
สุกแก่	17-ธ.ค.	117	4.97	1.21	2.05	0.13	12.32
เก็บเกี่ยว	23-ธ.ค.	124.00	3.89	0.76	1.08	0.01	5.63
ปริมาณรวมทั้งฤดูกาล (g /m^2 /crop)			28.88	17.39	14.32	7.24	39.35

C1ลด 20.2%-78.2%

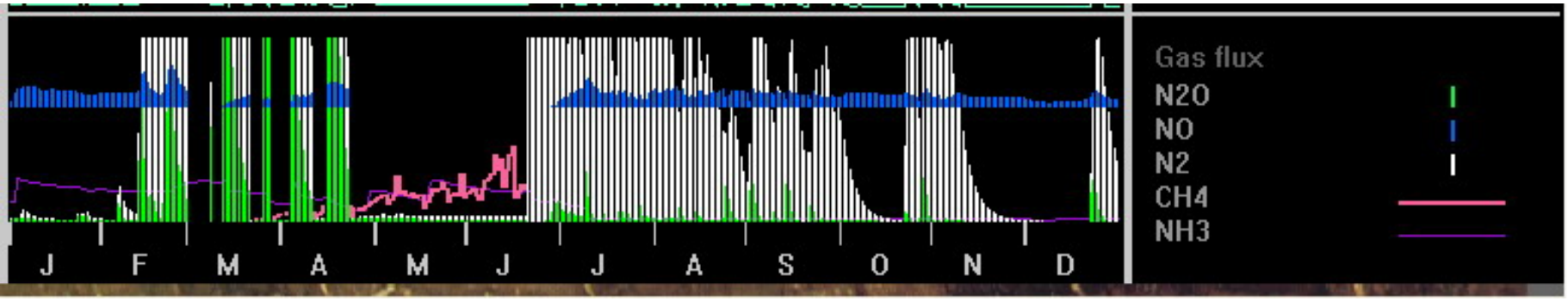
C2 ลด 26.6%-81.6%



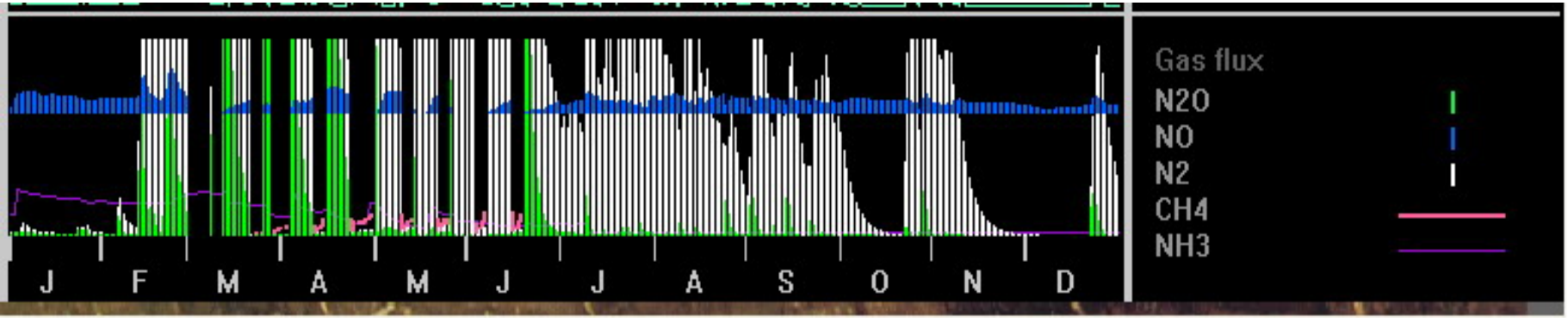
SS1



SA1

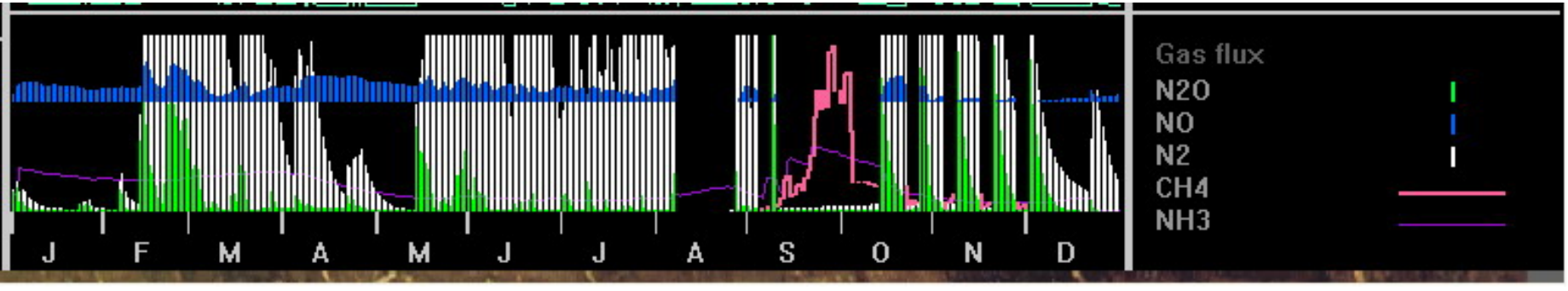


AS1

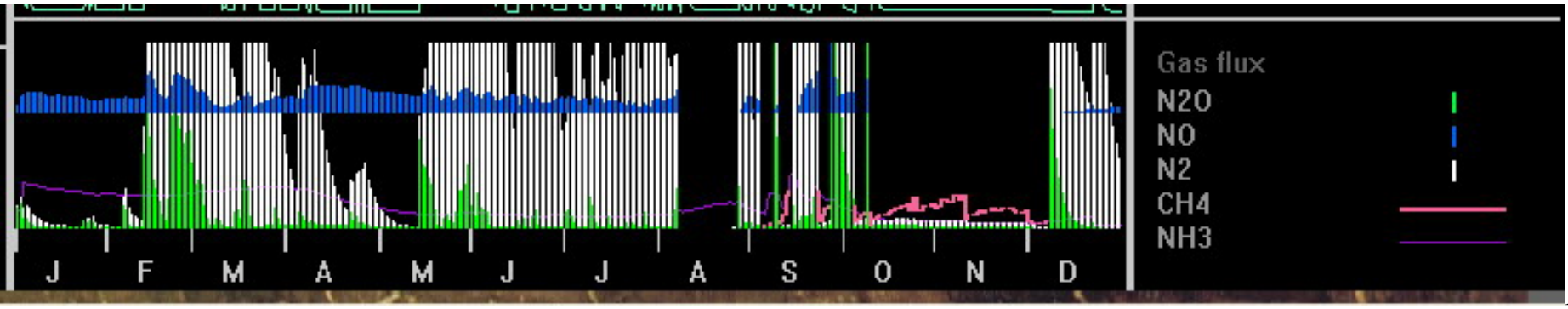


AA1

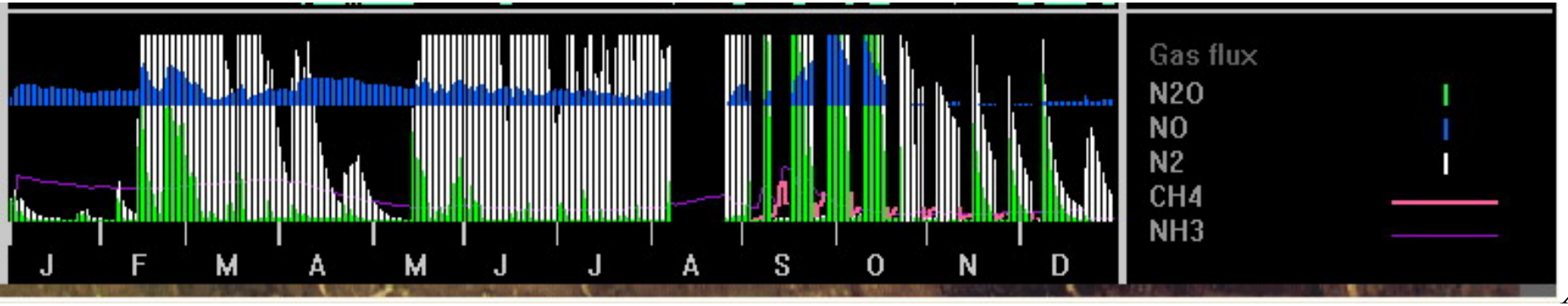
SS2



SA2

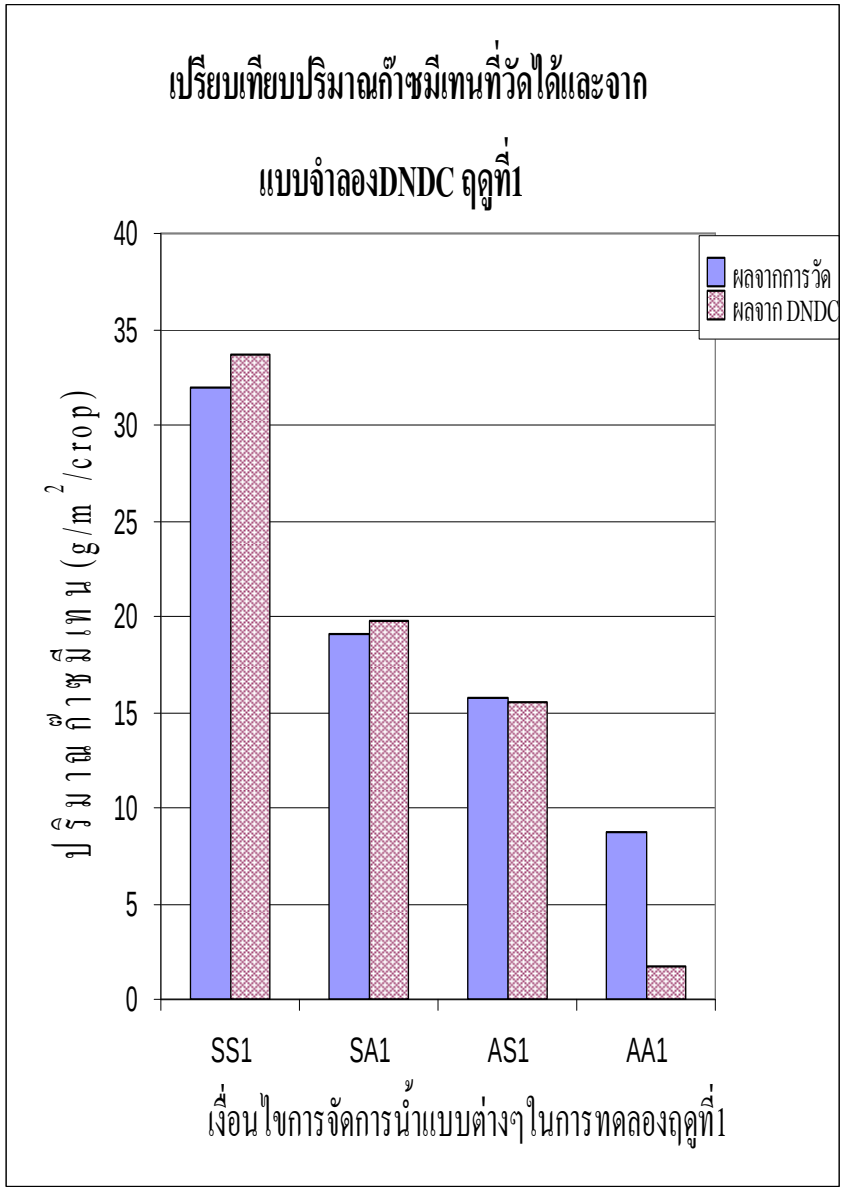


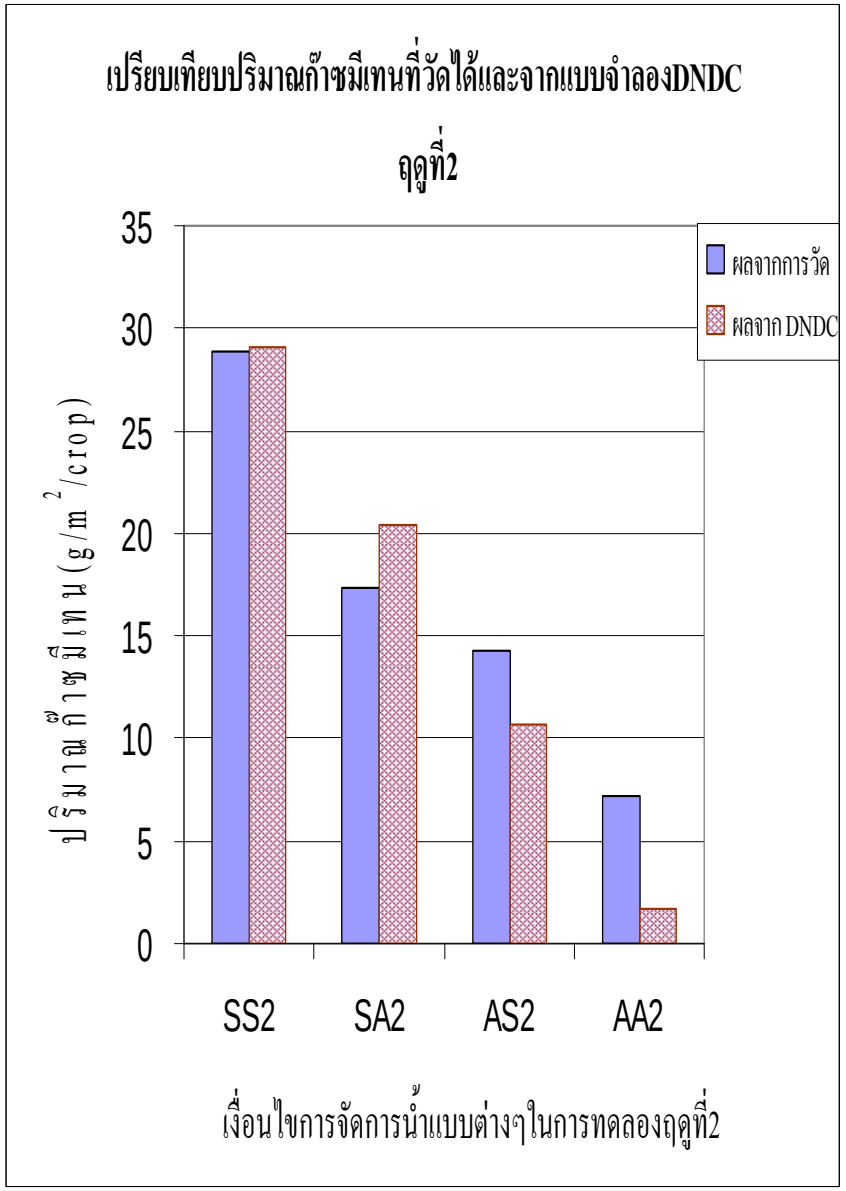
AS2



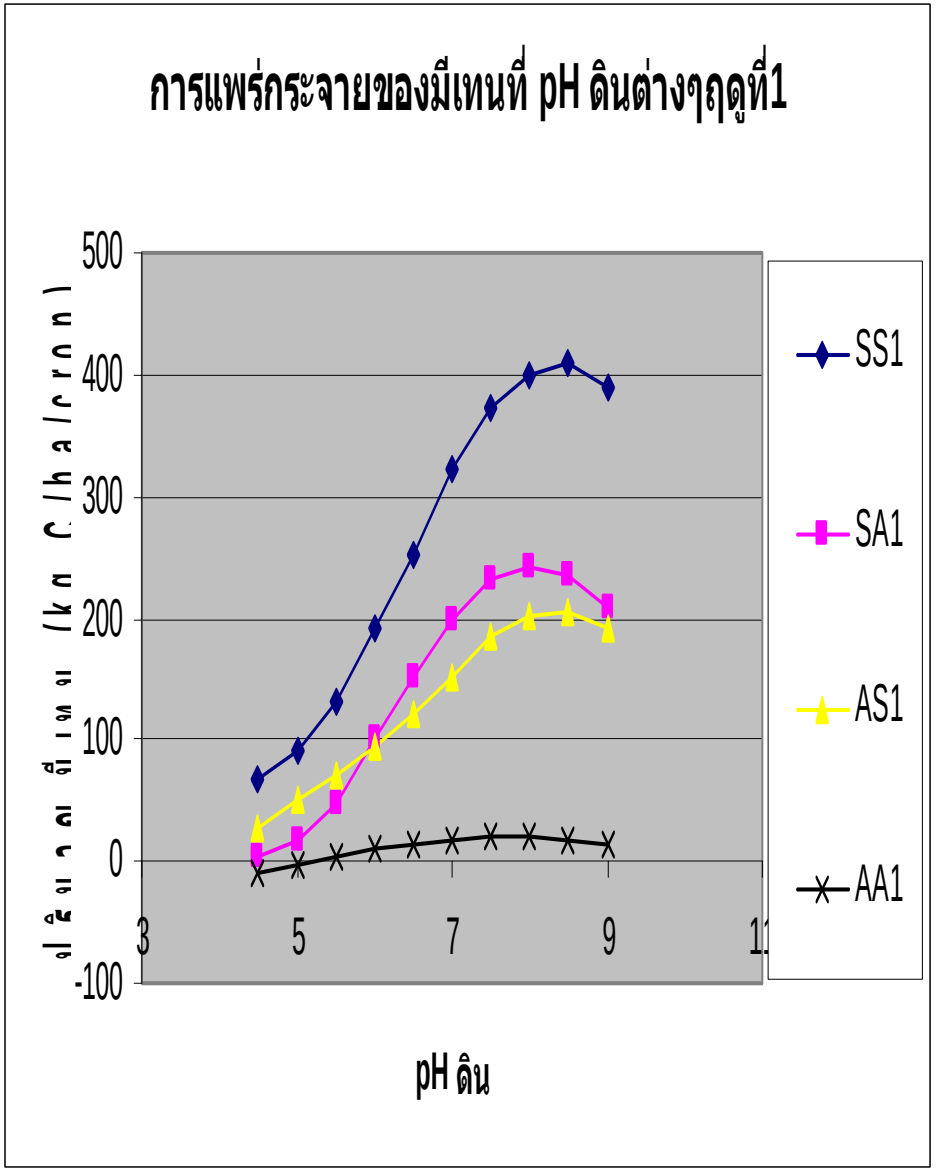
AA2

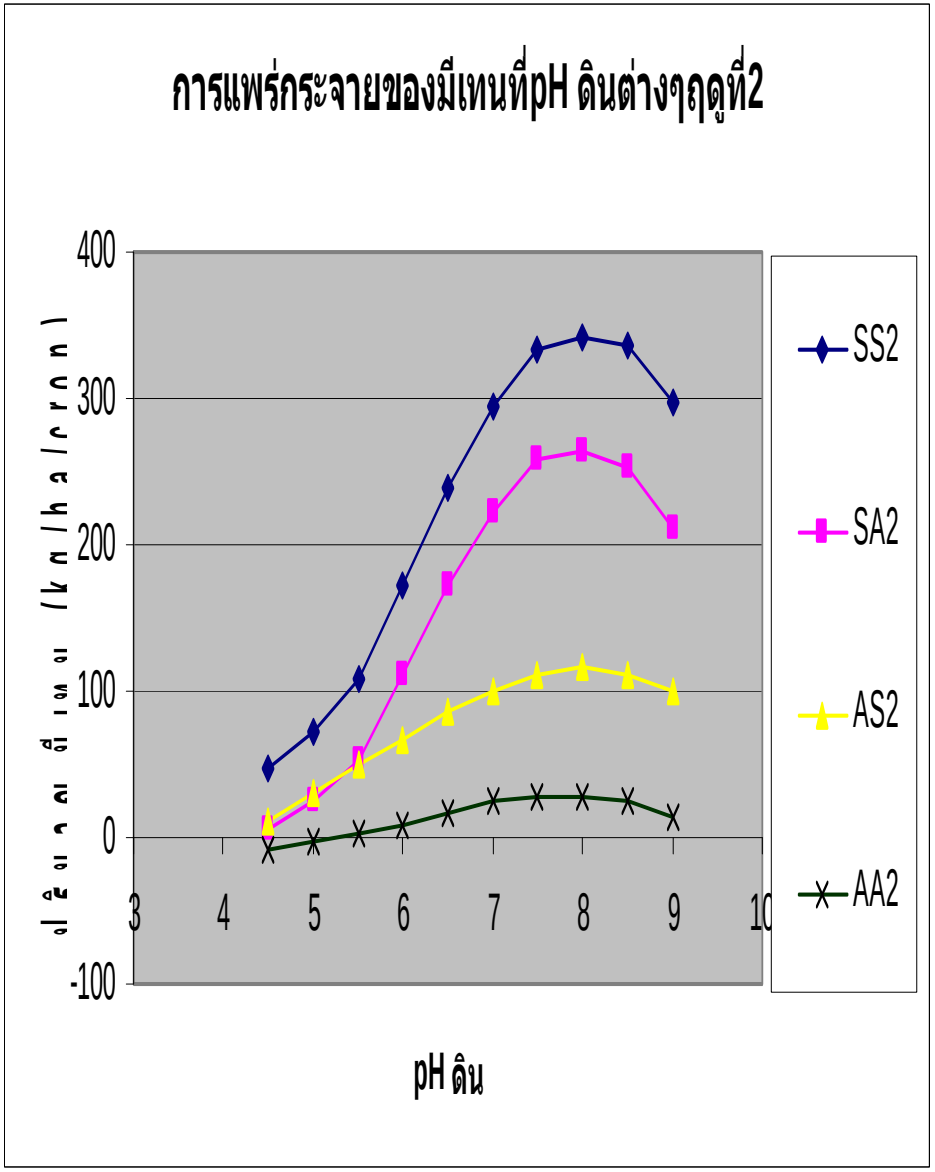
เปรียบเทียบผลมีเทน

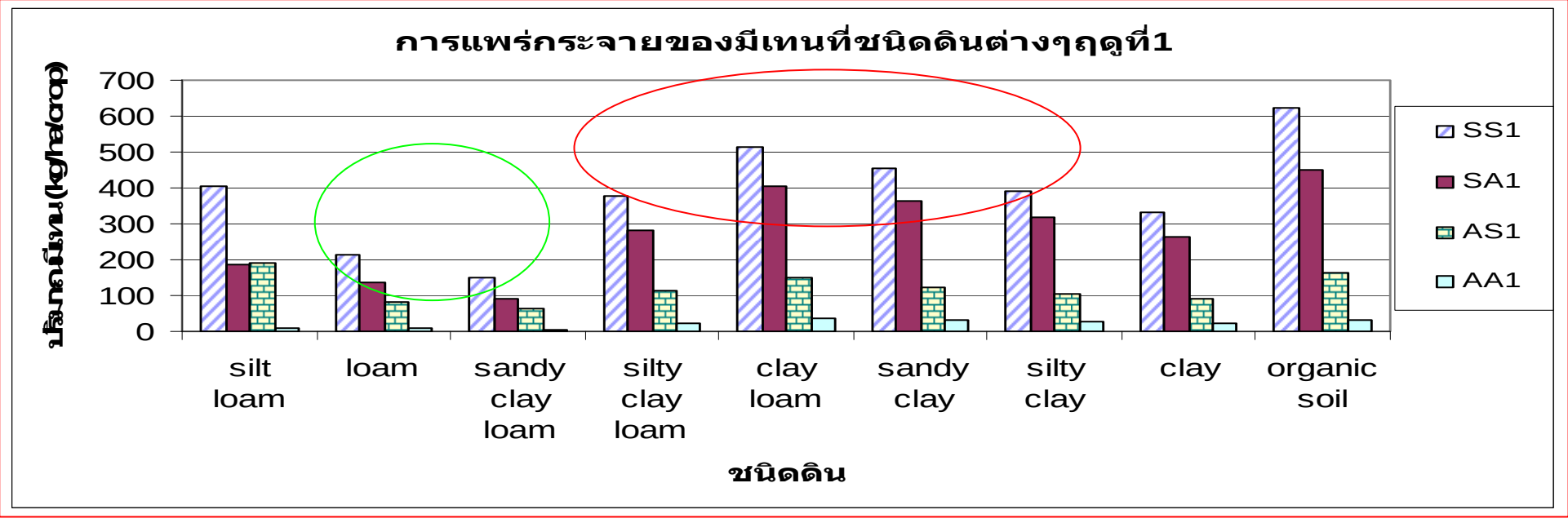


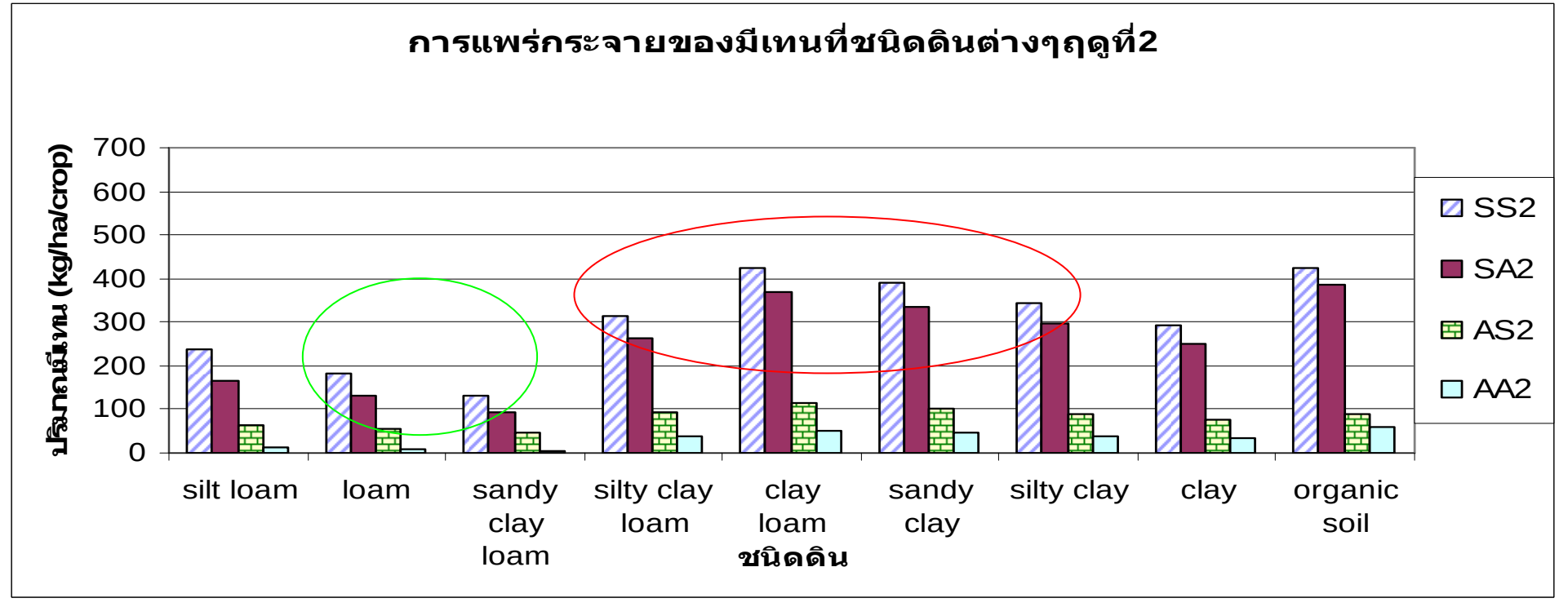


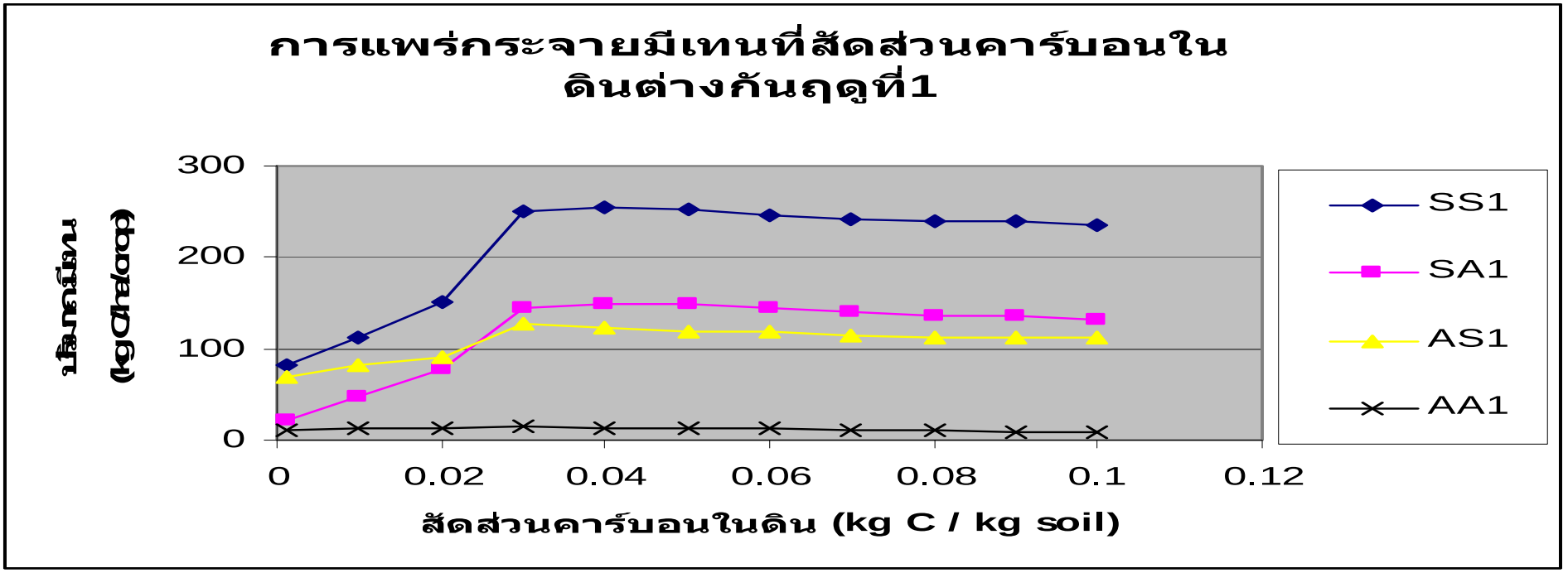
Sensitivity : pH

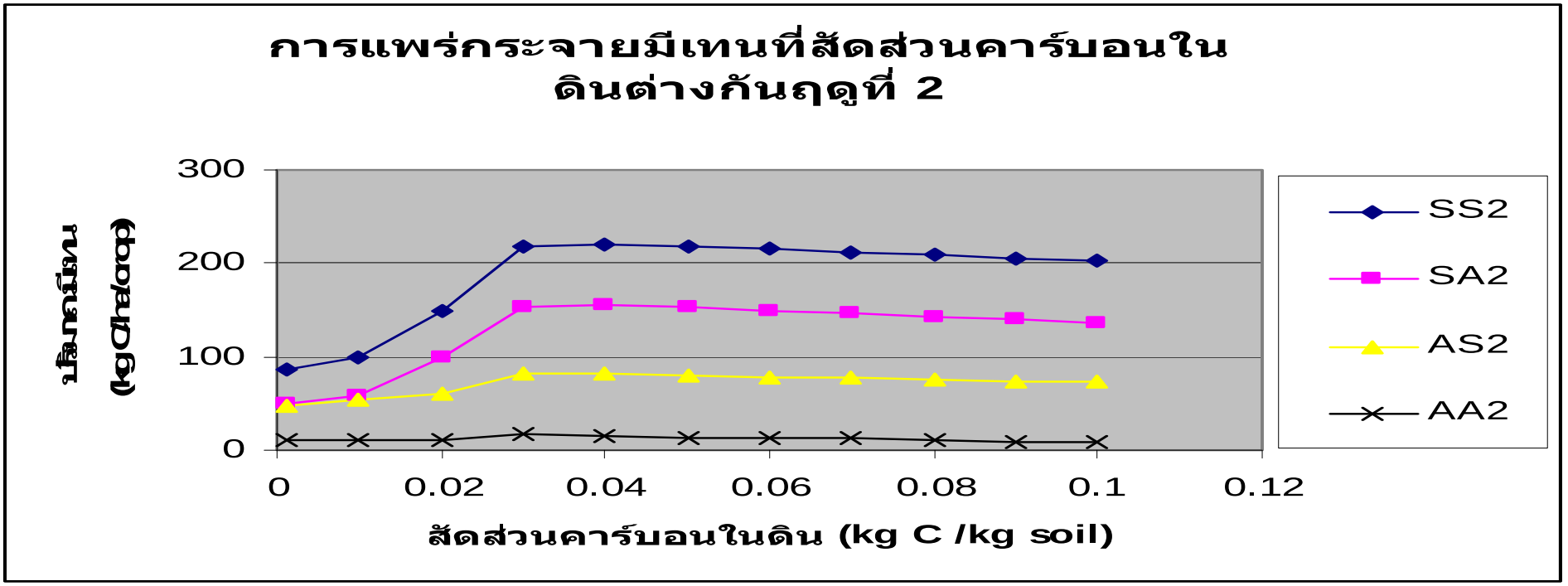





การแพร่กระจายของมีเทนที่ชนิดดินต่างๆฤดูที่1
ปริมาณมีเทน(kg/ha/crop)
700
600
500
400
300
200
100
0
silt loam
loam
sandy clay loam
silty clay loam
clay loam
sandy clay
silty clay
clay
organic soil
ชนิดดิน
SS1
SA1
AS1
AA1


การแพร่กระจายของมีเทนที่ชนิดดินต่างๆฤดูที่2
ปริมาณมีเทน (kg/ha/crop)
700
600
500
400
300
200
100
0
silt loam
loam
sandy clay loam
silty clay loam
clay loam
sandy clay
silty clay
clay
organic soil
ชนิดดิน
SS2
SA2
AS2
AA2


การแพร่กระจายมีเทนที่สัดส่วนคาร์บอนในดินต่างกันฤดูที่1
300
200
100
0
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
สัดส่วนคาร์บอนในดิน (kg C / kg soil)
SS1
SA1
AS1
AA1


การแพร่กระจายมีเทนที่สัดส่วนคาร์บอนในดินต่างกันฤดูที่ 2
300
200
100
0
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
สัดส่วนคาร์บอนในดิน (kg C /kg soil)
SS2
SA2
AS2
AA2

สรุป

1. การท่วมขังน้อยกว่าและสั้นกว่า มีภาวะแห้งในดินเป็นช่วงๆสามารถลดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศได้มากกว่า รวมทั้งประหยัดน้ำได้มากกว่า แบบ AA > AS,SA > SS > TT

   ปริมาณมีเทนลดลงได้ 20.2 - 81.6 %

   ประหยัดน้ำได้ 40 – 63 %

   ประสิทธิผลการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า

   ผลผลิตไม่ลดลง แก้ปัญหาภัยแล้ง

2. การจัดการน้ำที่จะเลือกใช้นอกจากทำให้มีเทนน้อยลงและส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำน้อยแล้ว จะต้องดูความเหมาะสมด้านอื่นด้วยได้แก่ ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืช ช่วงไหนควรจะให้ดินมีสภาพเปียกและช่วงไหนควรมีสภาพแห้ง ตลอดจนเวลาในการให้น้ำท่วมขัง ปริมาณน้ำที่ใช้ ความยากง่ายในการจัดการเป็นต้น

3. จากการเปรียบเทียบข้อมูลในสนามกับแบบจำลอง DNDCให้ค่าที่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน จึงสามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้

4. การจัดการน้ำเป็นแนวทางหนึ่งที่สะดวกกว่าการควบคุมปัจจัยอื่นๆได้แก่ การรั่วซึม การคายระเหย และควบคุม Eh รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงสำหรับการลดผลกระทบจากมีเทน ลดการใช้น้ำ

5. การปรับใจเกษตรกรต้องใช้เวลา เสนอแบบ SA และ AS ต่อมาเป็น AA เมื่อมีน้ำต้นทุนน้อย

6. ความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆของภาครัฐในการประสานงานเพื่อเผยแพร่ข่าวสารความรู้ มีการสาธิตและส่งเสริมการให้น้ำแบบที่ได้วิจัยไว้ ซึ่งเมื่อโครงการได้เกิดขึ้นแล้วก่อให้เกิดผลดีต่อคุณภาพชีวิตประชาชน

ขอขอบคุณ

ทุนสนับสนุนและพัฒนางานวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ทุนพัฒนางานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน
สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 5 (แม่กลองใหญ่)
กรมชลประทาน
โครงการชลประทานกำแพงแสน
โครงการชลประทานสองพี่น้อง
ศูนย์ข้าวสุพรรณบุรี กรมการข้าว
บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (*JGSEE*)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

The End

ขอบคุณค่ะ