

ตารางที่ 2-6 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของการปลูกครั้งที่ 1
(ข้าวนาปรัง 2543 ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1)

ชนิดของน้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
RW	67.96	32.5	71.58 d*	30.01	0.42
PE	81.72	32.5	80.28 bc*	31.77	0.45
AS	85.04	28.5	89.91 a*	33.02	0.51
AL	61.05	24	77.14 cd*	32.78	0.48
IW	60.53	22.5	83.81 b*	32.6	0.53
LSD (0.05)	NS	NS	5.741	NS	NS
CV.(%)	16.44	15.36	2.56	7.16	9.37

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

LSD (Least Significant Differentiation) คือค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2-7 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของการปลูกครั้งที่ 2
(จำนวนปี 2543 ข้าวพันธุ์ กข.6)

ชนิดของน้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
RW	64.55	17.67	93.05	21.52 b*	0.42
PE	76.36	17.33	93.77	21.72 b*	0.45
AS	69.55	16.5	78.09	21.81 b*	0.51
AL	55.45	14.17	78.75	23.65 a*	0.48
IW	59.55	14	86.58	22.65 ab*	0.53
LSD (0.05)	NS	NS	NS	1.38	NS
CV.(%)	7.75	23.27	20.5	5.09	10.1

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

LSD (Least Significant Differentiation) คือค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2-8 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของการปลูกครั้งที่ 3
(ข้าวนาปรัง 2544 ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณ)

ชนิดของน้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
RW	29.00 a*	10.83 a*	96.00 a*	26.62	0.5467 a*
PE	22.21 ab*	5.833 b*	85.03 ab*	26.28	0.5450 a*
AS	17.00 b*	8.000 ab*	72.70 bc*	25.63	0.5300 a*
AL	13.07 bc*	5.833 b*	60.46 cd*	25.27	0.5267 a*
IW	6.19 c*	5.167 b*	46.69 d*	NS	0.4017 b*
LSD (0.05)	10.6	4.68	15.64	2.83	0.05
CV.(%)	23.73	55.18	18.23	9.31	9.71

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

LSD (Least Significant Differentiation) คือค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการทดลองปลูกข้าว

สำหรับงานทดลองในแปลงเพาะปลูกระดับห้องปฏิบัติการในการใช้น้ำทั้ง 4 ชนิดคือ RW PE AS AL เปรียบเทียบกับการใช้น้ำชลประทาน (IW) ในการปลูกข้าวในถังทดลอง 3 ถาด ผลจากการทดลองพบว่า ข้าวที่ใช้น้ำ RW มีลักษณะส่วนใหญ่ของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่สูงที่สุด รองลงมาคือข้าวที่ใช้น้ำ PE และข้าวที่ใช้น้ำชลประทาน (IW) มีแนวโน้มที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะว่าในน้ำทั้งสองชนิดคือ RW และ PE นั้นมีธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าของน้ำชลประทาน ทำให้ข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้งสองชนิดดังกล่าวได้รับธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่ค่อนข้างสูงทำให้มีการสร้างลำต้นและใบที่สูงกว่านั่นเอง สำหรับในกรณีของผลผลิตนั้นในการปลูกทดลองครั้งที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างผลผลิตของข้าวจากการใช้น้ำชนิดต่าง ๆ แต่ความแตกต่างเริ่มเห็นค่อนข้างชัดเจนในการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 กล่าวคือข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ RW และ PE มีลักษณะของการให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าน้ำชนิดอื่น ๆ ขณะที่ข้าวที่ใช้น้ำ IW มีลักษณะที่ให้ผลผลิตต่ำที่สุด นอกจากนั้นแล้วในการประเมินความเป็นพิษ (Toxicity) ของน้ำชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อข้าวจากงานทดลองทั้ง 3 ถาดก็ยังไม่พบอาการเป็นพิษกับข้าวเลย ซึ่งแสดงให้เห็นจากการทดลองในครั้งนี้ว่าน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดชนิดต่าง ๆ สามารถใช้ปลูกข้าวได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับข้าวแล้วยังอาจจะให้ผลดีในแง่ธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน อย่างไรก็ตามการทดลองในครั้งนี้ได้ทำต่อเนื่องเพียง 3 ถาดเพาะปลูกและเป็นการศึกษาในเบื้องต้นว่าสามารถนำน้ำชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้ในการปลูกข้าวได้หรือไม่ และในการปลูกแต่ละครั้งยังมีการใส่ปุ๋ยในอัตราตามปกติที่ปฏิบัติกัน จึงยังไม่สามารถบอกได้ว่าระยะยาวถ้าทำการใช้น้ำเหล่านี้ต่อเนื่องกันไปนาน ๆ จะเกิดผลดีหรือผลเสียอย่างไร ซึ่งข้อสังเกตเหล่านี้จะเป็นประเด็นที่จะต้องทำวิจัยต่อไป เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากน้ำเหล่านี้เพิ่มเติมที่

2.2.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

2.2.2.1 ปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลอง

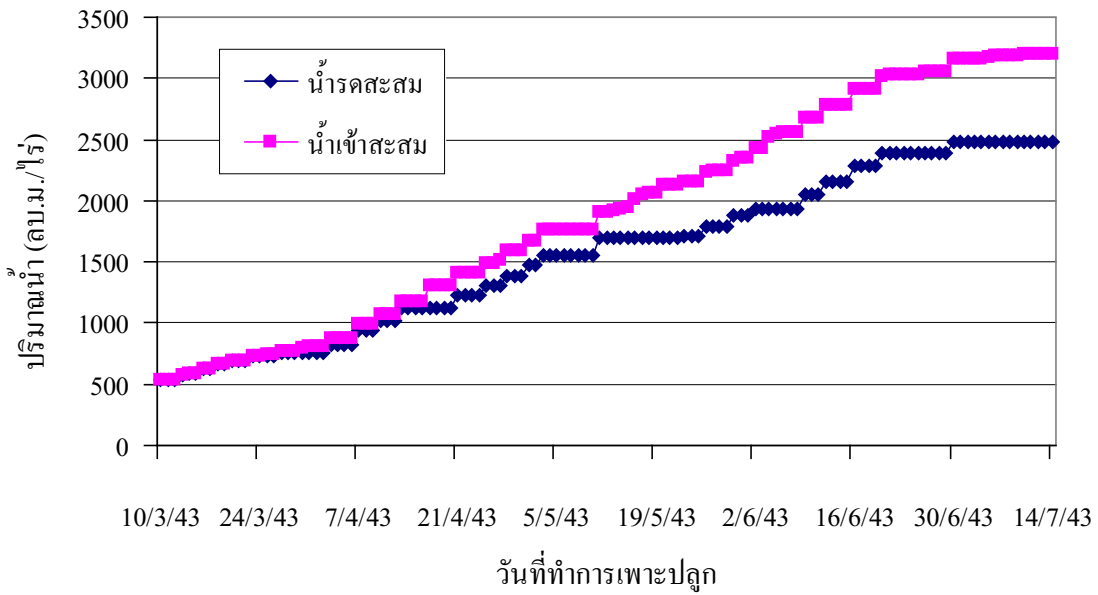
ตามแผนการทดลองเดิมจะปลูกข้าว 2 ครั้ง (ข้าวนาปรัง 2543 และข้าวนาปี 2543) แต่เนื่องจากไม่ได้วิเคราะห์โลหะหนักในข้าวนาปรัง 2543 จึงต้องปลูกซ้ำครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544) โดยในการปลูกครั้งที่ 3 นี้ไม่ได้ศึกษาด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำอีก

ปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองประกอบด้วยน้ำฝนและน้ำรดในถาดเพาะปลูกข้าวครั้งที่ 1 (นาปรัง) และครั้งที่ 2 (นาปี) ได้แสดงในตารางที่ 2-9 สำหรับรูปแบบการเติมน้ำเข้าแปลงของการใช้น้ำทุกประเภทเหมือนกัน โดยปกติแล้วจะไม่มีการเติมน้ำเข้าแปลงนายกเว้นในกรณีแปลงนาแห้ง รูปแบบการเติมน้ำได้แสดงดังรูปที่ 2-7

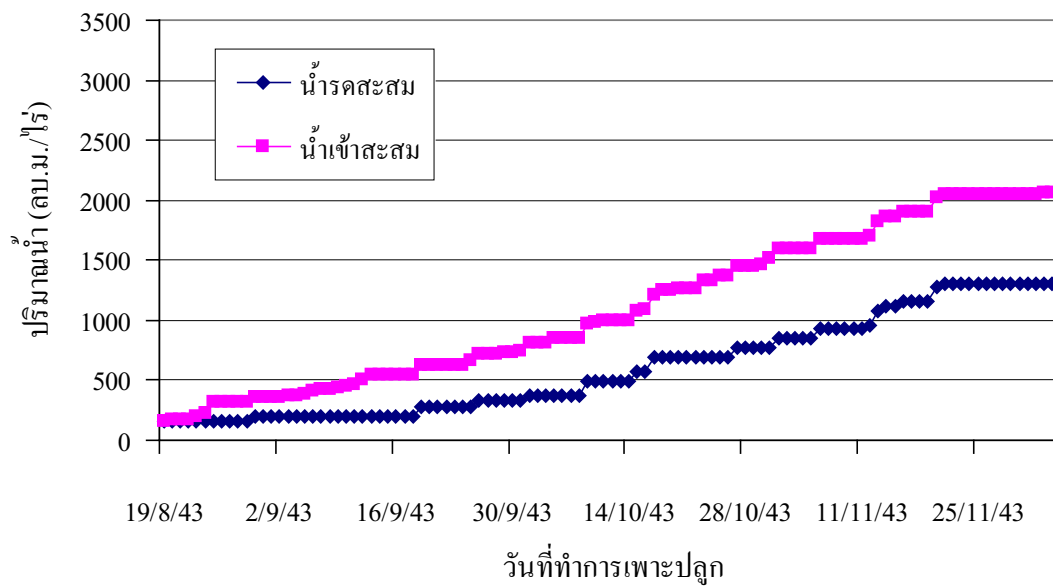
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองในฤดูเพาะปลูกข้าวนาปรังและนาปีพบว่า ปริมาณน้ำรดข้าวนาปรังมีค่าสูงกว่าข้าวนาปีในช่วง 23-51% ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีค่าเท่ากัน สาเหตุที่น้ำฝนเท่ากันเพราะในช่วงต้นฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปรังเป็นฤดูแล้ง ปริมาณน้ำฝนมีน้อย จึงมีการเติมน้ำเข้ามาก แต่ปริมาณน้ำฝนเข้านาจะมีมากในช่วงปลายฤดูการเพาะปลูก ในขณะที่ข้าวนาปีต้นฤดูเพาะปลูกเป็นฤดูฝน มีน้ำฝนเข้าแปลงนามาก การเติมน้ำจึงมีน้อย แต่ในช่วงปลายฤดูเพาะปลูกเป็นฤดูแล้ง ปริมาณน้ำฝนที่เข้านาจึงไม่แตกต่างกับของข้าวนาปรัง อนึ่ง ปริมาณน้ำฝนที่เข้านี้ตั้งสมมติฐานว่าจากข้อมูลฝนตก เมื่อคูณกับพื้นที่หน้าตัดถึงทดลองจะเป็นน้ำเข้า แต่ในความเป็นจริงในระยะท้ายของการเพาะปลูกเมื่อต้นข้าวขึ้นหนาแน่น ฝนอาจกระทบลำต้นข้าวและไม่ตกลงสู่ดินในแปลงก็ได้ ปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการนี้พบว่ามีค่าสูงกว่าในแปลงเกษตรกรจริง

ตารางที่ 2-9 ปริมาณน้ำเข้าสะสมในการปลูกข้าวนาปรัง 2543 และนาปี 2543

ชนิดของน้ำ ที่ใช้	ปริมาณน้ำรด, ลบ.ม./ไร่		ปริมาณน้ำฝน, ลบ.ม./ไร่		ปริมาณน้ำเข้ารวม, ลบ.ม./ไร่	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
	(ข้าวนาปรัง 2543)	(ข้าวนาปี 2543)	(ข้าวนาปรัง 2543)	(ข้าวนาปี 2543)	(ข้าวนาปรัง 2543)	(ข้าวนาปี 2543)
RW	3,681	2,168	753	752	4,434	2,920
PE	3,220	2,477	753	752	3,973	3,229
AS	3,259	2,020	753	752	4,012	2,772
AL	3,848	2,297	753	752	4,601	3,049
IW	2,274	1,541	753	752	3,027	2,293



ก. การเพาะปลูกครั้งที่ 1 (นาปรัง)



ข. การเพาะปลูกครั้งที่ 2 (นาปี)

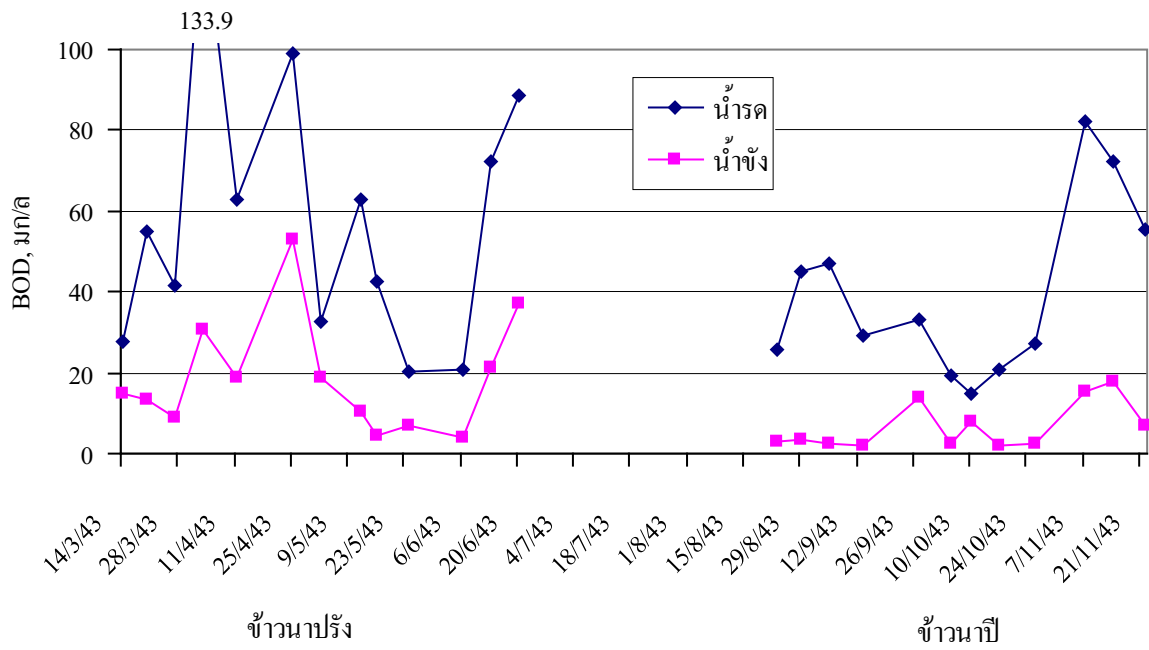
รูปที่ 2-7 ปริมาณสะสมของน้ำรดและน้ำเข้าแปลงทดลองปลูกข้าวด้วยน้ำ IW

2.2.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำขังในนาข้าว

ผลการวิเคราะห์การแปรผันของคุณภาพน้ำรดและน้ำในแปลงปลูกข้าว (เก็บตัวอย่างน้ำขังที่ผิวดิน) บางพารามิเตอร์ของการเพาะปลูกข้าวนาปรังและข้าวนาปีได้แสดงในรูปที่ 2-8 ถึง 2-11 ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่าน้ำรดแต่ละชนิดมีค่า BOD ของ 2 การเพาะปลูกใกล้เคียงกัน น้ำรดที่เป็น RW และ PE มีค่า BOD สูง และมีการแปรผันค่อนข้างมากทั้ง 2 การเพาะปลูก ในขณะที่น้ำรด AS AL และ IW มีค่า BOD ต่ำ และแปรผันในช่วงแคบ ๆ สำหรับน้ำผิวดินที่ขังในแปลง RW และ PE มีค่า BOD ลดต่ำกว่าของน้ำรด ส่วน BOD ของน้ำผิวดินที่ขังในแปลง AS AL และ IW มีการแปรผันในช่วงค่าที่ใกล้เคียงกันกับค่า BOD ของน้ำรด โดยบางครั้งมีค่าต่ำกว่า แต่บางครั้งมีค่ามากกว่าน้ำรด

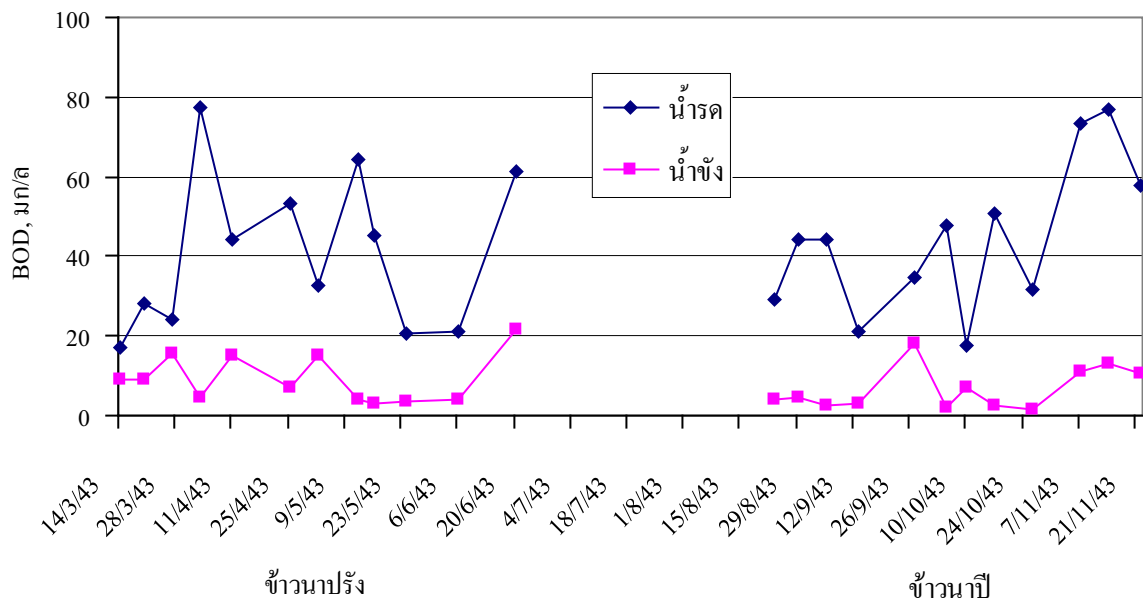
ในส่วนของ COD พบว่าน้ำรดและน้ำผิวดินที่ขังในแปลงปลูกข้าวนาปรังทุกชนิดมีค่า COD ที่สูงกว่าของข้าวนาปีอย่างเห็นได้ชัด โดยน้ำรด RW และ PE มีค่า COD สูงกว่าน้ำรดอื่น ๆ ในช่วงการเพาะปลูกเดียวกัน และมีการแปรผันค่อนข้างมากโดยเฉพาะในช่วงปลูกข้าวนาปรังซึ่งมีค่าสูงและแปรผันอย่างมาก สำหรับน้ำผิวดินขังในแปลง RW และ PE มีค่า COD ลดต่ำกว่าของน้ำรด ในขณะที่น้ำผิวดินขังในแปลง AS AL และ IW มีค่าแปรผันในช่วงที่ใกล้เคียงกันกับค่า COD ของน้ำรด โดยบางครั้งมีค่าต่ำกว่า แต่บางครั้งกลับมีค่ามากกว่าของน้ำรดเช่นเดียวกันกับกรณีของ BOD

ในกรณีของแอมโมเนียไนโตรเจนพบว่า น้ำรดที่เป็น RW และ PE มีแอมโมเนียไนโตรเจนสูงมากและมีการแปรผันค่อนข้างมาก น้ำรด AL และ IW มีแอมโมเนียต่ำมาก ในส่วนของน้ำ AS พบว่ามีแอมโมเนียต่ำ แต่ค่าก็ยังสูงกว่าน้ำรด AL และ IW เล็กน้อย ในฤดูข้าวนาปรัง และมีค่าสูงขึ้นในฤดูข้าวนาปี สำหรับน้ำผิวดินขังในแปลง RW และ PE มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนลดต่ำลงจากของน้ำรดอย่างมากในทั้ง 2 ฤดู แต่ก็ยังมีค่าสูงกว่าของน้ำผิวดินแปลงอื่น ๆ และมีการแปรผันอย่างมาก น้ำผิวดินขังในแปลง AS AL และ IW ของฤดูข้าวนาปรังมีค่าแอมโมเนียสูงขึ้นกว่าของน้ำรดอย่างเห็นได้ชัด ในฤดูข้าวนาปีพบว่าน้ำผิวดินขังในแปลง AL ส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มขึ้นจากของน้ำรด สำหรับน้ำผิวดินขังในแปลง IW มีค่าต่ำและส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับของน้ำรด จะมีเพียงบางครั้งที่มีค่าสูงกว่าของน้ำรด ส่วนแปลง AS พบว่าส่วนใหญ่มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนลดต่ำลงจากของน้ำรด



วันที่ทำการเพาะปลูก

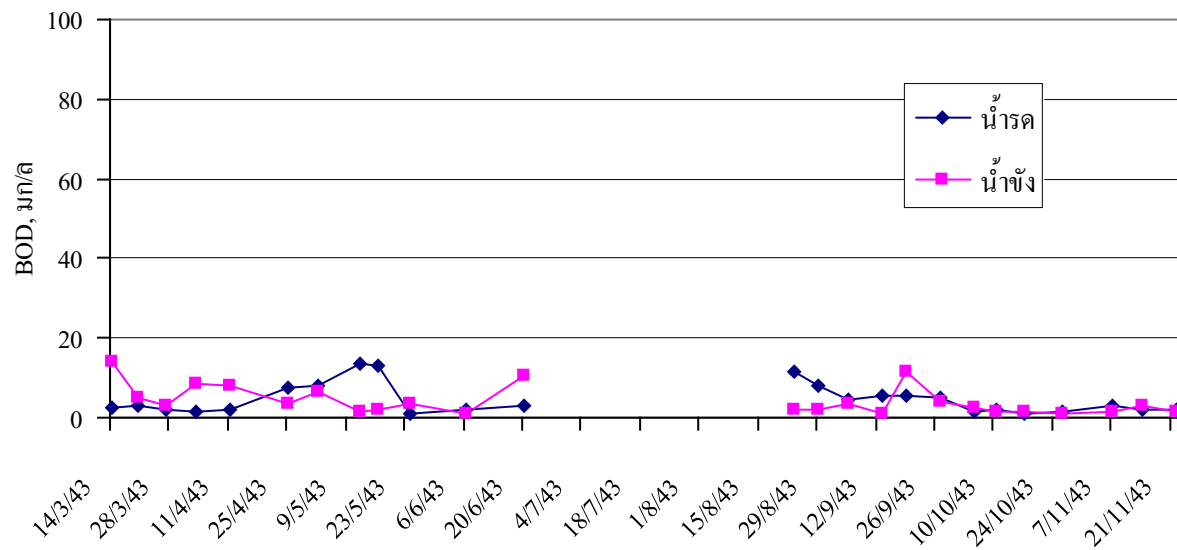
ก. ใช้น้ำ RW



วันที่ทำการเพาะปลูก

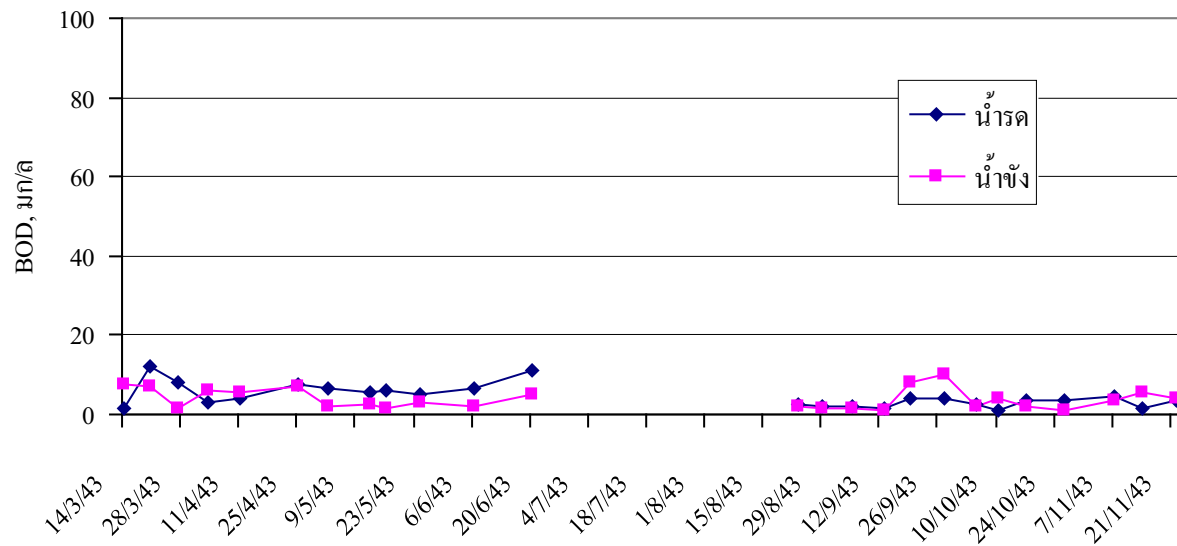
ข. ใช้น้ำ PE

รูปที่ 2-8 การแปรผันของค่าบีโอดีในแปลงปลูกข้าว



วันที่ทำการเพาะปลูก

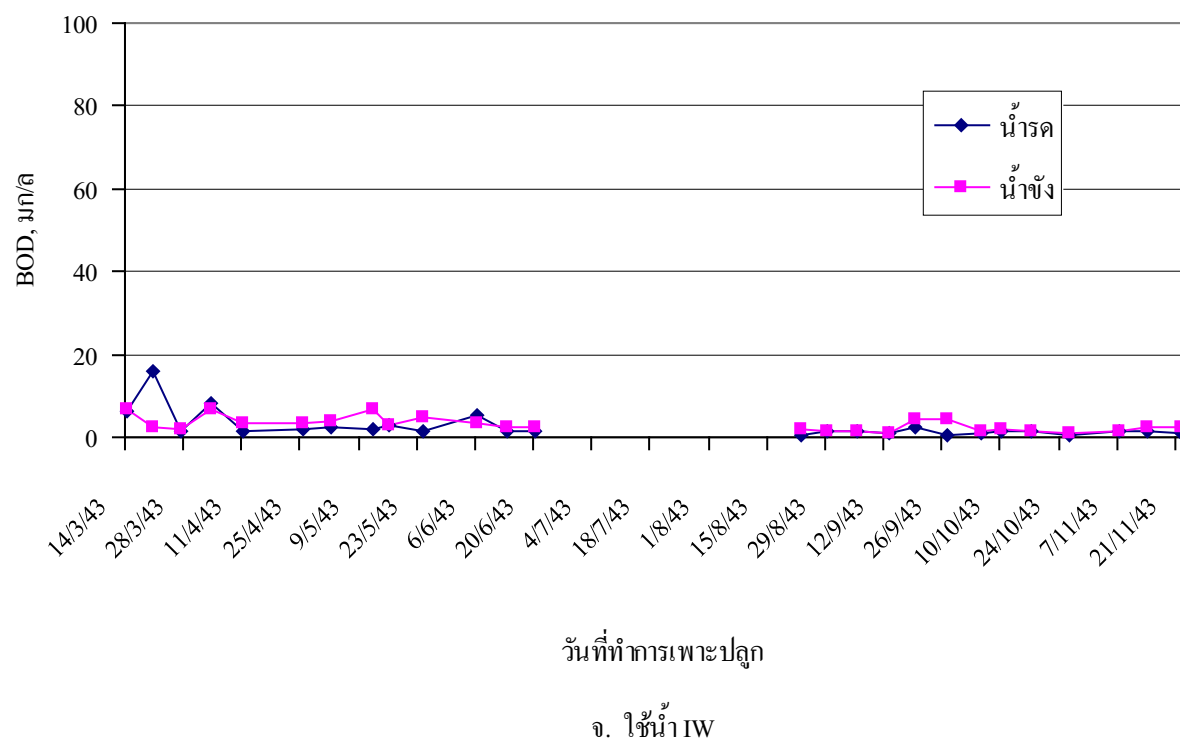
ก. ใช้น้ำ AS



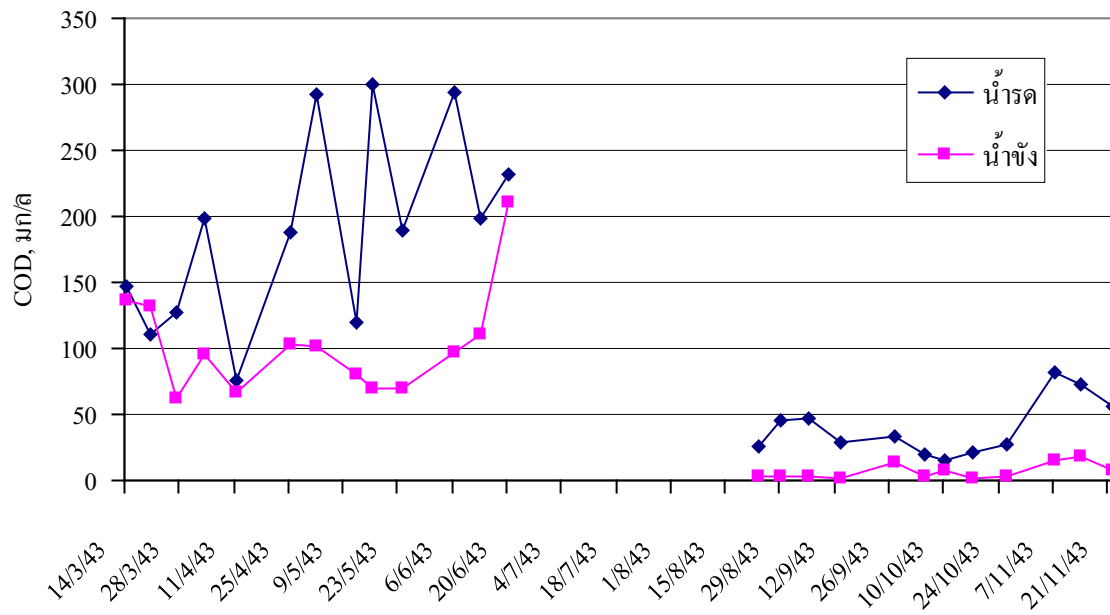
วันที่ทำการเพาะปลูก

ง. ใช้น้ำ AL

รูปที่ 2-8 การแปรผันของค่าบีโอดีในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)

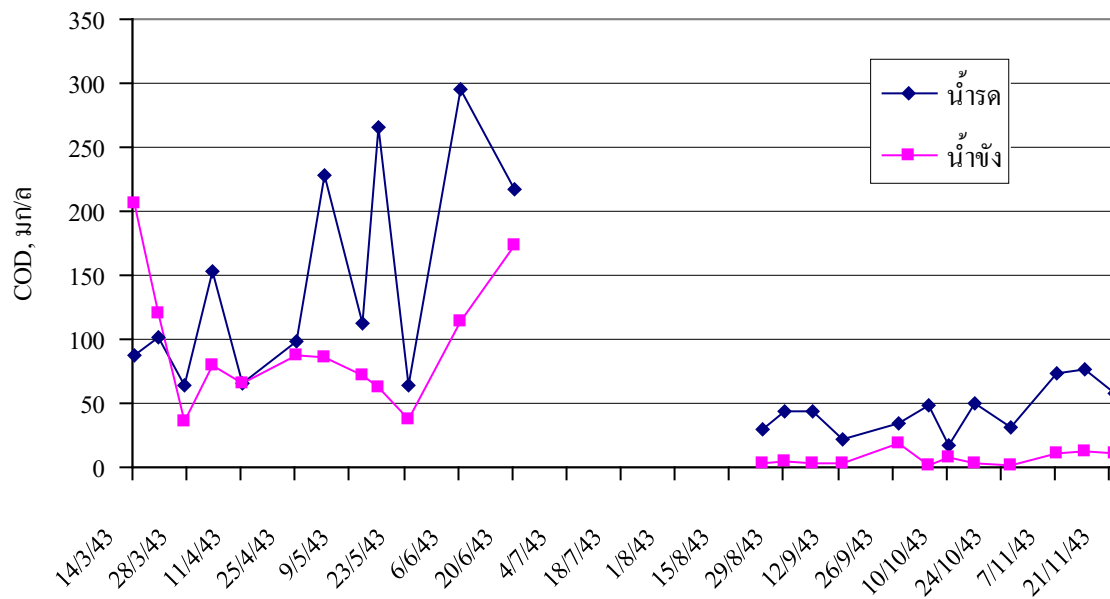


รูปที่ 2-8 การแปรผันของค่าบีโอดีในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)



วันที่ทำการเพาะปลูก

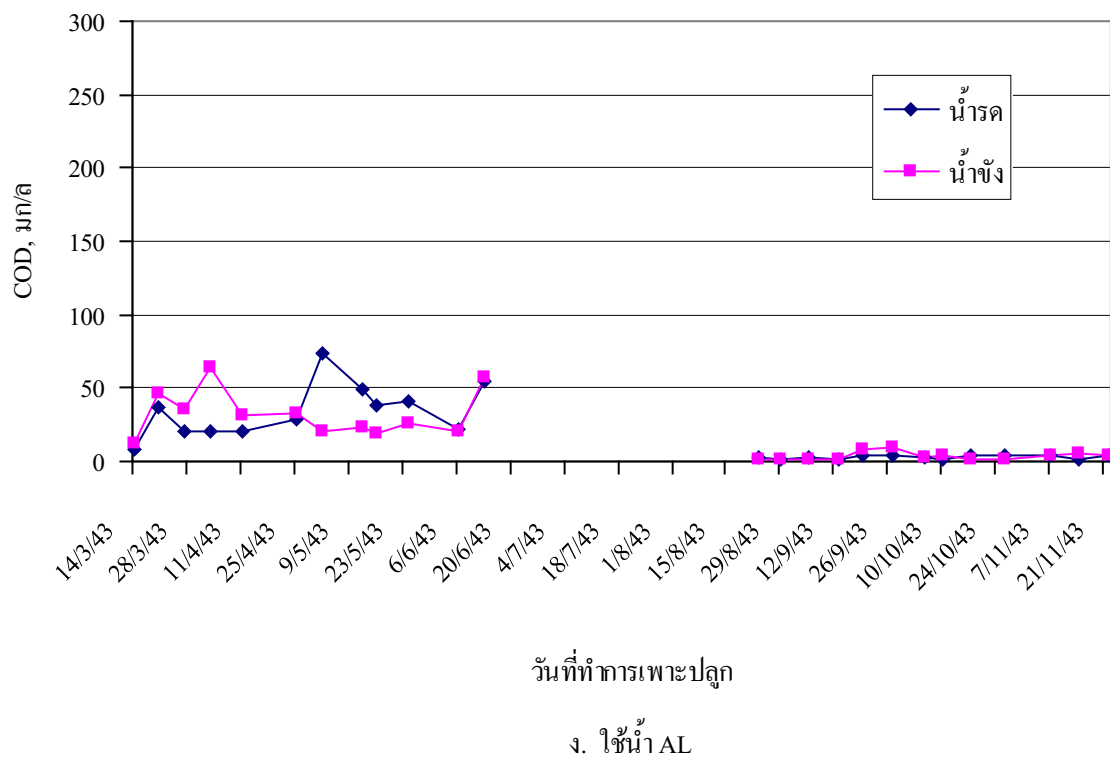
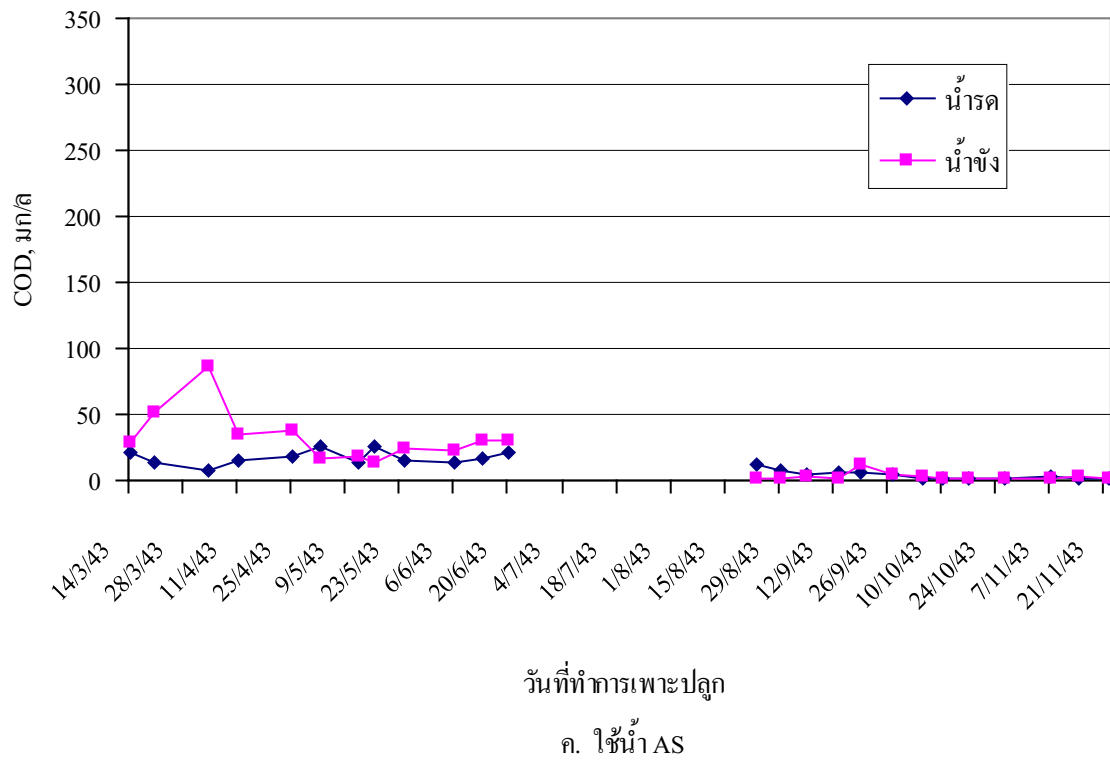
ก. ใช้น้ำ RW



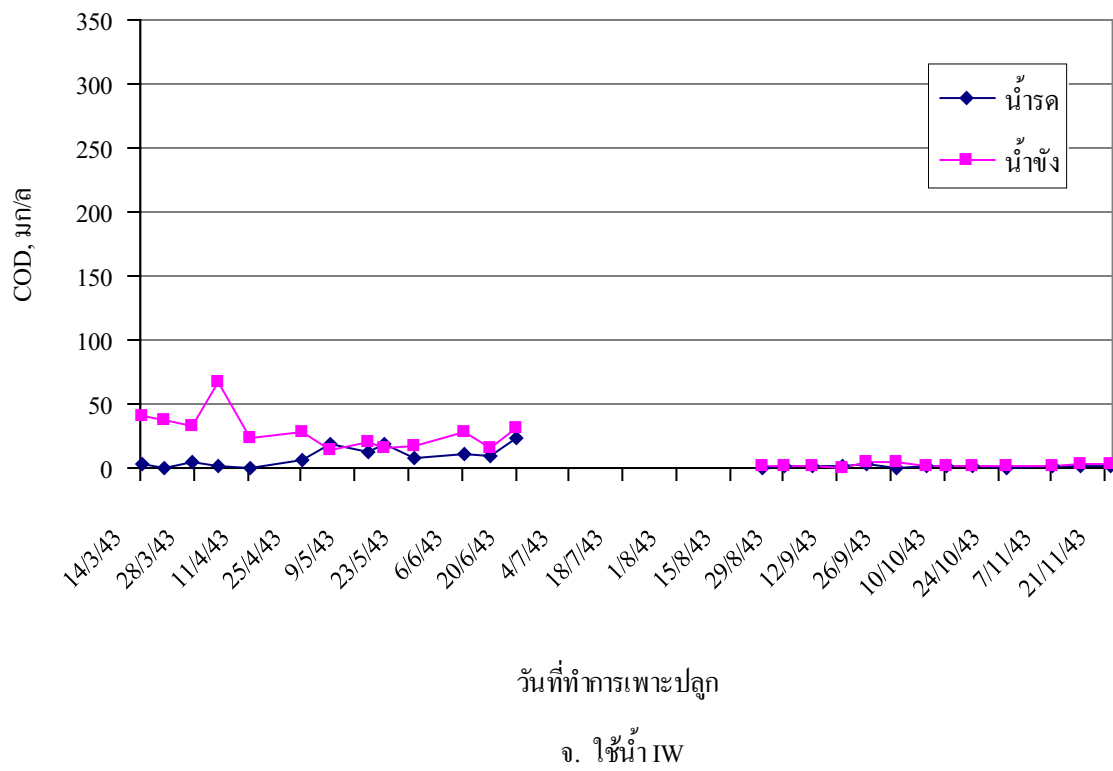
วันที่ทำการเพาะปลูก

ข. ใช้น้ำ PE

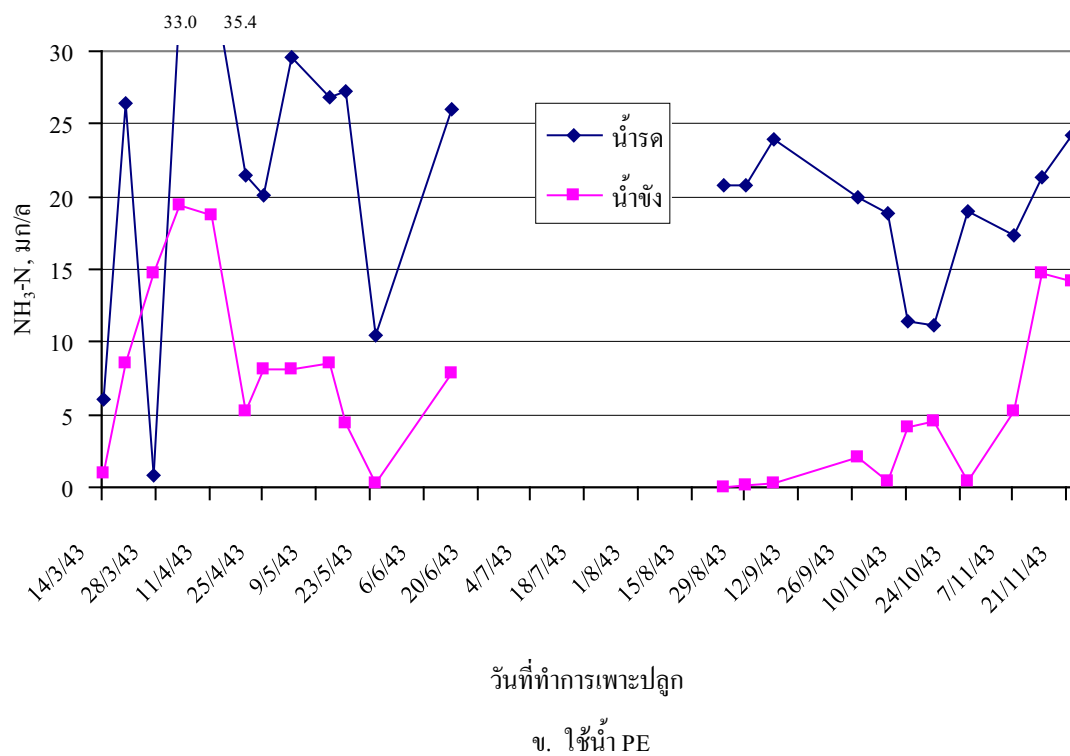
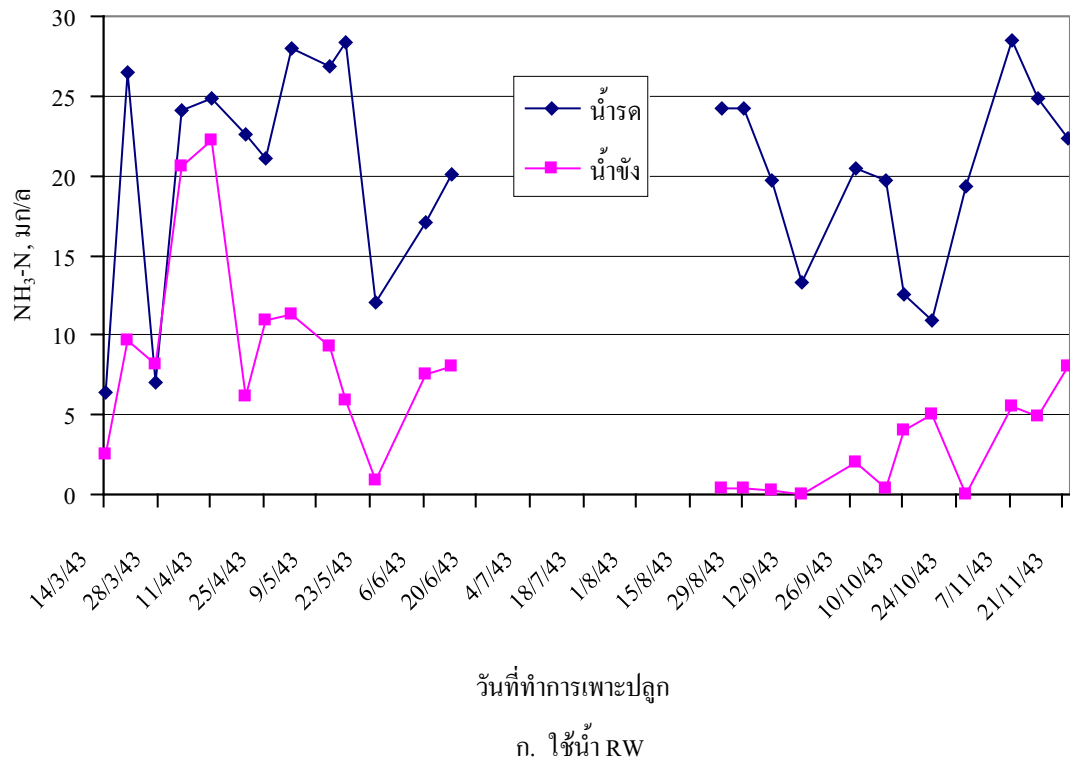
รูปที่ 2-9 การแปรผันของค่าซีโอดีในแปลงปลูกข้าว



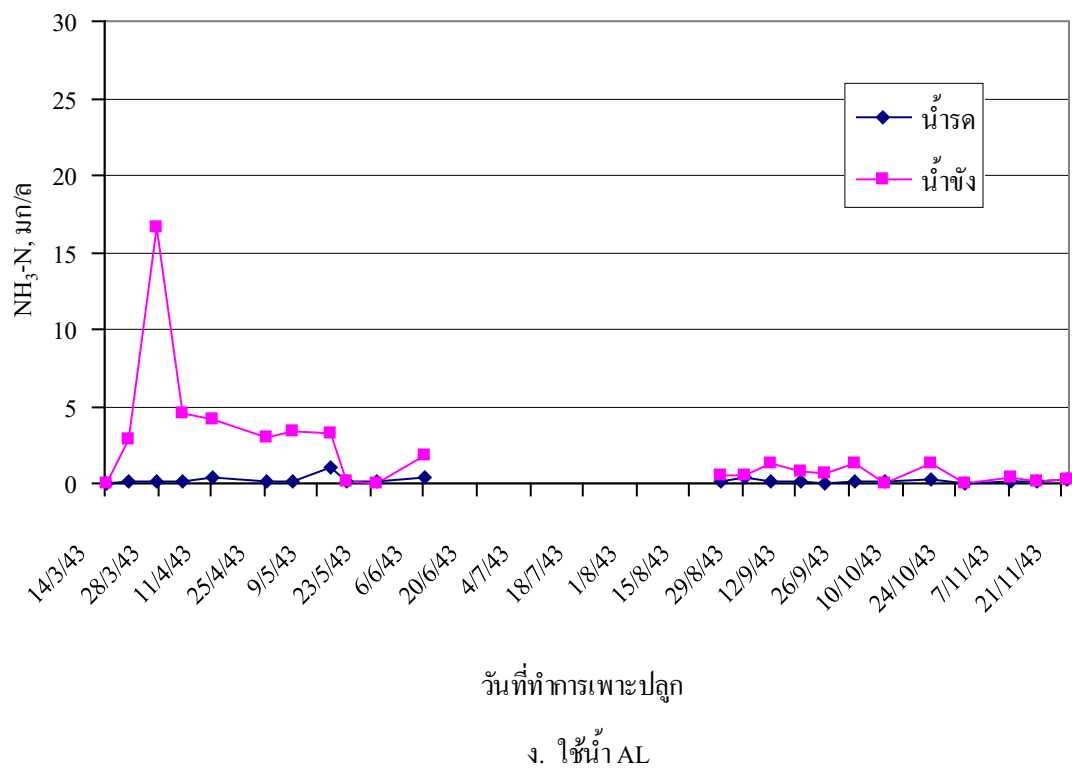
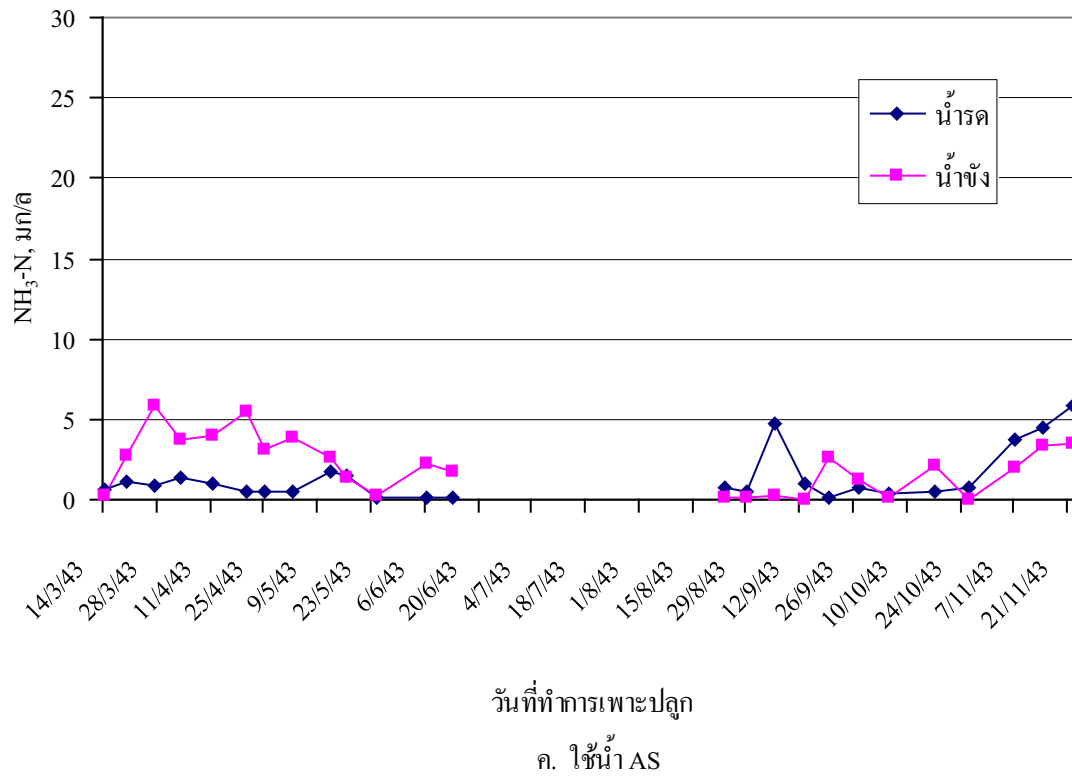
รูปที่ 2-9 การแปรผันของค่าซีโอดีในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)



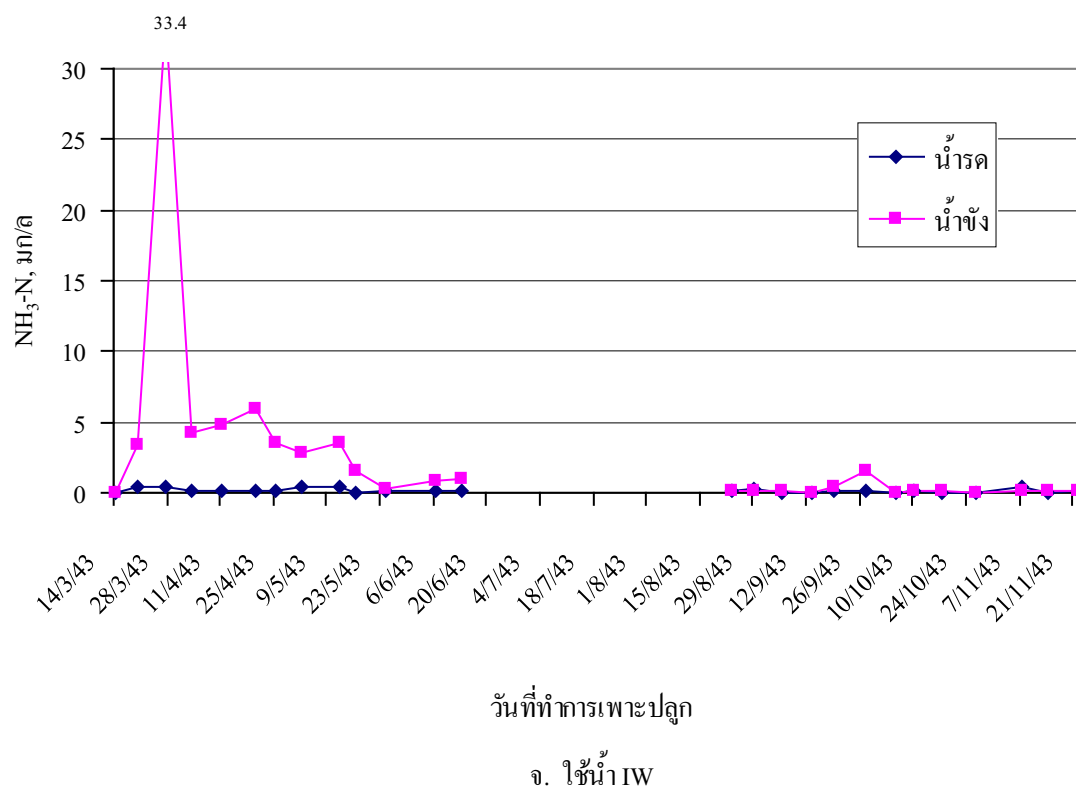
รูปที่ 2-9 การแปรผันของค่าซีโอดีในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)



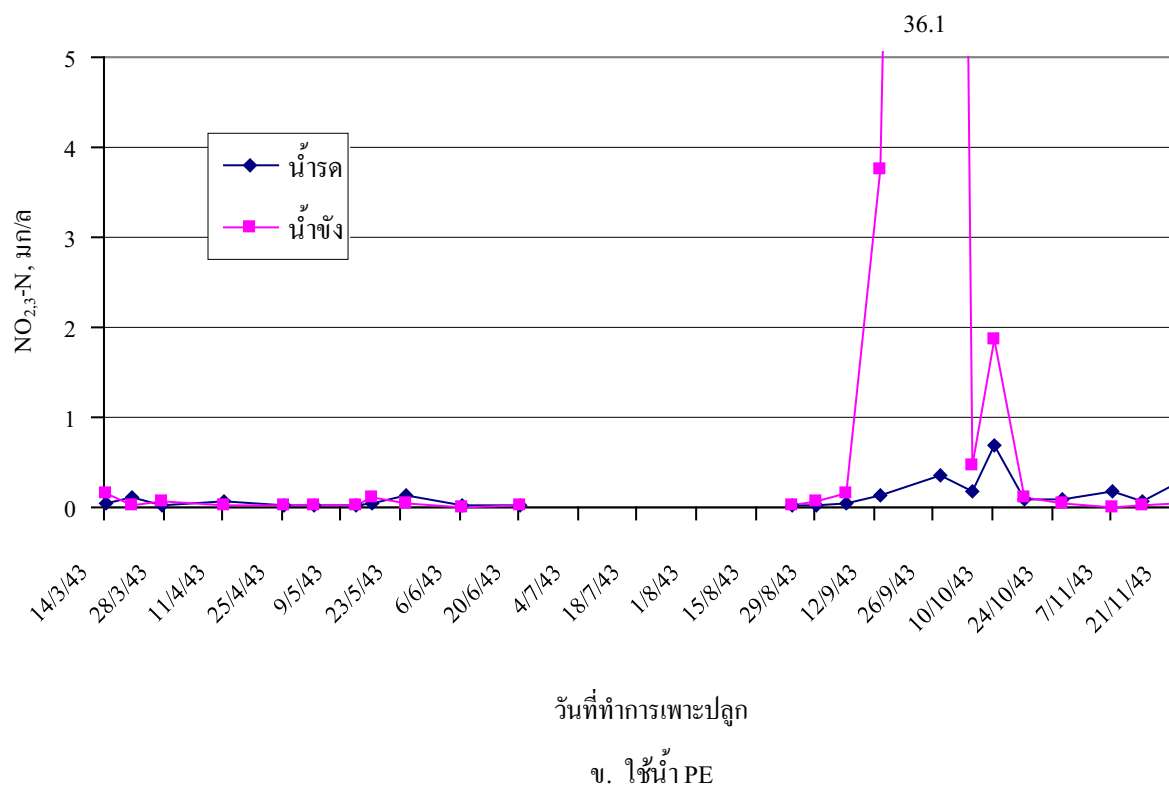
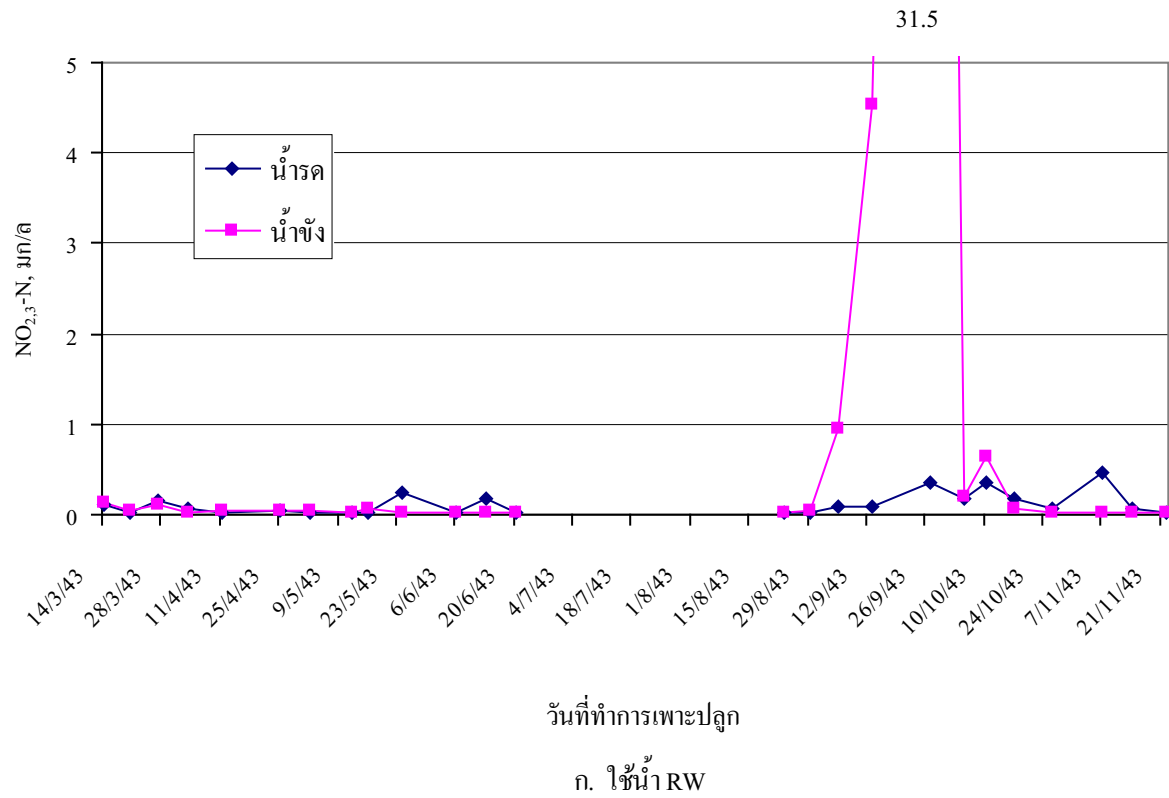
รูปที่ 2-10 การแปรผันของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในแปลงปลูกข้าว



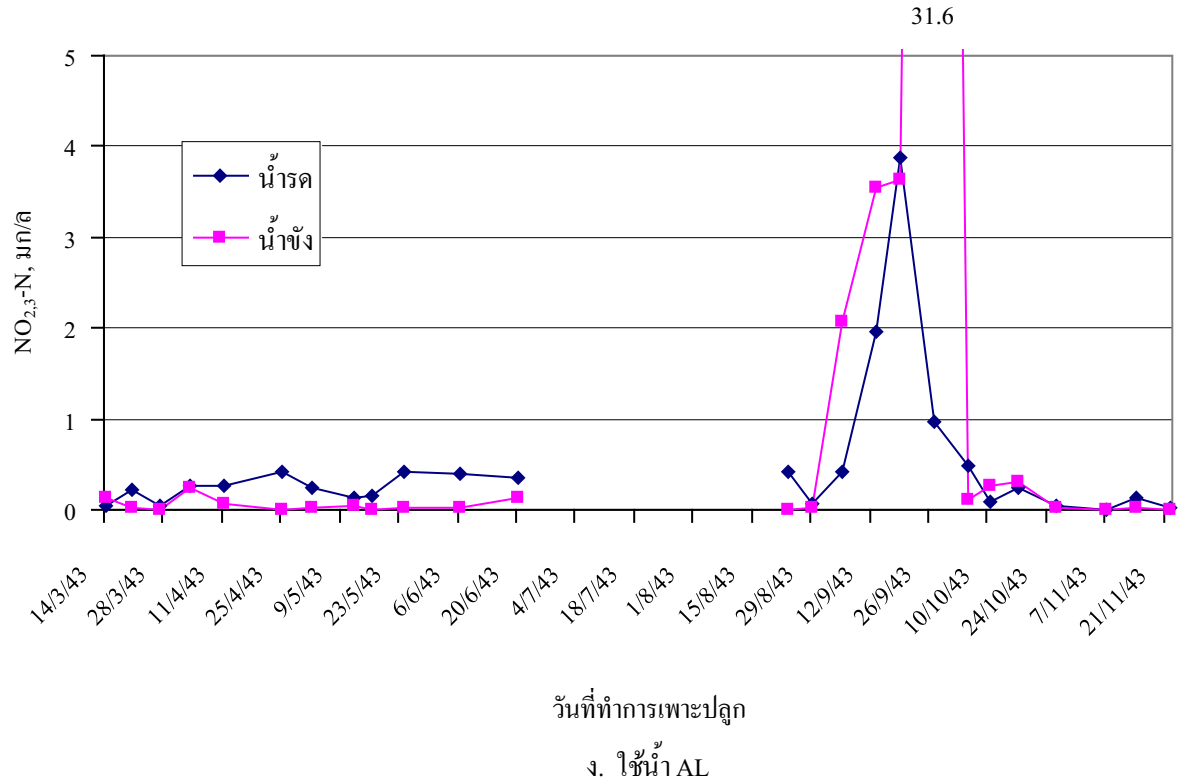
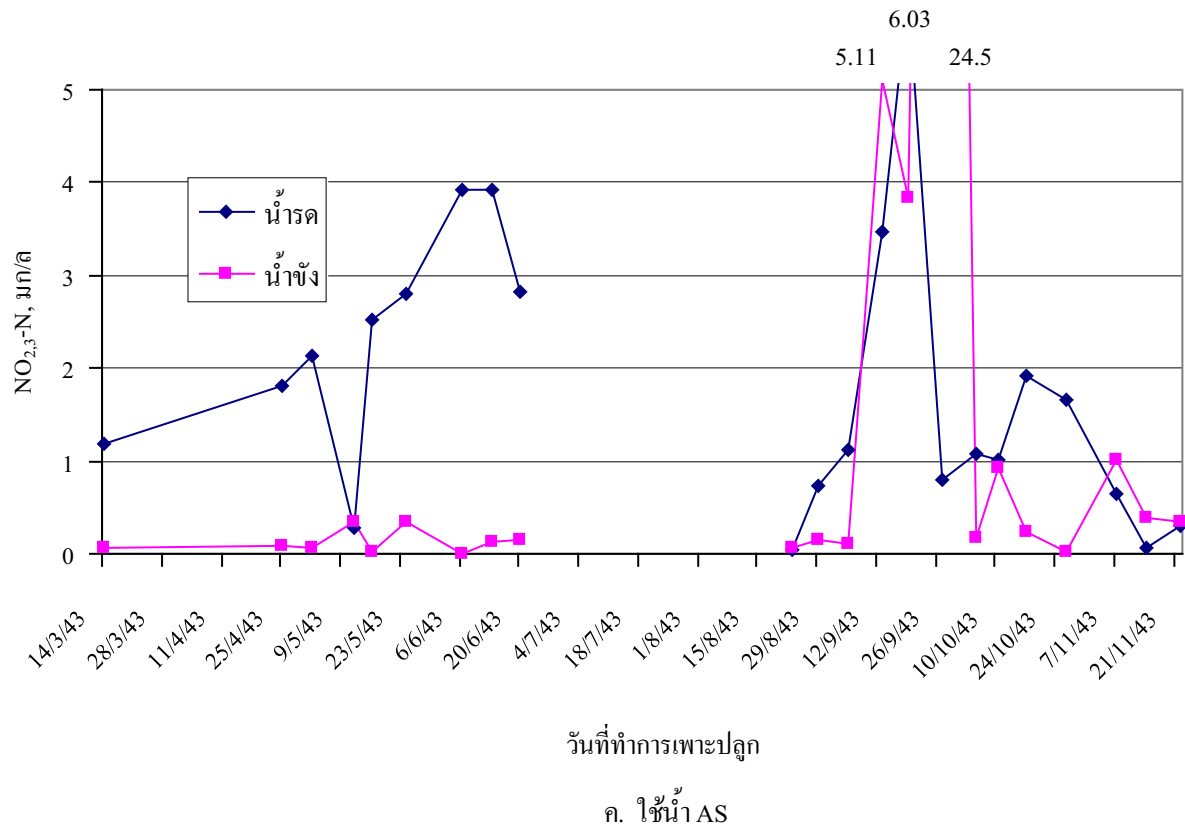
รูปที่ 2-10 การแปรผันของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)



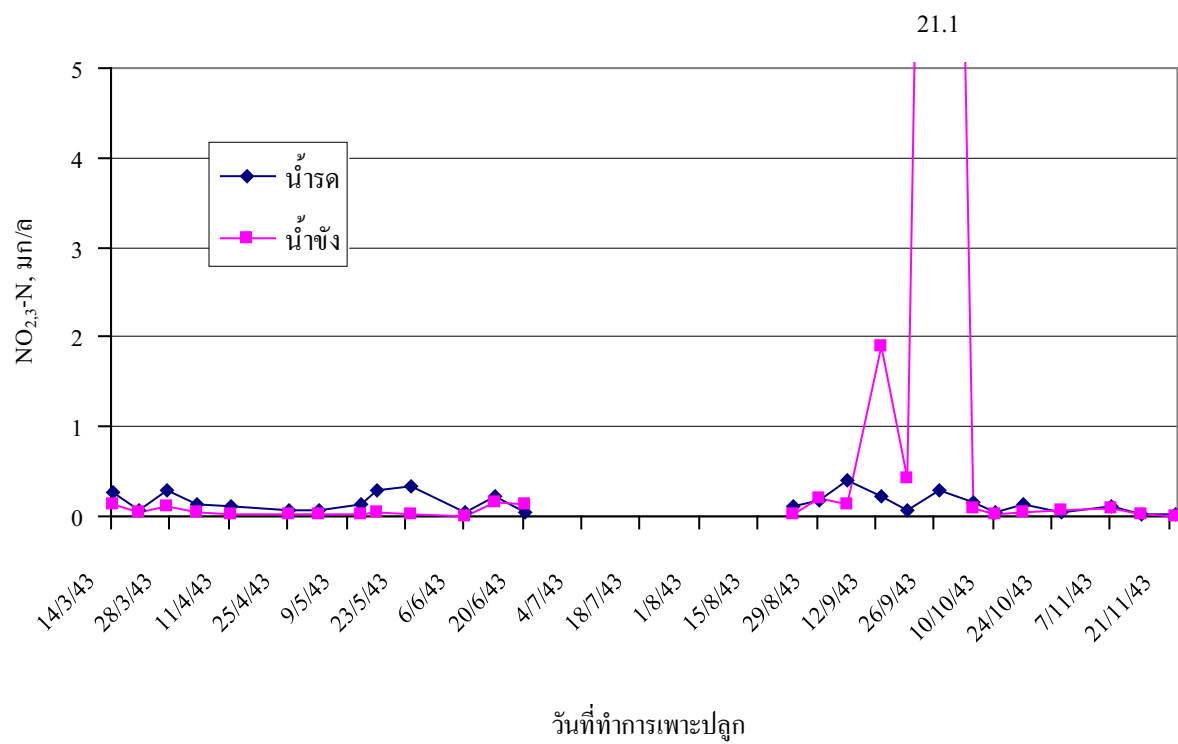
รูปที่ 2-10 การแปรผันของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)



รูปที่ 2-11 การแปรผันของค่าไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนในแปลงปลูกข้าว



รูปที่ 2-11 การแปรผันของค่าไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)



จ. ใช้น้ำ IW

รูปที่ 2-11 การแปรผันของค่าไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนในแปลงปลูกข้าว (ต่อ)

สำหรับไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนพบว่า ทั้งน้ำรดและน้ำผิวดินข้างในแปลง RW และ PE ส่วนใหญ่มีค่าต่ำและมีค่าใกล้เคียงกัน ในส่วนของน้ำ AS พบว่ามีค่าไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนสูงกว่าของน้ำรดอื่น ๆ และในช่วงกลางของการเพาะปลูกข้าวนาปรังพบว่าน้ำรดมีค่าไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนของข้าวนาปรังแปลง AS และ AL มีค่าสูงขึ้นในช่วงต้นของการเพาะปลูก สำหรับน้ำผิวดินข้างในแปลง AS AL และ IW มีค่าต่ำกว่าน้ำรด โดยมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากในฤดูข้าวนาปรัง สำหรับฤดูข้าวนาปรังพบว่ามีค่าแปรผันขึ้น ๆ ลง ๆ โดยบางครั้งก็มากกว่าของน้ำรด บางครั้งก็น้อยกว่า แต่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับของน้ำรด และเป็นที่น่าสังเกตว่ามีการปนเปื้อนของไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนในน้ำผิวดินทุกๆ แปลงทดลองสูงมากในช่วงกลางของฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปรัง

ในส่วนของค่าเฉลี่ยและพิสัยของลักษณะน้ำที่ใช้รดแปลงทดลองปลูกข้าวและน้ำผิวดินข้างในแปลงได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-10 และ 2-11 ซึ่งพบว่าลักษณะโดยเฉลี่ยของน้ำรดในฤดูข้าวนาปรังและข้าวนาปรังไม่แตกต่างกันมากนัก และพบว่าน้ำผิวดินข้างในแปลงที่รดด้วยน้ำ RW และ PE ในฤดูนาปรังมีสารปนเปื้อนทุกชนิดลดต่ำลงจากของน้ำรด แต่ในฤดูนาปรังจะมีเฉพาะ BOD COD แอมโมเนียไนโตรเจน และ TKN เท่านั้นที่มีค่าลดต่ำลง ในขณะที่ไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนกลับมีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับน้ำผิวดินข้างในแปลงข้าวที่รดด้วยน้ำ AS AL และ IW ของข้าวนาปรังมี BOD COD และไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจน ลดต่ำลงกว่าของน้ำรด แต่กลับมีแอมโมเนียไนโตรเจนและ TKN สูงขึ้น ในขณะที่ฤดูข้าวนาปรังกลับมีไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นจากของน้ำรด เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำผิวดินในแปลงที่รดด้วยน้ำทั้งกับน้ำธรรมชาติพบว่า น้ำผิวดินในแปลงที่รดด้วยน้ำ AS AL และ IW มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ส่วนน้ำผิวดินในแปลงที่รดด้วยน้ำ RW และ PE มีบีโอดี ซีโอดี และไนโตรเจนรวมที่สูงกว่าของน้ำ IW อย่างเด่นชัด

2.2.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

2.2.3.1 ภาระบรรทุกจากการระบายน้ำทิ้งก่อนการเก็บเกี่ยว

ในการปลูกข้าวนาปรังจะมีการระบายน้ำทิ้งจากแปลงเพาะปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะขึ้นกับสภาพภูมิประเทศและสภาพอากาศ แต่เนื่องจากการเพาะปลูกข้าวครั้งที่ 1 นี้เป็นข้าวนาปรัง น้ำในแปลงข้าวได้ค่อย ๆ แห้งไป จึงไม่มีการระบายน้ำออกก่อนการเก็บเกี่ยว ในการปลูกข้าวนาปรังก็เช่นเดียวกัน ได้ปล่อยให้น้ำแห้งไปเอง ประกอบกับการปลูกข้าวในแปลงทดลองระดับหองปฏิบัติการนี้มีวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างไปจากการเพาะปลูกจริง ดังนั้นการนำข้อมูลปริมาณและลักษณะของน้ำผิวดินในแปลงข้าวมาคำนวณหาภาระบรรทุกจะให้ตัวเลขที่ไม่สมจริงจึงไม่ได้นำเสนอไว้ ณ ที่นี้

ตารางที่ 2-10 ลักษณะของน้ำกรดและน้ำฟิวตินซึ่งเปลี่ยนแปลงซ้ำวนปริง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง
pH										
min-max	6.56-7.57	6.62-8.42	5.33-7.32	6.71-8.49	6.30-7.42	6.60-9.44	6.78-7.88	6.66-8.08	5.82-9.54	6.36-8.25
ave	6.97±0.23	7.21±0.50	6.96±0.45	7.25±0.49	6.68±0.33	7.48±0.81	7.34±0.41	7.39±0.40	7.45±0.76	7.40±0.51
Conductivity, ไมโคร โมห์/ซม.										
min-max	294-610	294-1164	278-607	278-852	367-410	282-758	259-1264	376-906	160-714	239-1027
ave	495±77.3	587±189	484±79.6	504±140	393±12.6	464±114	481±220	555±119	244±127	363±203
COD, มก/ล										
min-max	75.5-300	62.2-211	63.8-296	35.6-206	745-33.9	14.3-85.7	8.50-73.4	12.7-63.9	0.40-23.8	14.4-67.0
ave	185±65.4	103±38.7	149±71.2	94.9±49.4	18.0±6.23	32.9±18.7	32.8±17.3	32.9±14.6	9.30±6.84	28.4±13.9
BOD, มก/ล										
min-max	20.5-134	4.14-52.8	17.1-104	3.03-21.4	1.18-13.7	1.24-14.1	1.48-12.3	1.39-7.67	1.22-15.8	1.85-7.00
ave	62.8±30.6	18.6±13.7	48.2±23.6	9.32±5.85	4.48±3.85	5.49±3.73	6.53±3.07	4.30±2.20	3.57±3.70	3.92±1.71
TP, มก/ล										
min-max	0.032-2.21	0.040-1.25	0.033-1.20	0.041-0.54	0.034-0.96	0.017-1.18	0.004-0.20	0.007-1.75	0.004-0.20	0.005-1.90
ave	0.67±0.61	0.49±0.33	0.50±0.39	0.28±0.14	0.46±0.36	0.35±0.33	0.11±0.072	0.28±0.45	0.076±0.061	0.26±0.48
NO ₂₋₃ -N, มก/ล										
min-max	0.015-0.24	0.017-0.13	0.012-0.13	0.011-0.16	0.28-3.92	0.009-0.35	0.035-4.63	0.007-0.25	0.037-0.34	0.011-0.16
ave	0.068±0.065	0.045±0.033	0.050±0.036	0.048±0.044	2.04±1.15	0.11±0.12	0.70±1.15	0.068±0.072	0.16±0.096	0.059±0.055
NH ₃ -N, มก/ล										
min-max	4.95-28.4	0.84-8.16	6.06-29.2	0.28-14.8	0.14-1.46	0.31-2.19	0.023-1.1	0.15-4.51	0.002-0.37	0.22-4.82
ave	19.0±8.14	5.28±3.00	18.8±8.56	5.89±5.94	0.41±0.40	1.75±1.03	0.21±0.26	2.50±1.65	0.16±0.11	3.20±2.05
TKN, มก/ล										
min-max	18.7-38.0	1.67-37.3	18.3-40.3	1.45-15.6	0.44-5.6	2.18-4.79	0.09-4.82	1.96-4.95	0.24-2.14	1.12-5.45
ave	27.2±5.51	14.3±13.6	30.8±6.76	9.30±5.46	1.71±1.63	3.19±1.11	1.09±1.11	3.19±1.49	1.00±0.74	3.81±1.89
Fecal Coliform, MPN/100 มล										
min	5,000,000	170	2,300,000	270	20	23	2	20	300	2
max	240,000,000	30,000,000	300,000,000	5,000,000	1,600,000	50,000	240	50,000	170,000	30,000

หมายเหตุ จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะ 17 ครั้ง

ตารางที่ 2-11 ลักษณะของน้ำกรดและน้ำฟิวตินซึ่งเปลี่ยนแปลงซ้ำวนปี

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง	น้ำกรด	น้ำในแปลง
pH										
min-max	6.57-7.32	6.35-7.85	6.66-7.18	6.38-7.63	6.64-7.10	6.55-7.59	7.02-8.78	6.37-7.70	7.20-7.97	6.37-7.88
ave	6.86±0.19	7.02±0.42	6.91±0.18	6.98±0.38	6.91±0.13	7.02±0.32	7.82±0.53	7.12±0.35	7.46±0.23	7.15±0.44
Conductivity, ไมโคร โมห์/ซม.										
min-max	316-518	200-786	399-528	207-643	150-496	218-696	262-367	183-1018	114-225	230-1740
ave	448±53.5	502±150	464±40.7	460±134	398±79.3	454±140	308±30.8	405±203	159±27.9	458±398
COD, มก/ล										
min-max	23.3-399	7.80-169	22.7-178	7.80-153	3.60-19.6	5.20-30.6	4.17-42.1	12.8-39.5	1.20-30.4	4.96-41.3
ave	156±98.0	63.1±50.5	114±50.0	59.6±44.5	12.5±4.44	18.9±7.28	19.2±9.69	25.0±8.80	13.0±9.69	16.0±9.46
BOD, มก/ล										
min-max	14.7-239	1.86-17.8	17.4-77.1	1.71-18.3	1.08-11.6	0.93-11.5	1.04-4.31	0.87-9.88	0.51-2.61	0.73-4.51
ave	57.1±55.3	6.64±5.56	43.7±17.4	6.71±5.13	4.00±2.91	2.78±2.66	2.88±1.06	3.52±2.69	1.14±0.52	2.04±1.13
TP, มก/ล										
min-max	0.066-0.42	0.029-0.30	0.067-0.99	0.030-0.18	0.046-0.18	0.027-0.16	0.014-0.078	0.018-0.090	0.014-0.077	0.012-0.090
ave	0.13±0.088	0.11±0.077	0.20±0.24	0.091±0.053	0.095±0.052	0.085±0.047	0.043±0.021	0.051±0.024	0.043±0.021	0.049±0.024
NO _{2,3} -N, มก/ล										
min-max	0.019-0.45	0.012-31.5	0.015-0.68	0.008-36.1	0.053-6.03	0.032-24.5	0.009-3.87	0.009-31.6	0.013-0.41	0.008-21.1
ave	0.14±0.14	3.17±8.64	0.16±0.18	3.568±9.88	1.36±1.56	2.84±6.43	0.63±1.03	3.20±8.30	0.14±0.11	1.86±5.57
NH ₃ -N, มก/ล										
min-max	10.9-28.6	0.02-8.07	11.1-24.2	0.02-14.8	0.08-5.82	0.04-3.46	0.03-0.36	0.04-1.36	0.01-0.46	0.03-1.60
ave	20.1±4.80	2.59±2.67	19.0±3.95	3.85±5.08	2.18±2.04	1.19±1.29	0.15±0.09	0.58±0.45	0.12±0.12	0.23±0.40
TKN, มก/ล										
min-max	12.6-37.7	0.87-18.2	12.9-36.8	1.04-24.7	0.49-6.76	0.69-6.69	0.31-0.90	0.70-5.89	0.22-0.65	0.52-8.78
ave	25.7±6.90	6.35±5.36	24.9±6.85	7.54±6.66	3.40±2.29	2.66±1.76	0.63±0.18	2.59±1.59	0.41±0.14	1.87±2.10
Fecal Coliform, MPN/100 มล										
min	1,000,000	135	1,300,000	70	8	2	2	2	22	4
max	80,000,000	3,000,000	75,000,000	900,000	850	3,500	7	1,100	30,000	3,000

หมายเหตุ จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะ 12 ครั้ง

2.2.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ในช่วงฤดูการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 เป็นระยะที่มีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำรด ข้อมูลโลหะหนักในน้ำรดเฉลี่ยช่วงเวลาการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-12 ค่าที่ตรวจวัดต่ำกว่าค่า Limit of detection จะรายงานว่าไม่มีหรือเท่ากับศูนย์ตลอดการรายงานนี้

ตารางที่ 2-12 โลหะหนักในน้ำรดที่ใช้ปลูกข้าวในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ปลูกครั้งที่	ชนิดของน้ำรด	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มก./ล.)			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1 (10 มี.ค. – 16 ส.ค.43) ข้าวนาปรัง	IW	$0.002 \pm 0.004^{(1)}$	0.005 ± 0.012	0.003 ± 0.008	0.065 ± 0.054
	RW	0.002 ± 0.004	0.014 ± 0.016	0.005 ± 0.009	0.011 ± 0.057
	PE	0.002 ± 0.004	0.006 ± 0.010	0.005 ± 0.009	0.125 ± 0.037
	AS	0.003 ± 0.005	0.005 ± 0.008	0.001 ± 0.003	0.045 ± 0.026
	AL	0.001 ± 0.003	0.009 ± 0.014	0.001 ± 0.002	0.020 ± 0.015
2 (22 ส.ค. – 4 ธ.ค.43) ข้าวนาปี	IW	0	0.011 ± 0.015	0	0.050 ± 0.020
	RW	0.002 ± 0.004	0.016 ± 0.016	0.001 ± 0.002	0.140 ± 0.040
	PE	0	0.012 ± 0.019	0.001 ± 0.003	0.140 ± 0.040
	AS	0	0.008 ± 0.013	0	0.040 ± 0.010
	AL	0	0.017 ± 0.017	0.001 ± 0.001	0.050 ± 0.040

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2-12 พบว่าค่าโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในน้ำรดที่ใช้ปลูกข้าวมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่มีใช้ทะเลประเภท 3

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2-13 โลหะหนักในดินก่อนและหลังปลูกข้าว

ครั้งที่	ชนิดของน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มก.ก/ ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (10 มี.ค. – 16 ส.ค. 43)	IW	$0.38 \pm 0.14^{(1)}$	0	26.1 ± 5.7	23.0 ± 8.1	23.6 ± 2.3	23.3 ± 2.1	65.5 ± 6.0	63 ± 7.9
	RW	0.38 ± 0.14	0.13 ± 0.18	26.1 ± 5.7	23.2 ± 6.5	23.6 ± 2.3	22.7 ± 0.4	65.5 ± 6.0	58 ± 7.5
	PE	0.38 ± 0.14	0	26.1 ± 5.7	23.9 ± 6.9	23.6 ± 2.3	23.4 ± 1.2	65.5 ± 6.0	65 ± 5.8
	AS	0.38 ± 0.14	0	26.1 ± 5.7	22.1 ± 3.7	23.6 ± 2.3	28.1 ± 4.1	65.5 ± 6.0	64.5 ± 7.5
	AL	0.38 ± 0.14	0.13 ± 0.18	26.1 ± 5.7	24.6 ± 10.4	23.6 ± 2.3	22.6 ± 0.9	65.5 ± 6.0	71 ± 0
2 (22 ส.ค. – 4 ธ.ค. 43)	IW	0	0	23.0 ± 8.1	29.1 ± 9.4	23.3 ± 2.1	24.0 ± 0.4	63 ± 8.0	66 ± 9.0
	RW	0.13 ± 0.18	0	23.2 ± 6.8	25.3 ± 3.2	22.7 ± 0.4	24.9 ± 0.9	58 ± 7.7	62 ± 2.7
	PE	0	0	23.9 ± 6.9	23.5 ± 5.3	23.4 ± 1.2	22.6 ± 0.9	65 ± 5.8	60 ± 9.5
	AS	0	0	22.1 ± 3.7	21.3 ± 1.1	28.1 ± 4.2	24.4 ± 0.5	65 ± 7.4	61 ± 0.5
	AL	0.13 ± 0.18	0	24.6 ± 10.4	28.9 ± 8.0	22.6 ± 0.9	22.8 ± 0	71 ± 0	65 ± 6.9
3 (15 มี.ค. – 2 มิ.ย. 44)	IW	0.38 ± 0.14	0	26.1 ± 5.7	23.0 ± 8.1	23.6 ± 2.3	23.3 ± 2.1	65.5 ± 6.0	63 ± 7.9
	RW	0.38 ± 0.14	0.13 ± 0.18	26.1 ± 5.7	23.2 ± 6.5	23.6 ± 2.3	22.7 ± 0.4	65.5 ± 6.0	58 ± 7.5
	PE	0.38 ± 0.14	0	26.1 ± 5.7	23.9 ± 6.9	23.6 ± 2.3	23.4 ± 1.2	65.5 ± 6.0	65 ± 5.8
	AS	0.38 ± 0.14	0	26.1 ± 5.7	22.1 ± 3.7	23.6 ± 2.3	28.1 ± 4.1	65.5 ± 6.0	64.5 ± 7.5
	AL	0.38 ± 0.14	0.13 ± 0.18	26.1 ± 5.7	24.6 ± 10.4	23.6 ± 2.3	22.6 ± 0.9	65.5 ± 6.0	71 ± 0
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2-13 พบว่าค่าของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในดิน ไม่ว่าจะก่อนปลูกหรือหลังปลูกจะมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมาก ก่อนปลูกและหลังปลูกมีค่าไม่แตกต่างกัน หลังจากทดลองปลูกข้าวไปแล้วทั้งหมด 2 ครั้ง (ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2) ติดต่อกัน ไม่พบว่าการสะสมของ Cd Pb Cu และ Zn ในดินมากขึ้น (ส่วนครั้งที่ 3 เป็นการปลูกในแปลงทดลองที่สร้างใหม่)

2.2.3.3 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-14 คุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองปลูกข้าวระดับห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดิน จากแปลงที่ใช้	คุณสมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	OM (%)	N (%)	P (มก.ก./ก.)	K (มก.ก./ก.)
ก่อนเพาะปลูกทุกแปลง (Composite Sample)	5.9	2.64	-	15	102
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 1					
RW	5.7	0.88	0.04	91	175
PE	5.4	1.47	0.07	89	242
AS	5.5	0.84	0.04	91	228
AL	5.5	0.88	0.04	72	222
IW	5.6	1.01	0.05	69	161
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 2					
RW	6.6	1.04	0.06	23	134
PE	6.6	0.91	0.07	22	135
AS	6.5	1.51	0.06	17	64
AL	6.5	0.75	0.05	21	86
IW	6.6	1.13	0.06	19	174
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 3 ⁽¹⁾					
RW	6.6	1.45	0.07	21	118
PE	6.7	1.42	0.06	20	121
AS	6.5	1.01	0.05	19	60
AL	6.5	0.96	0.07	20	74
IW	6.7	1.01	0.07	10	150

หมายเหตุ (1) การเพาะปลูกครั้งที่ 3 ทำในแปลงทดลองที่สร้างใหม่ 10 แปลง โดยนำดินจาก
แหล่งเดียวกันกับก่อนเพาะปลูกครั้งที่ 1 มาเติม

ดินที่ใช้ทดลองมีลักษณะเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) ดินก่อนการปลูกมีลักษณะเป็นกรดปานกลางคือ pH อยู่ที่ 5.9 อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, OM) อยู่ในระดับค่อนข้างสูงคือเกิน 2.5% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินอยู่ในระดับปานกลางคืออยู่ที่ 15 มก.ก./ก. โปแตสเซียมในดินที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในระดับที่สูงคือที่ 102 มก.ก./ก.

หลังการเก็บเกี่ยวข้าวครั้งที่ 1 พบว่าทุกกรรมวิธีการให้น้ำมีค่า pH ลดลงเล็กน้อย คือก่อนปลูก pH อยู่ที่ระดับ 5.9 หลังเก็บเกี่ยว pH ลดลงมาอยู่ในช่วง 5.4-5.7 แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลาง ค่าอินทรีย์วัตถุก็พบว่ามีค่าลดลงเช่นกัน คือจากเดิมก่อนปลูกอยู่ที่ระดับ 2.64% หลังปลูกลดลงมาอยู่ในระดับต่ำสุดคือต่ำกว่า 1.5% ทุก ๆ กรรมวิธี ส่วนกรณีของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นหมด ฟอสฟอรัสเพิ่มจากระดับปานกลางไปอยู่ที่ระดับสูงมากคือเกิน 45 มก.ก./ก. ส่วนโปแตสเซียมเพิ่มจากระดับที่สูงเป็นสูงมากหมดทุกกรรมวิธีคือเกิน 120 มก.ก./ก.

หลังการเก็บเกี่ยวข้าวครั้งที่ 2 ดินทุกกรรมวิธีการของการทดลองมีค่า pH เพิ่มขึ้นจากเดิมที่อยู่ในระดับเป็นกรดปานกลางขึ้นไปอยู่ที่ระดับเป็นกลางคืออยู่ในช่วง 6.5-6.6 อินทรีย์วัตถุก็ยังคงอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกันกับหลังเก็บเกี่ยวข้าวครั้งที่ 1 ส่วนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินก็ลดต่ำลงหมด ทุกกรรมวิธีการของการให้น้ำโดยฟอสฟอรัสจากเดิมมีค่าระหว่าง 69-91 มก.ก./ก. ลดลงมาอยู่ในช่วง 17-23 มก.ก./ก. และโปแตสเซียมจากเดิมมีค่าในช่วง 161-242 มก.ก./ก. ลดลงมาอยู่ระหว่าง 64-174 มก.ก./ก. แต่ว่าฟอสฟอรัสก็ยังอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงถึงสูง คือยังอยู่ในระหว่าง 15-45 มก.ก./ก. และโปแตสเซียมก็ยังอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมากคืออยู่ระดับที่สูงกว่า 60 มก.ก./ก.

หลังการเก็บเกี่ยวข้าวครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นดินในแปลงเพาะปลูกข้าวที่สร้างใหม่และปลูกครั้งแรก ดินของทุกกรรมวิธีการทดลองมีค่า pH อยู่ใกล้เคียงกับหลังการปลูกครั้งที่ 2 คือยังอยู่ในระดับที่เป็นกลาง อินทรีย์วัตถุยังอยู่ในระดับที่ต่ำเช่นเดิม ไนโตรเจนรวมก็ยังคงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับหลังเก็บเกี่ยวการปลูกครั้งที่ 2 ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินก็ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับก่อนการปลูกครั้งนี้ โดยที่ฟอสฟอรัสยังอยู่ที่ระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงขณะที่โปแตสเซียมอยู่ในระดับที่สูงมาก

การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดินแปลงทดลองข้าวโดยสรุปพบว่าลักษณะของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้น้ำทั้ง 5 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด การเปลี่ยนแปลงมีลักษณะที่คล้าย ๆ กัน เช่นค่า pH นั้นเพิ่มขึ้นจากก่อนเริ่มต้นทดลองซึ่งอยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลางไปอยู่ที่ระดับเป็นกลาง อินทรีย์วัตถุนั้นก็ลดลงหมดจากระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาอยู่ที่ระดับต่ำ ไนโตรเจนรวมก็มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ขณะที่ฟอสฟอรัสและ

โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีค่าเพิ่มขึ้นเฉพาะหลังการปลูกครั้งแรก และลดลงในการปลูกครั้งที่ 2 และในการปลูกครั้งที่ 3 ถึงแม้ว่ามีการใส่ปุ๋ยเคมีก็ตามแต่ใส่ในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ

2.2.4 ด้านการปนเปื้อนต่อผลผลิต

ผลวิเคราะห์ข้าวที่สี่เป็นข้าวขาวและข้าวกล้อง โดยตัวอย่างคอมโพสิต (Composite sample) จากการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 ได้แสดงในตารางที่ 2-15 สำหรับการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ไม่ได้วิเคราะห์

ตารางที่ 2-15 โลหะหนักในข้าวขาวและข้าวกล้องจากแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ปลูกครั้งที่	ชนิดของ น้ำรด	ปริมาณโลหะหนักในข้าว (มก.ก./100 ก.น.น.สด)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ขาว	กล้อง	ขาว	กล้อง	ขาว	กล้อง	ขาว	กล้อง
2 (22 ส.ค. – 4 ธ.ค.43)	IW	0	0	0	0	152	164	1828	2055
	RW	0	0	4.4	0	275	185	2349	2346
	PE	0	0	0	0	290	237	2092	2282
	AS	0	0	0	0	267	188	2542	2017
	AL	0	0	4.6	0	266	155	2165	2010
3 (15 มี.ค. – 21 มี.ย.44)	IW	0	0	0	0	142	164	1613	2021
	RW	0	0	0	0	149	242	1518	2031
	PE	0	0	0	0	139	181	1674	1932
	AS	0	0	0	0	115	147	1671	1788
	AL	0	0	0	0	156	196	1586	2110
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (APFAN, 1994)		5		200		1,000		15,000	

จากตารางที่ 2-15 ไม่มีแคดเมียมในข้าวขาวและข้าวกล้องไม่ว่าจะใช้น้ำชนิดใดก็ตามในการปลูกครั้งที่ 2 และปลูกครั้งที่ 3 ส่วนตะกั่วจะพบว่ามีปริมาณ 4.4 และ 4.6 มก.ก./100 ก.น.น.สด ในการปลูกครั้งที่ 2 โดยใช้น้ำ RW และ AL ตามลำดับ แต่ก็ยังคงต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดอยู่มาก ในการปลูกครั้งที่ 3 ไม่พบตะกั่วในข้าวทั้ง 2 ชนิด ไม่ว่าจะรดด้วยน้ำชนิดใดก็ตามทองแดงในข้าวทั้ง 2 ชนิด ในการปลูกครั้งที่ 2 แปลงที่ใช้น้ำ IW มีค่าต่ำกว่าแปลงอื่นอย่างเห็นได้ชัด

ส่วนแปลงที่ใช้น้ำชนิดอื่น ๆ รวมทั้งการปลูกครั้งที่ 3 ทุกแปลงมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักและต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดประมาณ 4-8 เท่า สำหรับสิ่งกีดขวางเช่นเดียวกัน ข้าวขาวและข้าวกล้องจากแปลงที่รดโดยน้ำทั้ง 5 ชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ครั้ง และต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดประมาณ 6-9 เท่า ข้าวกล้องมีการสะสมโลหะหนักสูงกว่าข้าวขาวเล็กน้อย และอยู่ในระดับปลอดภัยในการบริโภค

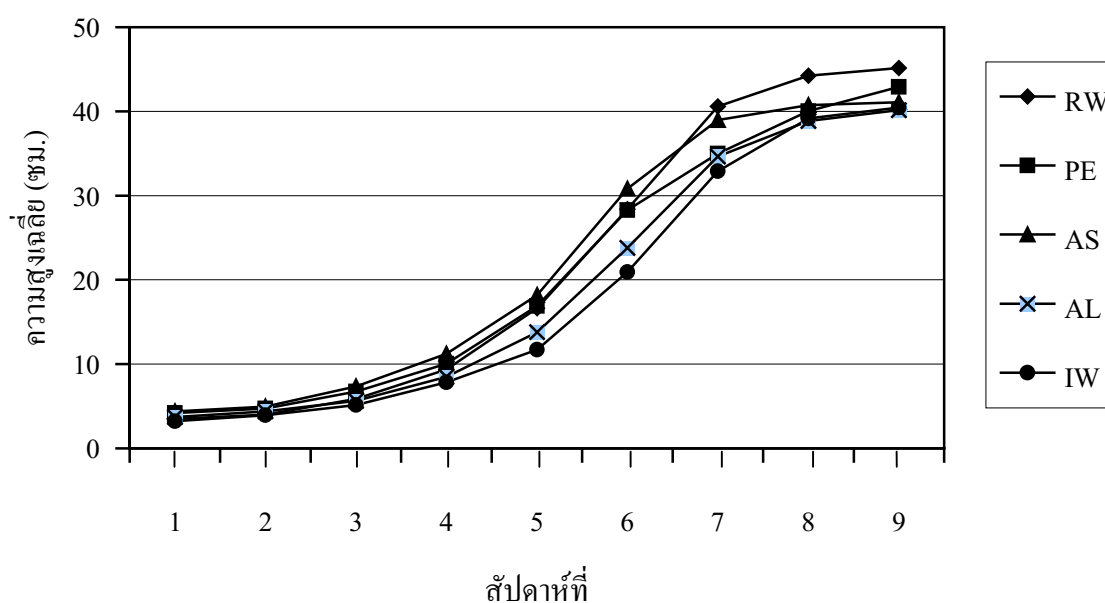
2.3 ผลการวิจัยในการปลูกดอกแอสเตอร์

2.3.1 ด้านเกษตรกรรม

2.3.1.1 การเจริญเติบโต

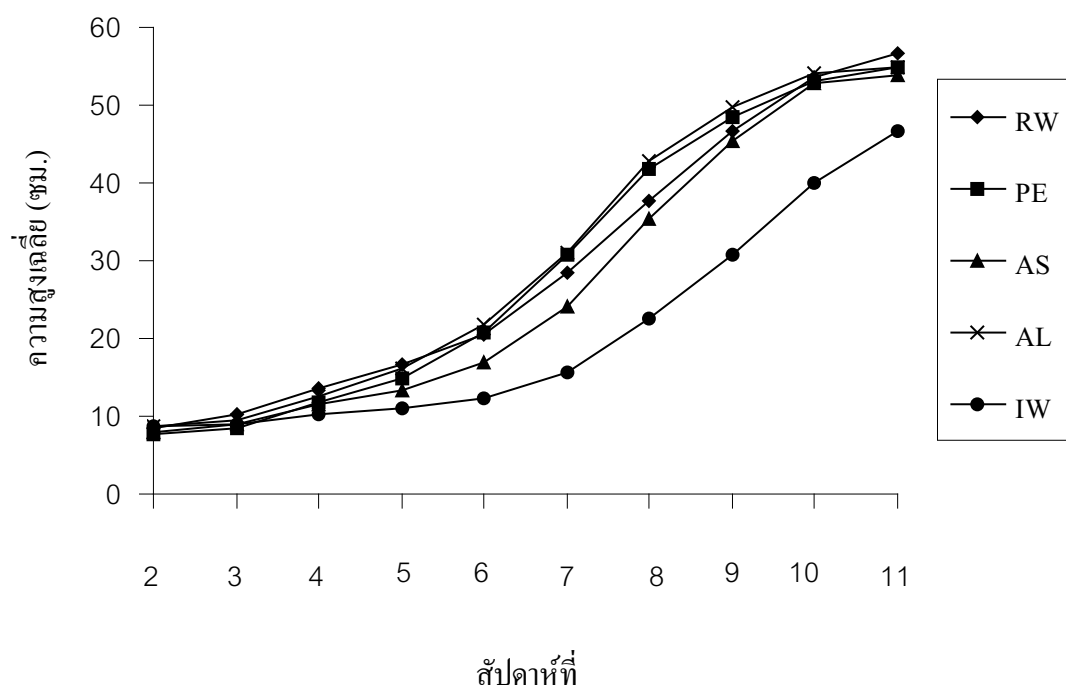
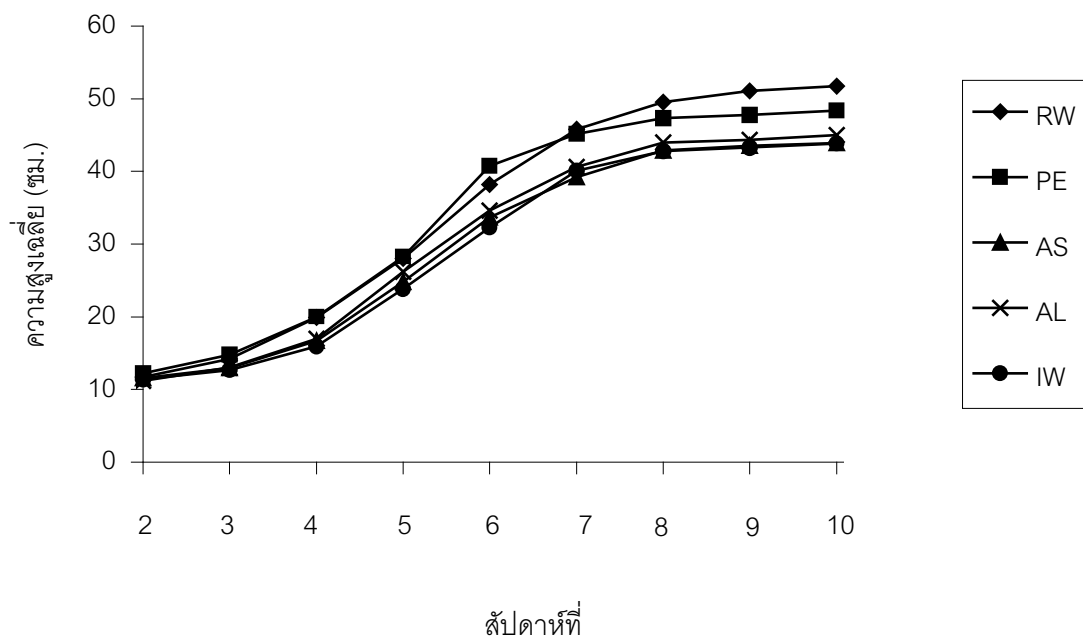
ก) ความสูง

ความสูงโดยเฉลี่ยของดอกแอสเตอร์ที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้ง 5 ชนิดได้แสดงในรูปที่ 2-12 (ข้อมูลดิบได้แสดงในภาคผนวก จ)



ก. ปลูกครั้งที่ 1

รูปที่ 2-12 ความสูงเฉลี่ยของดอกแอสเตอร์



ค. ปลูกรั้งที่ 3

รูปที่ 2-12 ความสูงเฉลี่ยของดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

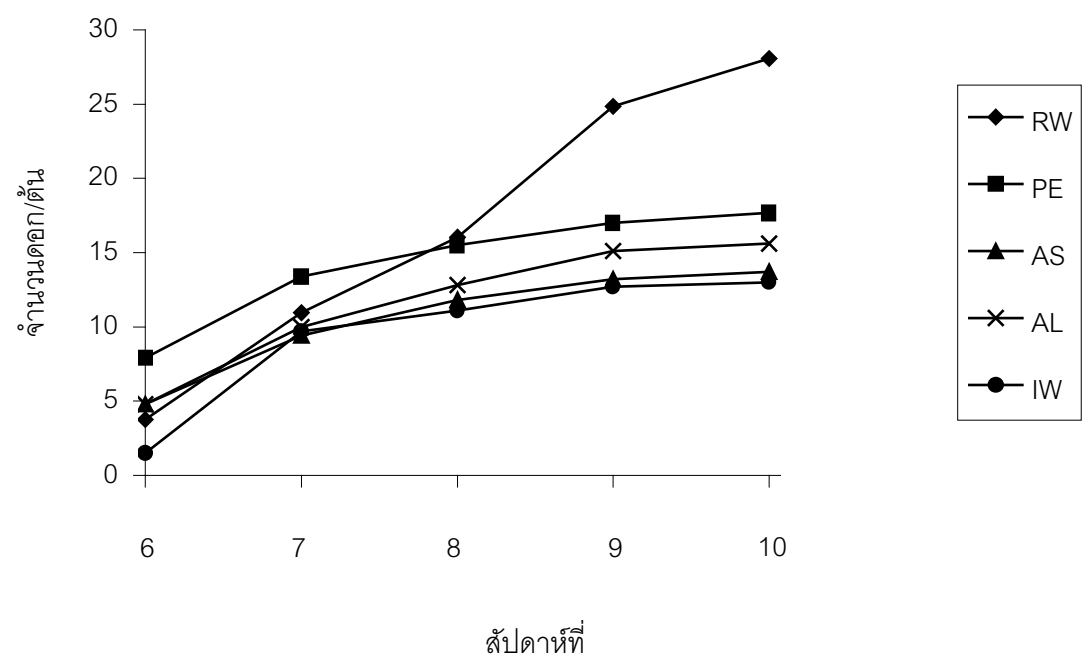
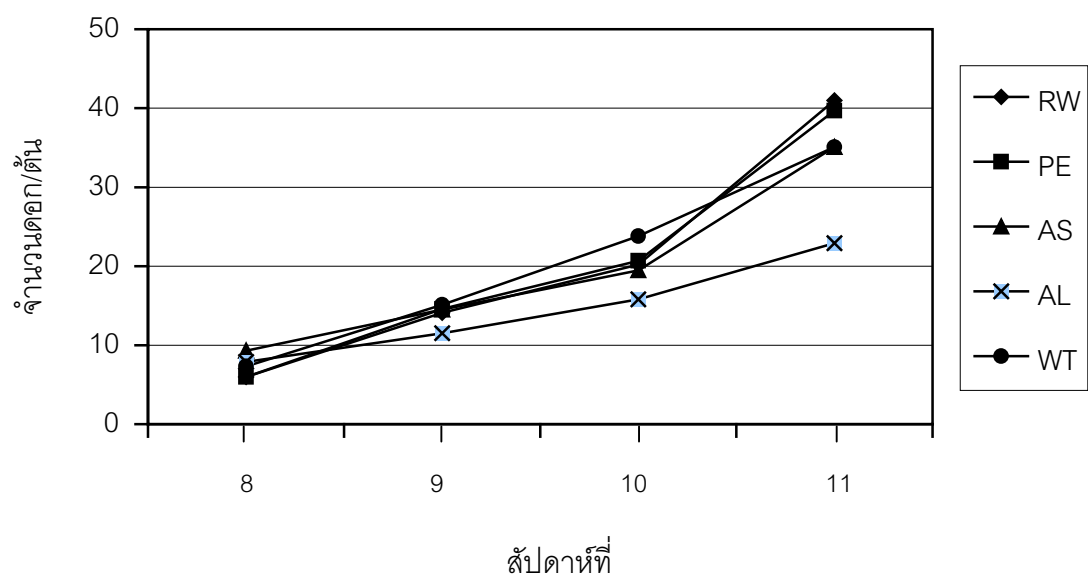
ในการปลูกครั้งที่ 1 เริ่มทำการวัดเมื่ออายุของดอกแอสเตอร์ 1 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกในแปลง และทำการวัด ต่อเนื่องไปทั้งหมดรวม 11 สัปดาห์ซึ่งพบว่า ในระยะแรกไม่ ปรากฏความแตกต่างอย่างเด่นชัด จะเริ่มปรากฏความแตกต่างให้เห็นในสัปดาห์ที่ 7 โดยดอกแอส เตอร์ที่ใช้น้ำ RW เริ่มมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ PE AS AL และ IW จนถึงระยะ เก็บเกี่ยวดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดขณะที่ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ AL มีความ สูงเฉลี่ยน้อยที่สุด

ในการปลูกครั้งที่ 2 เริ่มทำการวัดเมื่อดอกแอสเตอร์อายุ 2 สัปดาห์หลัง ย้ายปลูก และวัดต่อเนื่องไปทั้งหมดรวม 9 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าในระยะแรกไม่ปรากฏความแตกต่าง อย่างเด่นชัด จะเริ่มปรากฏความแตกต่างตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป โดยดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW และ PE มีลักษณะความสูงโดยเฉลี่ยมากกว่าดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำอีก 3 ชนิด และเมื่ออายุได้ 8 สัปดาห์ไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ดอกแอสเตอร์ที่ปลูกโดยใช้น้ำ RW มีความสูงโดยเฉลี่ยสูงสุด โดยที่ดอก แอสเตอร์ที่ใช้น้ำ PE มีความสูงเฉลี่ยรองลงมา ขณะที่ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำอีก 3 ชนิด มี ความสูงเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

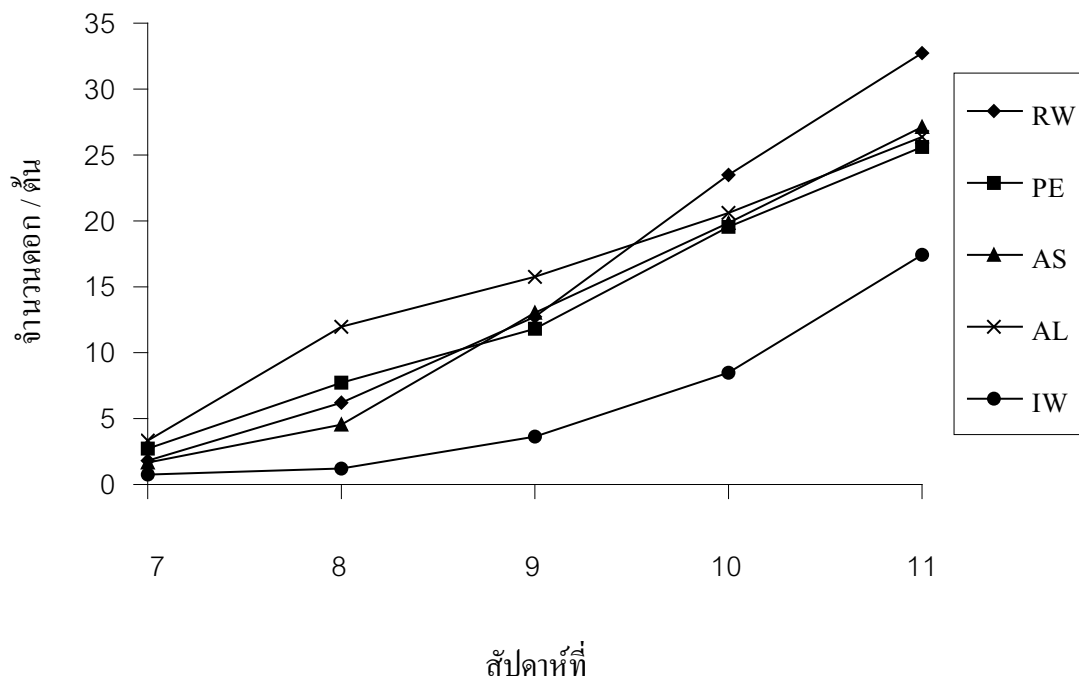
สำหรับการปลูกครั้งที่ 3 เริ่มทำการวัดเมื่อดอกแอสเตอร์อายุ 2 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก และทำการวัดต่อเนื่องไปทั้งหมดรวม 10 สัปดาห์ พบว่าในระยะแรกไม่ปรากฏความ แตกต่างอย่างชัดเจน จะเริ่มปรากฏความแตกต่างตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป โดยดอกแอสเตอร์ที่ ใช้น้ำ RW PE และ AL มีลักษณะความสูงเฉลี่ยสูงกว่าดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำอีก 2 ชนิด และเมื่ออายุ ได้ 8 สัปดาห์ไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และดอกแอส เตอร์ที่ใช้น้ำ PE มีความสูงเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งใกล้เคียงกับดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ AL และ AS ส่วน ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ IW มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุด

ข) จำนวนดอกต่อต้น

จำนวนดอกต่อต้นโดยเฉลี่ยของดอกแอสเตอร์ที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้ง 5 ชนิด ได้แสดงในรูปที่ 2-13 (ข้อมูลดิบได้แสดงในภาคผนวก ก)



รูปที่ 2-13 จำนวนดอกต่อต้นดอกแอสเตอร์



ค. ปลูกรั้งที่ 3

รูปที่ 2-13 จำนวนดอกต่อต้นดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

ในการปลูกครั้งที่ 1 พบว่าดอกแอสเตอร์ในถังทดลองเริ่มปรากฏดอกให้เห็นหลังจากปลูกได้ 6 สัปดาห์ ซึ่งสามารถทำการวัดต่อเนื่องได้เพียง 4 สัปดาห์ รูปแบบที่พบคล้ายกับความสูงของต้น คือระยะเริ่มออกดอกใหม่ ๆ จำนวนดอกต่อต้นไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน จนถึงระยะเก็บเกี่ยวคือสัปดาห์ที่ 9 หลังปลูก พบว่าดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW มีจำนวนดอกต่อต้นโดยเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 41 ดอกต่อต้น รองลงมาคือดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ PE ที่มีจำนวนดอกเฉลี่ย 39.7 ดอกต่อต้น และ AL ให้จำนวนดอกต่อต้นต่ำสุด

ในการปลูกครั้งที่ 2 ดอกแอสเตอร์เริ่มปรากฏเมื่ออายุได้ 6 สัปดาห์ หลังปลูก และสามารถทำการวัดต่อเนื่องได้ 5 สัปดาห์ ในช่วงแรกของการวัด (สัปดาห์ที่ 6 และ 7) จำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกันเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 8 ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW และ PE เริ่มมีจำนวนดอกโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าการใช้น้ำอีก 3 ชนิด ในสัปดาห์ที่ 9 และ 10 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยว ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW ก็มีจำนวนดอกโดยเฉลี่ยสูงกว่าการใช้น้ำชนิดอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดและดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ PE มีจำนวนดอกเฉลี่ยรองลงมา ขณะที่ดอกแอสเตอร์ที่ปลูกโดยน้ำอีก 3 ชนิด มีจำนวนดอกโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

สำหรับการปลูกครั้งที่ 3 เริ่มปรากฏดอกเมื่ออายุได้ 7 สัปดาห์หลังปลูกและสามารถทำการวัดต่อเนื่องได้ 5 สัปดาห์ ในช่วงแรกของการวัดคือ สัปดาห์ที่ 7 และ 8 จำนวนดอกต่อต้นไม่แตกต่างกัน จนถึงสัปดาห์ที่ 9 ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW PE AS และ AL เริ่มมีจำนวนดอกโดยเฉลี่ยสูงกว่าที่ใช้น้ำ IW และในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 ดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ RW มีจำนวนดอกโดยเฉลี่ยสูงกว่าที่ปลูกโดยใช้น้ำชนิดอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด และดอกแอสเตอร์ที่ใช้น้ำ AL มีจำนวนดอก โดยเฉลี่ยรองลงมาซึ่งใกล้เคียงกับการใช้น้ำ PE และ AS โดยจำนวนดอกที่ปลูกโดยใช้น้ำ IW มีจำนวนดอกน้อยที่สุด

โดยสรุป จากการทดลองใช้น้ำ 5 ชนิดในการปลูกดอกแอสเตอร์ที่แปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการในการปลูกทั้ง 2 ครั้ง พบว่าในแง่การเจริญเติบโตซึ่งวัดในรูปความสูงโดยเฉลี่ย และผลผลิตที่วัดในรูปจำนวนดอกต่อต้นโดยเฉลี่ยนั้น ดอกแอสเตอร์ที่ปลูกโดยใช้น้ำ RW มีการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตในรูปของจำนวนดอกต่อต้นที่สูงกว่ากรรมวิธีการให้น้ำชนิดอื่น ๆ และดอกแอสเตอร์ที่ปลูกโดยใช้น้ำ PE AL และ AS นั้นมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตรองลงมา ส่วนดอก แอสเตอร์ที่ปลูกโดยใช้น้ำ IW นั้นมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าการใช้น้ำทั้ง 4 ชนิด

2.3.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

2.3.2.1 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ปริมาณน้ำเข้า (น้ำรดแปลงและน้ำฝน) และน้ำซึมออกจากแปลงทดลองในการเพาะปลูกทั้ง 3 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 2-14 ถึง 2-16 ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่าในช่วงต้นของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 คือ เดือนมิถุนายนเกิดฝนตกหนักระยะหนึ่ง จึงทำให้น้ำซึมออกจากแปลงทดลองมีปริมาณมากกว่าน้ำที่ใส่รด แต่ก็ยังน้อยกว่าน้ำเข้ารวม สำหรับการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 พบว่าปริมาณน้ำซึมออกแปลงมีค่าน้อยกว่าน้ำรดตลอดช่วงการเพาะปลูก

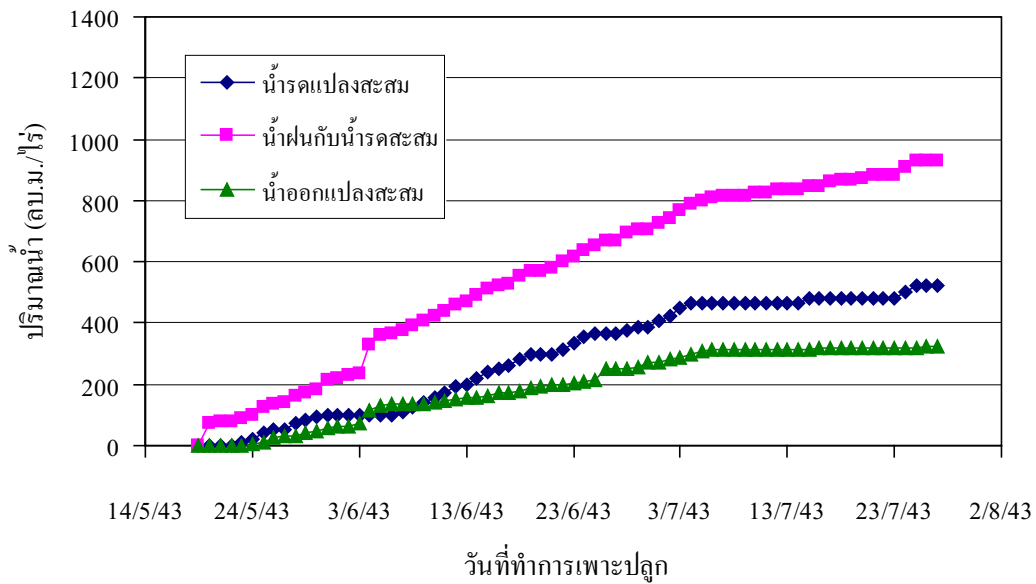
ในส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกดอกแอสเตอร์สามารถแสดงได้ดังในตารางที่ 2-16 ซึ่งจะเห็นว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 น้ำเข้าแปลงร้อยละ 55-57 เป็นน้ำรด ในขณะที่การเพาะปลูกครั้งที่ 2 น้ำเข้าแปลงที่เป็นน้ำรดมีสัดส่วนอยู่ในช่วงร้อยละ 52-53 ของน้ำเข้าแปลงรวม และในการเพาะปลูกครั้งที่ 3 ปริมาณน้ำรดมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 99 ของน้ำเข้ารวม ดังนั้นเส้นกราฟของน้ำรดกับน้ำเข้ารวมในรูปที่ 2-16 จึงเกือบเป็นเส้นเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำรดแปลงทั้ง 3 ครั้งพบว่า ครั้งที่ 1 มีปริมาณน้ำรดต่ำที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีระยะเวลาการเพาะปลูกสั้นที่สุดคือ 70 วัน ในขณะที่การเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 มีระยะเวลาการเพาะปลูก 89 วัน และ 82 วัน ตามลำดับ สำหรับน้ำรดแปลงของการเพาะปลูกครั้งที่ 3 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำเข้ารวมพบว่า น้ำเข้ารวมของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าสูงสุดเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนเข้าแปลงมากที่สุด ในขณะที่น้ำเข้ารวมของการเพาะปลูกครั้งที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้ำรดสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนเข้าแปลงน้อยมาก

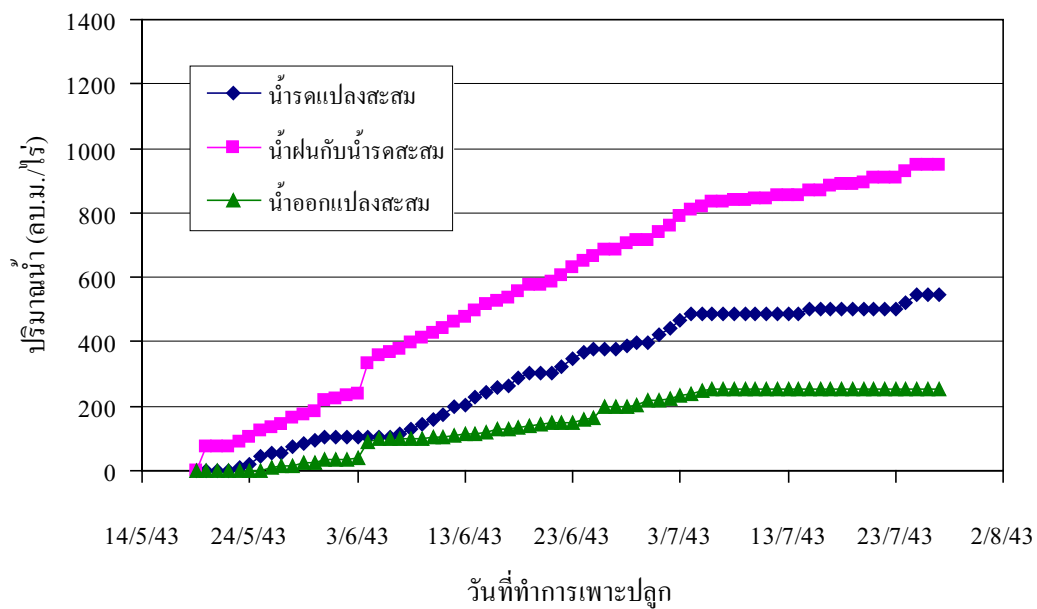
อนึ่ง เมื่อพิจารณาน้ำรดแปลงโดยเฉลี่ยต่อวันพบว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนต่อวันของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าสูงกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 จึงทำให้น้ำเข้ารวมต่อวันของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่ามากกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ในส่วนของการเพาะปลูกครั้งที่ 3 พบว่าน้ำรดแปลงโดยเฉลี่ยต่อวันมีค่าสูงสุด แต่เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนน้อยมาก จึงทำให้น้ำเข้ารวมต่อวันมีค่าต่ำที่สุด

สำหรับปริมาณน้ำซึมได้แปลงพบว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีปริมาณน้ำซึมสูงสุดเนื่องจากมีระยะเวลาการเพาะปลูกนานที่สุด แต่เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำซึมต่อวันและปริมาณน้ำซึมต่อน้ำเข้าทั้งหมด กลับพบว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าลดลงกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ทั้ง ๆ ที่ปริมาณน้ำเข้ารวมโดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากดินที่ใช้ในการเพาะปลูกการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีความร่วนซุยน้อยลง ในกรณีของการเพาะปลูกครั้งที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำซึมมีค่าต่ำกว่าของฤดูกาลอื่น ๆ มาก นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราส่วนปริมาณน้ำซึม

ต่อน้ำเข้าแปลงทุกชนิด ยกเว้นแปลงที่รดด้วยน้ำ PE มีค่าลดต่ำลงจากการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 อย่างมาก

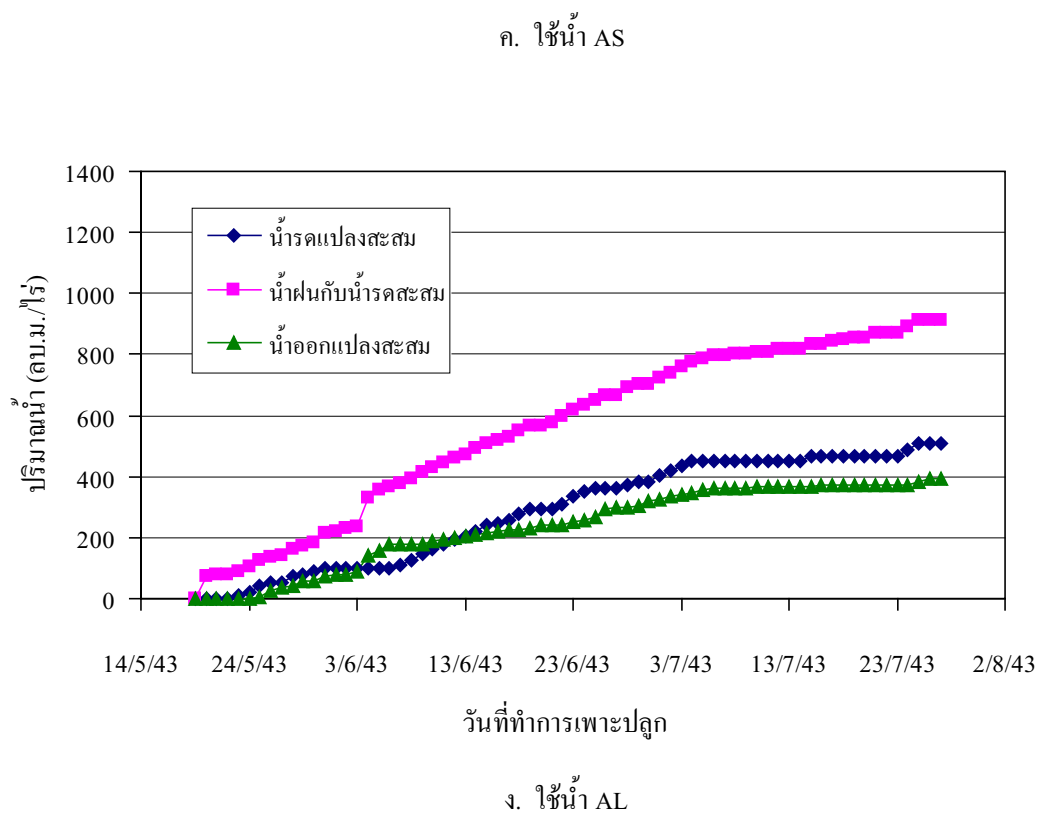
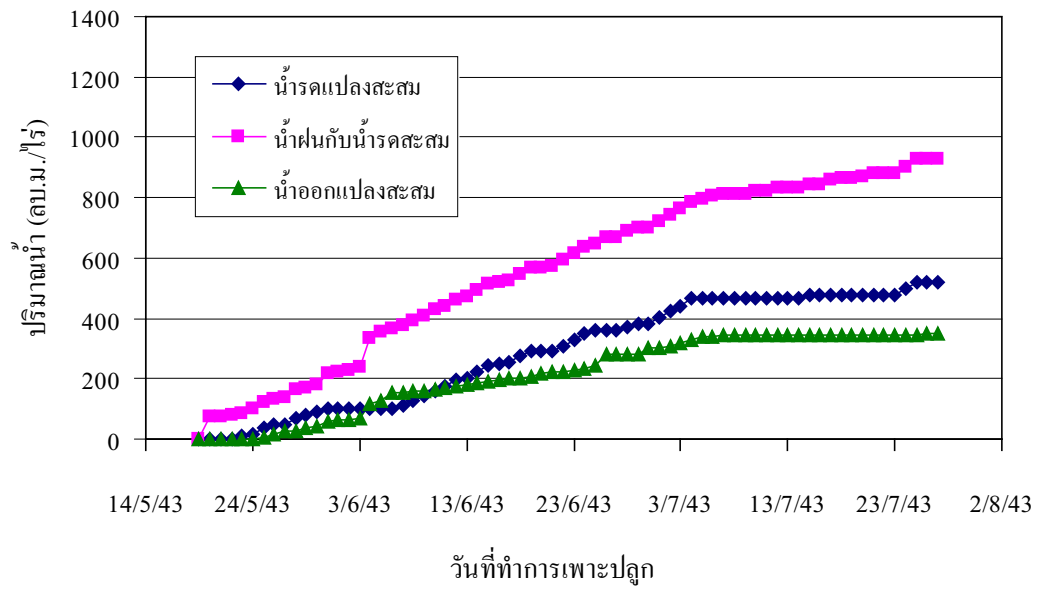


ก. ใช้น้ำ RW

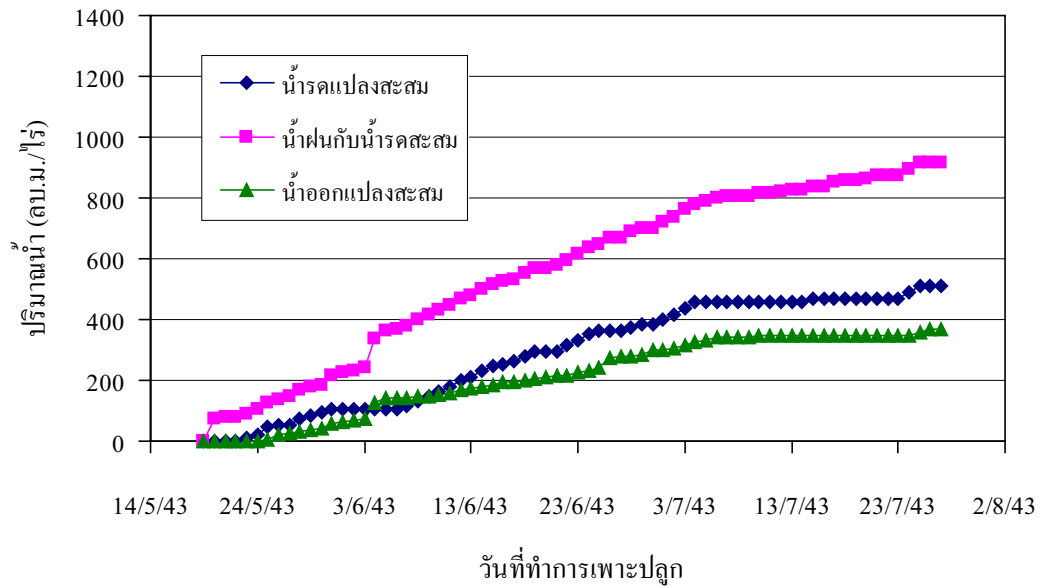


ข. ใช้น้ำ PE

รูปที่ 2-14 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงดอกแอสเตอร์ ในการปลูกครั้งที่ 1

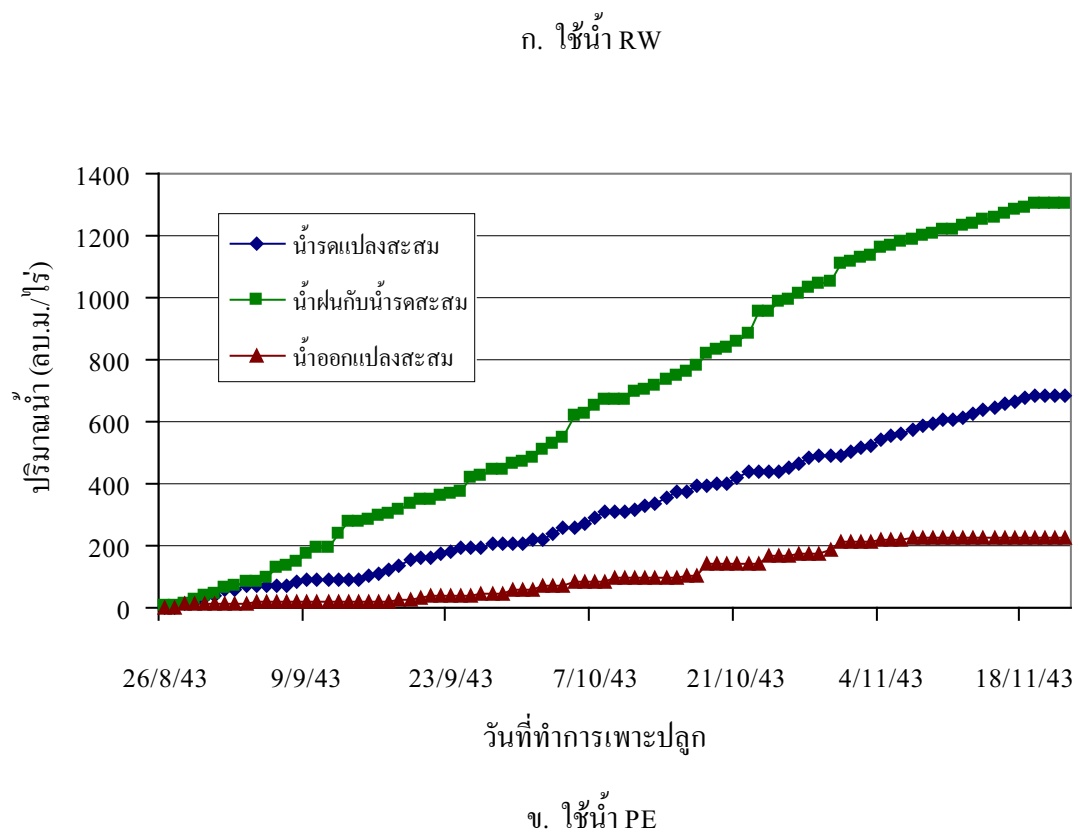
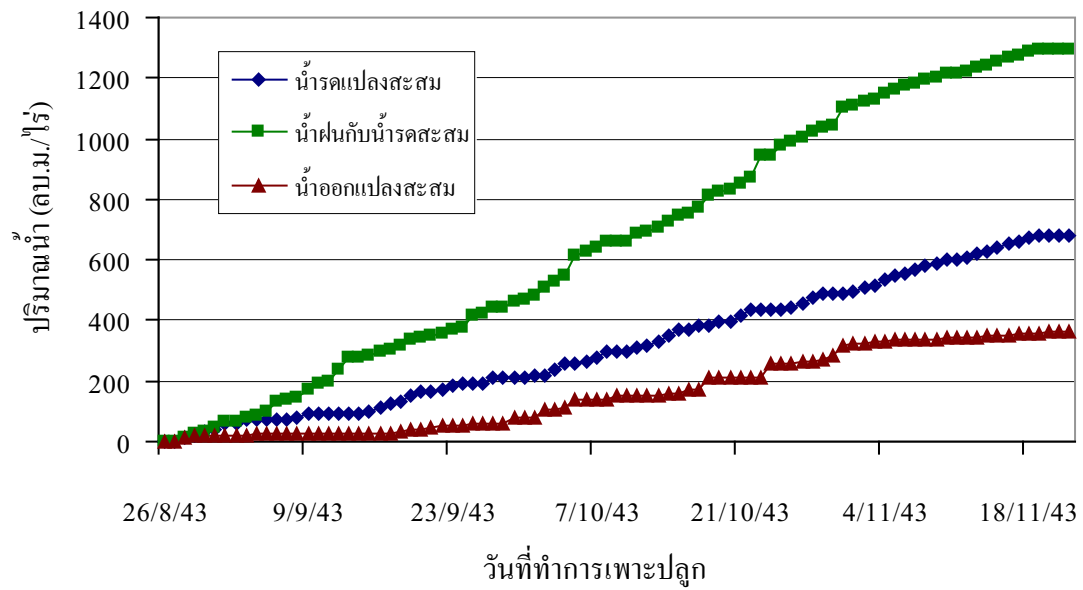


รูปที่ 2-14 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 1 (ต่อ)

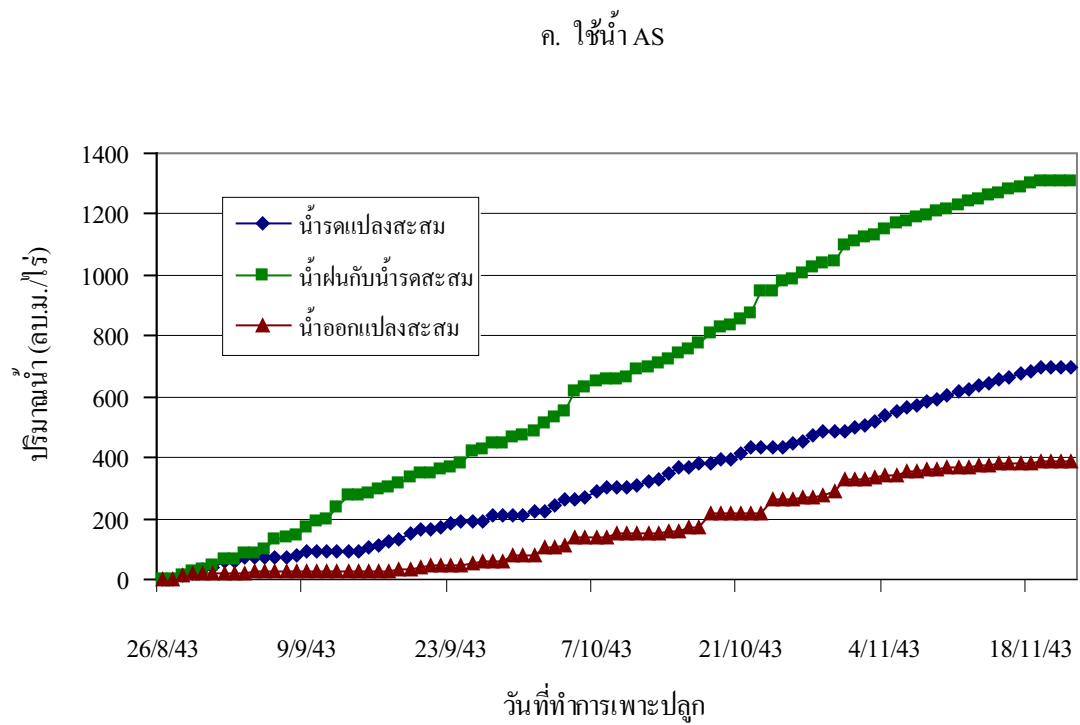
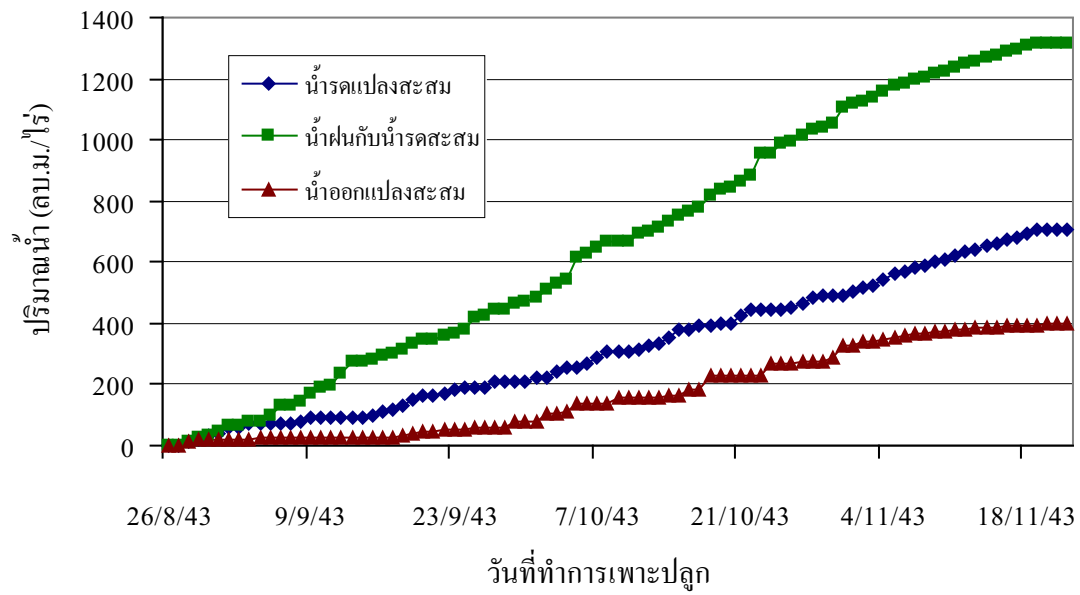


จ. ใช้น้ำ IW

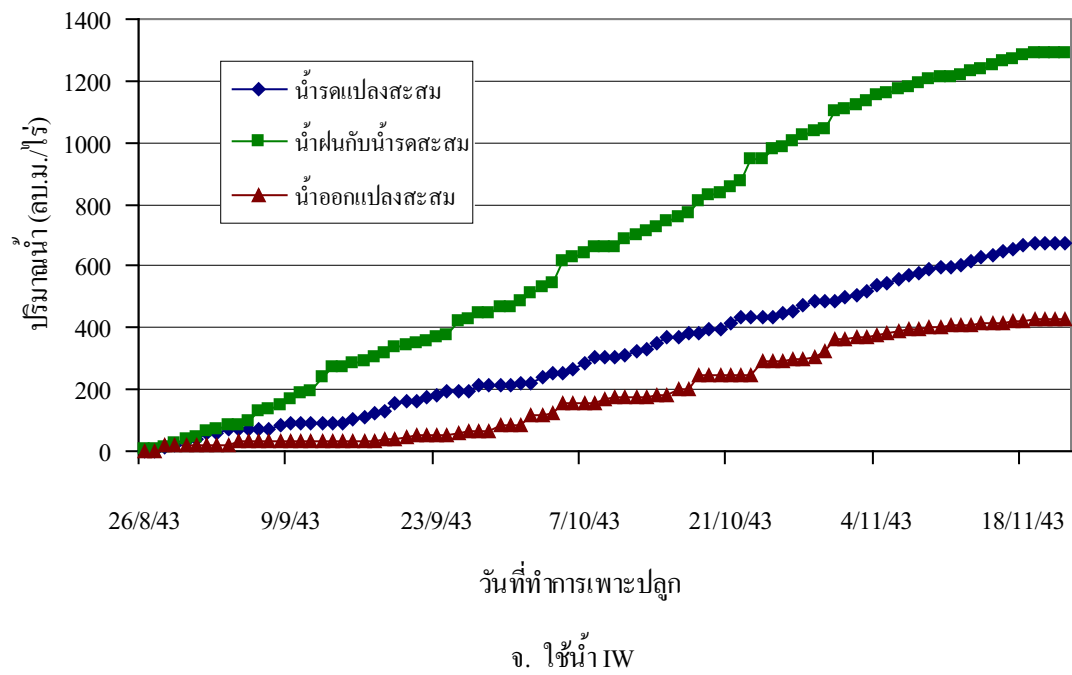
รูปที่ 2-14 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 1 (ต่อ)



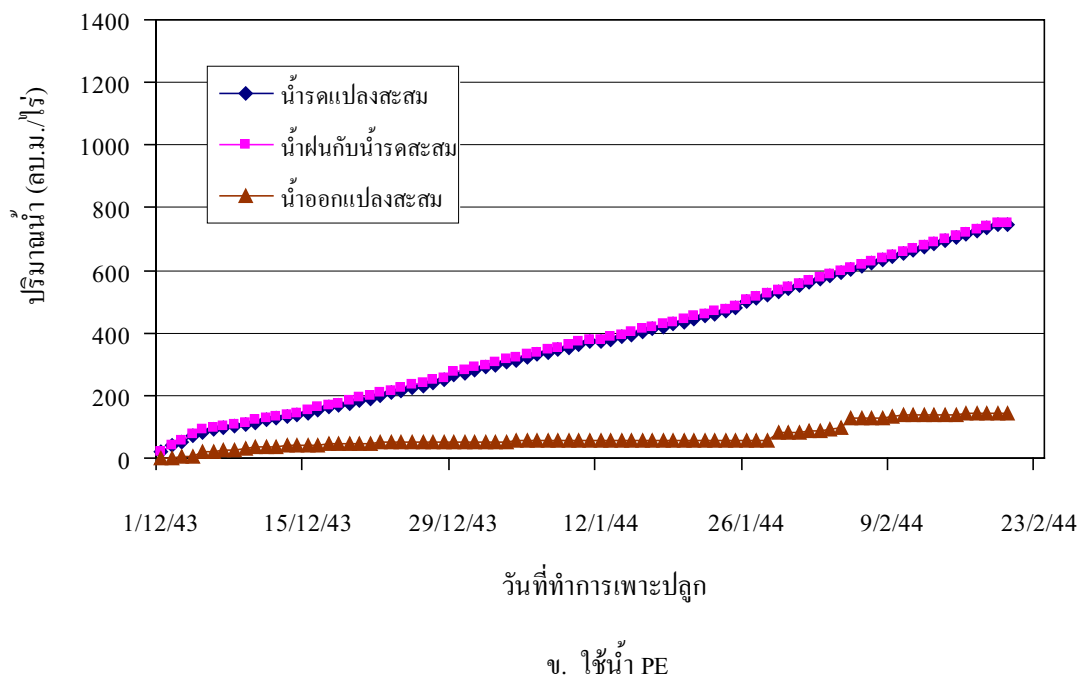
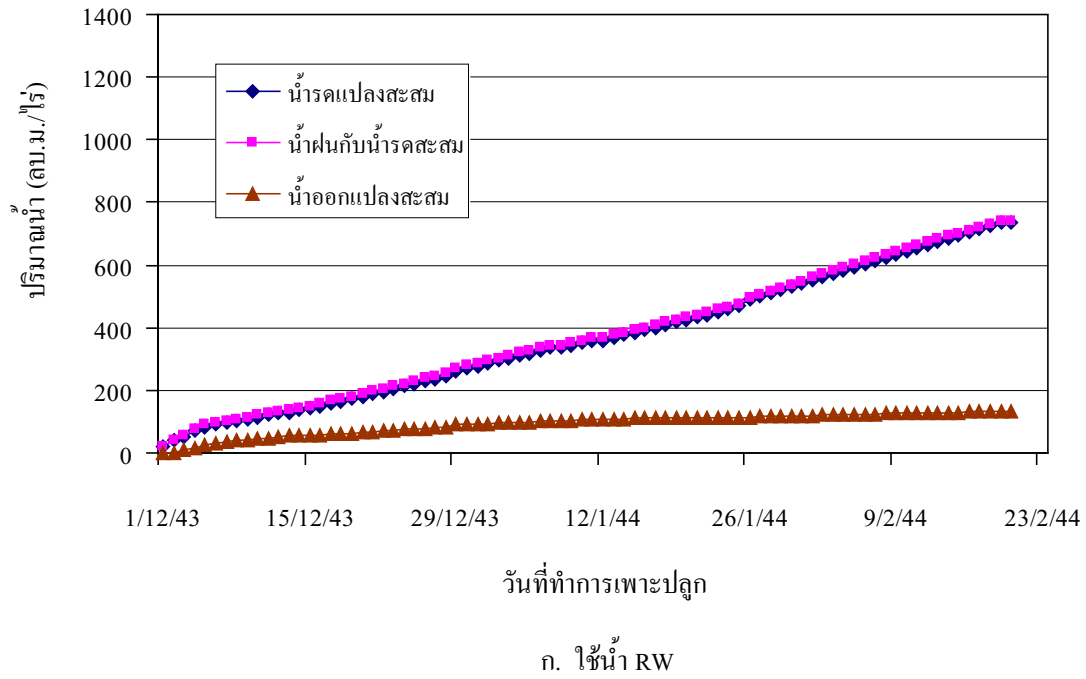
รูปที่ 2-15 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวมของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 2



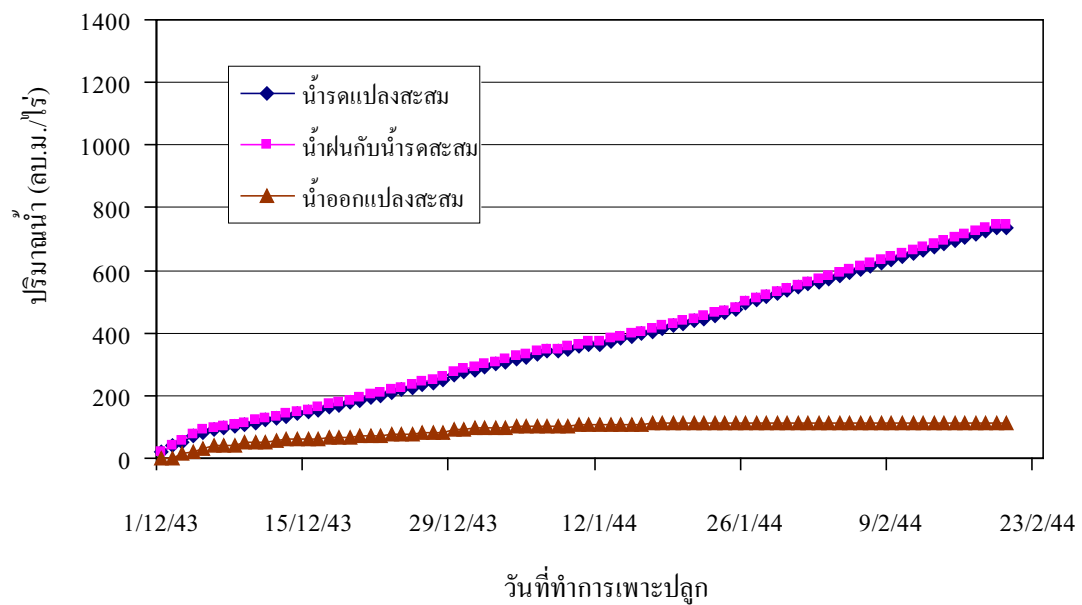
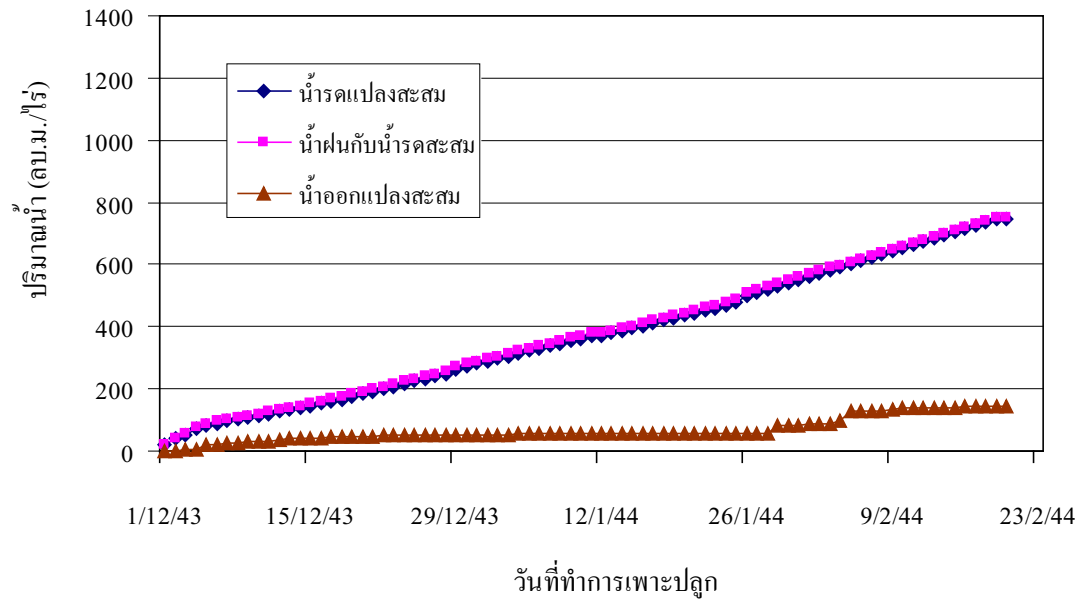
รูปที่ 2-15 ปริมาณสะสมของน้ำรีด น้ำซึม และน้ำเข้ารวมของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 2 (ต่อ)



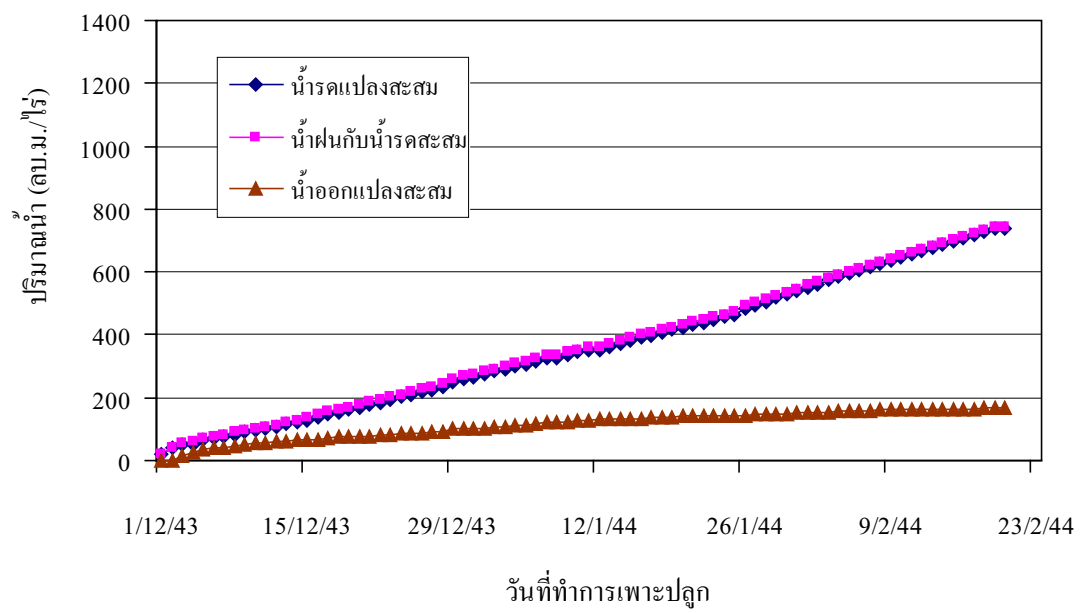
รูปที่ 2-15 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวมของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 2 (ต่อ)



รูปที่ 2-16 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 3



รูปที่ 2-16 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 3 (ต่อ)



จ. ใช้น้ำ IW

รูปที่ 2-16 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงดอกแอสเตอร์
ในการปลูกครั้งที่ 3 (ต่อ)

ตารางที่ 2-16 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกดอกแอสเตอร์ของแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ชนิดของ น้ำที่ใช้ ทดลอง	ปริมาณน้ำเข้า, ลบ.ม./ไร่									ปริมาณน้ำซึมได้แปลง, ลบ.ม./ไร่			ปริมาณน้ำซึมต่อเนื่อง ทั้งหมด, %		
	น้ำรด			น้ำฝน			น้ำรวม			การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 3	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 3
	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 3	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 3	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 3						
RW	523	681	735	429	615	8	929	1296	743	326	361	131	35.1	27.8	17.6
PE	544	686	744	429	615	8	950	1301	752	256	229	142	26.9	17.6	18.9
AS	520	703	746	429	615	8	926	1318	754	352	397	118	38.0	30.1	15.6
AL	508	696	738	429	615	8	914	1311	746	392	389	111	42.9	29.7	14.9
IW	512	677	736	429	615	8	918	1292	744	368	428	168	40.1	33.1	22.6

หมายเหตุ การเพาะปลูกครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18 พฤษภาคม 2543 – 28 กรกฎาคม 2543

การเพาะปลูกครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 26 สิงหาคม 2543 – 28 พฤศจิกายน 2543

การเพาะปลูกครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2543 – 20 กุมภาพันธ์ 2544

2.3.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำซึมจากแปลงทดลอง

จากตารางที่ 2-16 พบว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 มีน้ำฝนที่เข้าแปลงทดลองในสัดส่วนที่สูง แต่ไม่อาจเก็บตัวอย่างน้ำที่รดและน้ำฝนรวมกันได้ ข้อมูลที่มีคือลักษณะน้ำที่รดทั้ง 5 ชนิดคือ RW PE AS AL IW และน้ำซึมออกจากแปลงทดลองซึ่งเป็นผลผลิตของน้ำที่รดและน้ำฝนเมื่อผ่านแปลงเพาะปลูกไปแล้ว ข้อมูลการแปรผันลักษณะน้ำรดและน้ำซึมในบางพารามิเตอร์ของทั้ง 3 ถัดการเพาะปลูกได้แสดงในรูปที่ 2-17 ถึงรูปที่ 2-20

จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่าน้ำรดและน้ำซึมจากแปลงทดลองมีปริมาณ BOD และการแปรผันค่าของ BOD ในลักษณะที่เหมือน ๆ กันทั้ง 3 การเพาะปลูก โดยพบว่าน้ำรดที่เป็น RW และ PE มีค่า BOD สูง และมีการแปรผันค่อนข้างสูงด้วย ในขณะที่น้ำ AL มี BOD ต่ำและมีการแปรผันเล็กน้อยในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 3 ส่วนน้ำ AS และ IW มีปริมาณ BOD ต่ำและค่อนข้างคงที่ ในส่วนของน้ำซึมพบว่าน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองมีค่าต่ำและมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีการแปรผันค่อนข้างน้อย สำหรับในกรณีที่น้ำรดเป็น RW และ PE น้ำซึมจะมี BOD ลดต่ำลงจากน้ำรดมาก ในขณะที่น้ำซึมจากแปลง AS, AL และ IW มี BOD ที่ใกล้เคียงกันกับค่า BOD ของน้ำรด และในบางครั้งกลับมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากของน้ำรดด้วย

ในกรณีของ COD ก็เช่นเดียวกันกับของ BOD โดยพบว่าน้ำรดที่เป็น RW และ PE มีค่า COD สูง และมีการแปรผันค่อนข้างสูง ในขณะที่น้ำ AL, AS และ IW มีค่า COD ต่ำ (ไม่เกิน 50 มก/ล) และมีการแปรผันในช่วงแคบ ๆ สำหรับน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง RW และ PE พบว่าส่วนใหญ่มีค่าลดต่ำลงกว่าของน้ำรด โดยในช่วงแรกของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 จะยังคงมีค่าสูง แต่กลับมีค่าลดต่ำลงอย่างมากในช่วงปลายฤดูการเพาะปลูก และมีค่าใกล้เคียงกันกับของน้ำซึมที่ออกจากแปลงทดลองที่รดด้วยน้ำประเภทอื่น ๆ ในขณะที่การเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 COD ของน้ำซึมจากแปลงทดลอง RW และ PE มีค่าต่ำในช่วงต้นฤดู และกลับมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในช่วงปลาย สำหรับน้ำซึมจากแปลง AS, AL และ IW พบว่าส่วนใหญ่มีค่า COD ต่ำ และมีค่าใกล้เคียงกันกับของน้ำรดและในบางครั้งกลับมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากของน้ำรดเช่นเดียวกันกับกรณีของ BOD

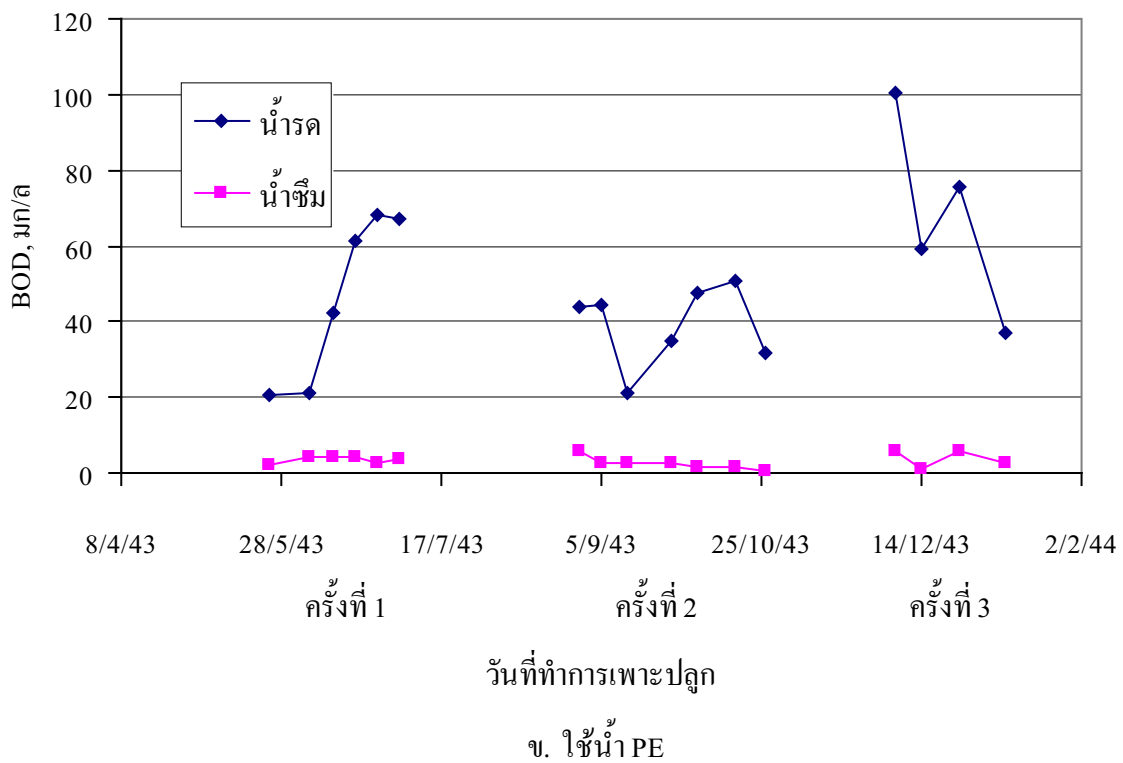
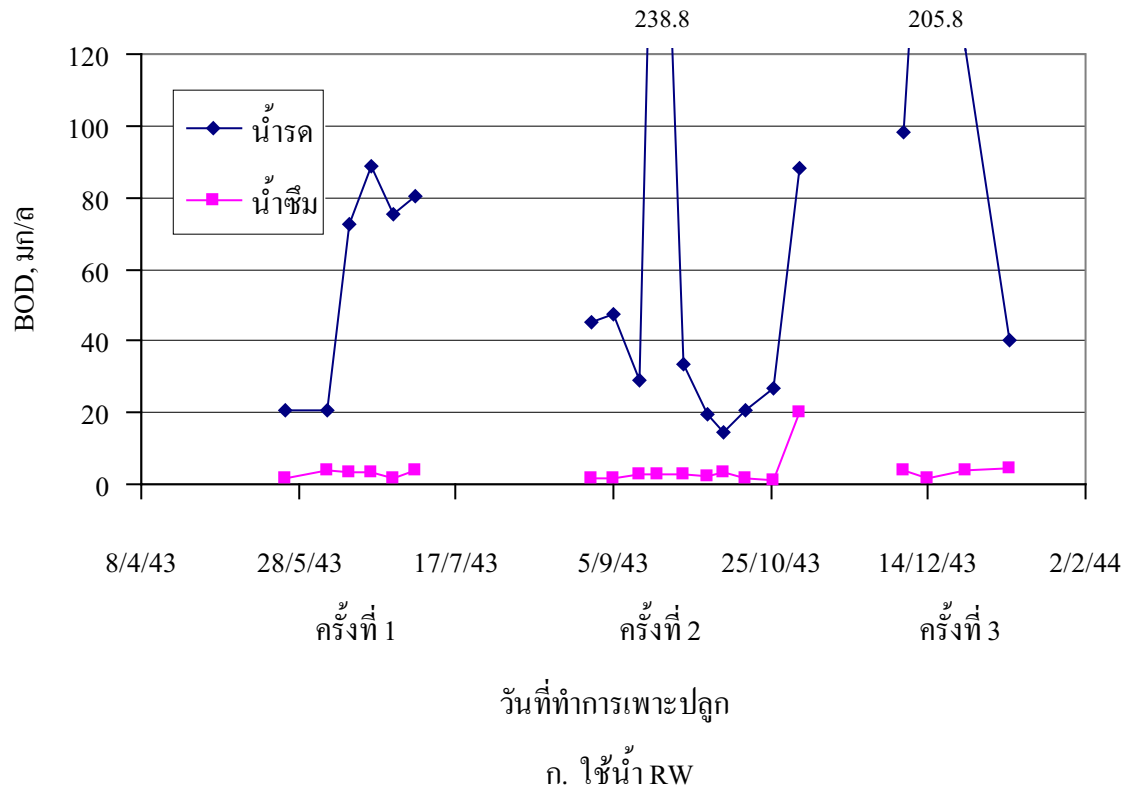
ในส่วนของไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนพบว่าน้ำรดที่เป็น RW, PE, AL และ IW ส่วนใหญ่มีค่าต่ำและแปรผันในช่วงแคบ ๆ ในทุกการเพาะปลูก ในขณะที่น้ำ AS มีไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนสูงกว่าน้ำอื่น ๆ และมีค่าค่อนข้างแปรปรวนในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 แต่ในการเพาะปลูกอื่น ๆ น้ำ AS มีไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนต่ำกว่าครั้งที่ 1 โดยยังมีค่าสูงกว่าน้ำรดประเภทอื่น ๆ เล็กน้อย ในส่วนของน้ำซึมจากแปลงทดลอง RW, PE, AL และ IW พบว่าในทุกการเพาะปลูกส่วนใหญ่มีค่าไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นจากน้ำรดเป็นอย่างมาก โดยในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากในช่วงต้นและกลางฤดูการเพาะปลูก และในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 พบว่าวันแรกของการเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นวันที่ 6 ของการเพาะปลูก และในวันที่

33 ของการเพาะปลูกนั้นพบว่ามีการชะไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนออกมามาก ส่วนในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 พบว่ามีการชะไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนออกมามากในวันที่ 25 ของการเพาะปลูก หลังจากนั้นไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนในน้ำซึมกลับมีค่าลดลงในช่วงปลายฤดูเพาะปลูก ในส่วนของน้ำ AS พบว่าส่วนใหญ่ไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนในน้ำซึมของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีค่าน้อยกว่าของน้ำรด ยกเว้นในวันที่ 6 และวันที่ 33 ของการเพาะปลูกที่มีค่าสูงขึ้นมากว่าของน้ำรดอย่างมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการเติมปุ๋ยในวันก่อนหน้าทำการเก็บตัวอย่างน้ำซึม เช่น ในวันที่ 30 ของการเพาะปลูก เมื่อไปเก็บตัวอย่างน้ำในวันที่ 33 จึงพบไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนในน้ำซึมของทุกแปลงทดลองในปริมาณที่สูง สำหรับในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า น้ำซึมจากแปลงทดลอง AS มีค่าไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นจากน้ำรดอย่างมาก และมีลักษณะการแปรผันเหมือนกับของน้ำซึมจากแปลงทดลองชนิดอื่น ๆ

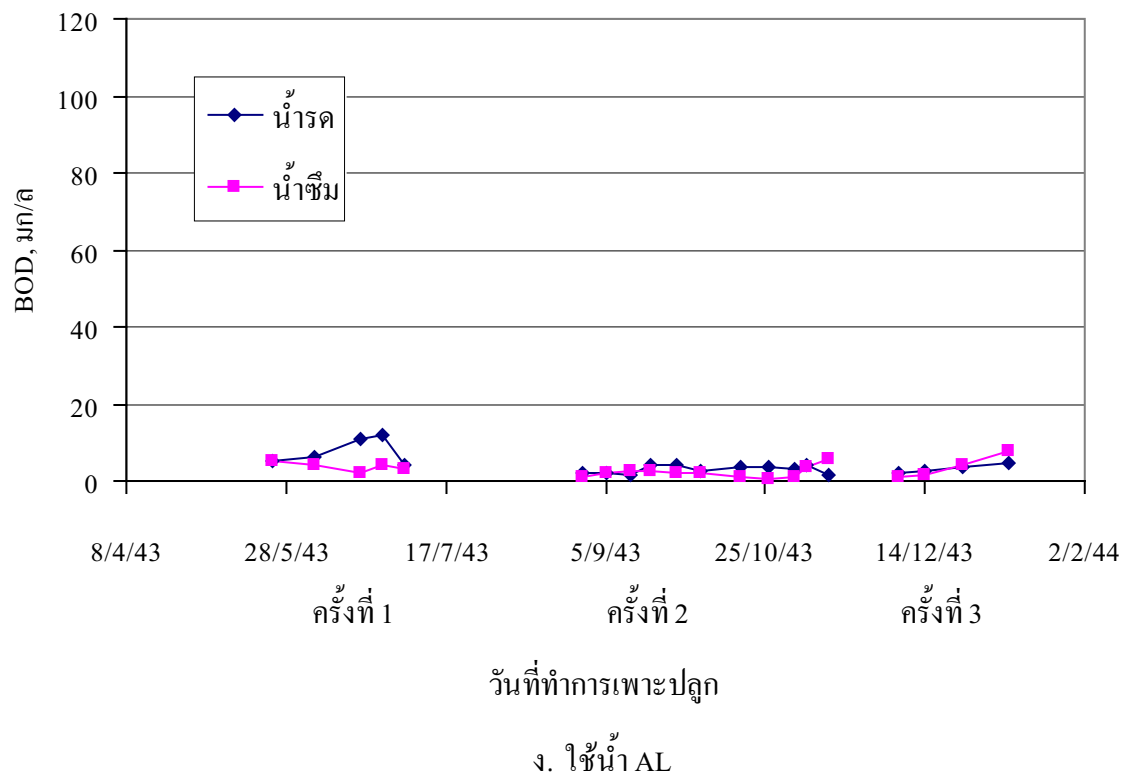
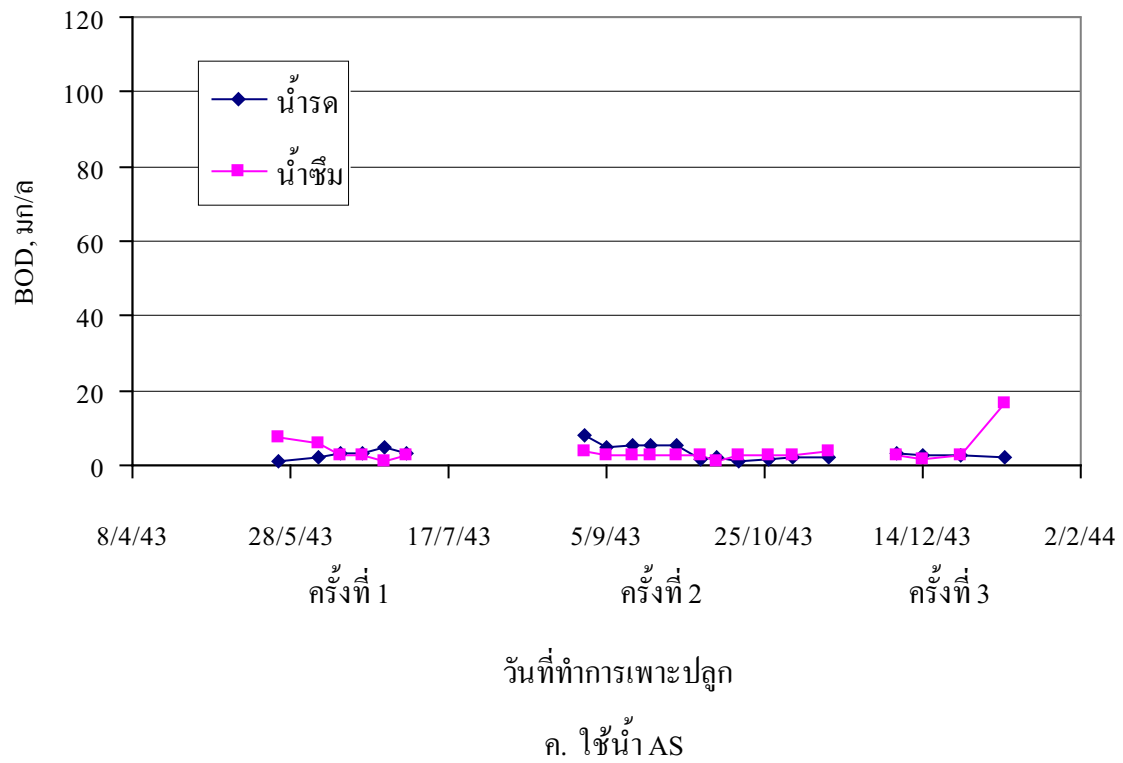
ในกรณีของแอมโมเนียไนโตรเจนนั้น น้ำรดที่เป็น RW และ PE ของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีข้อมูลน้อย ไม่เพียงพอที่จะเปรียบเทียบการแปรผัน ในส่วนของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 ซึ่งแสดงในรูปที่ 2-20 พบว่าน้ำรดที่เป็น RW และ PE มีแอมโมเนียไนโตรเจนที่สูงมาก และมีการแปรผันค่อนข้างมาก ในขณะที่น้ำ AS AL และ IW มีแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำมาก ในทุกการเพาะปลูก เมื่อพิจารณาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำออกพบว่า น้ำออกจากแปลง RW และ PE มีแอมโมเนียไนโตรเจนลดต่ำลงจากของน้ำรดอย่างมาก ในขณะที่น้ำออกแปลง AS AL และ IW มีแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำและมีค่าใกล้เคียงกับของน้ำรด

สำหรับลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยตลอดช่วงการเพาะปลูกที่ 1 2 และ 3 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-17 ถึง 2-19 ซึ่งจะเห็นว่าน้ำรดที่เป็นน้ำ RW มีสารอินทรีย์ (BOD และ COD) สูงที่สุด รองลงมาคือน้ำ PE ซึ่งก็มีสารอินทรีย์ลดต่ำจาก RW ไม่มากนัก ถัดมาเป็นน้ำ AL สำหรับน้ำ AS กับน้ำ IW พบว่ามีสารอินทรีย์ปนเปื้อนต่ำสุด โดยน้ำทั้ง 2 ชนิดมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ใกล้เคียงกันและมีบีโอดีต่ำมาก (1.2-3.6 มก/ล)

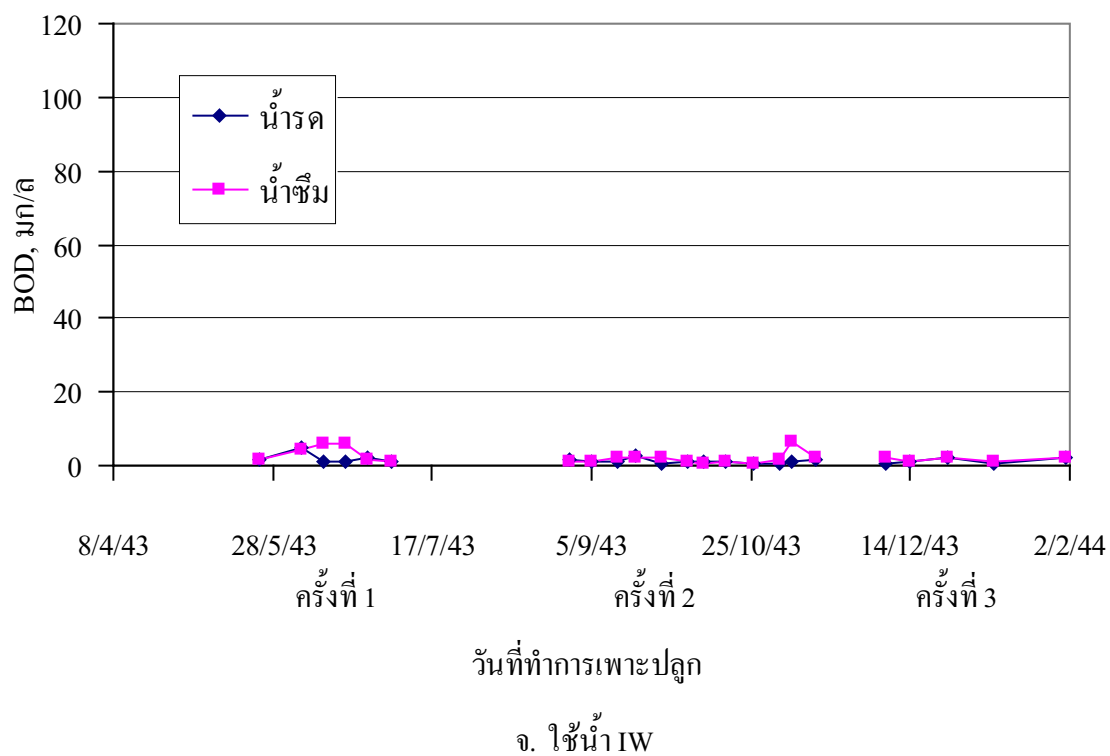
ในส่วนของปริมาณสารอาหารพบว่าน้ำที่ใช้รดแปลงทุกชนิดมีฟอสฟอรัสไม่มากนัก ในกรณีของไนโตรเจนพบว่าน้ำ RW กับน้ำ PE มีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงสุดและมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งไนโตรเจนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนีย โดยพบว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนดังกล่าวมีค่าสูงกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ในส่วนของน้ำ AS พบว่ามีค่าไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยสูงกว่าน้ำรดประเภทอื่น ๆ ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าต่ำกว่าของน้ำ RW และ PE มาก แต่มีค่าสูงกว่าน้ำ AL ส่วนน้ำ IW มีไนโตรเจนรวมต่ำสุดโดยมีค่าสูงสุดคือ ~1.5 มก/ล สำหรับ pH ของน้ำรดแปลงทุกชนิดมีค่าอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง (6.5-7.5)



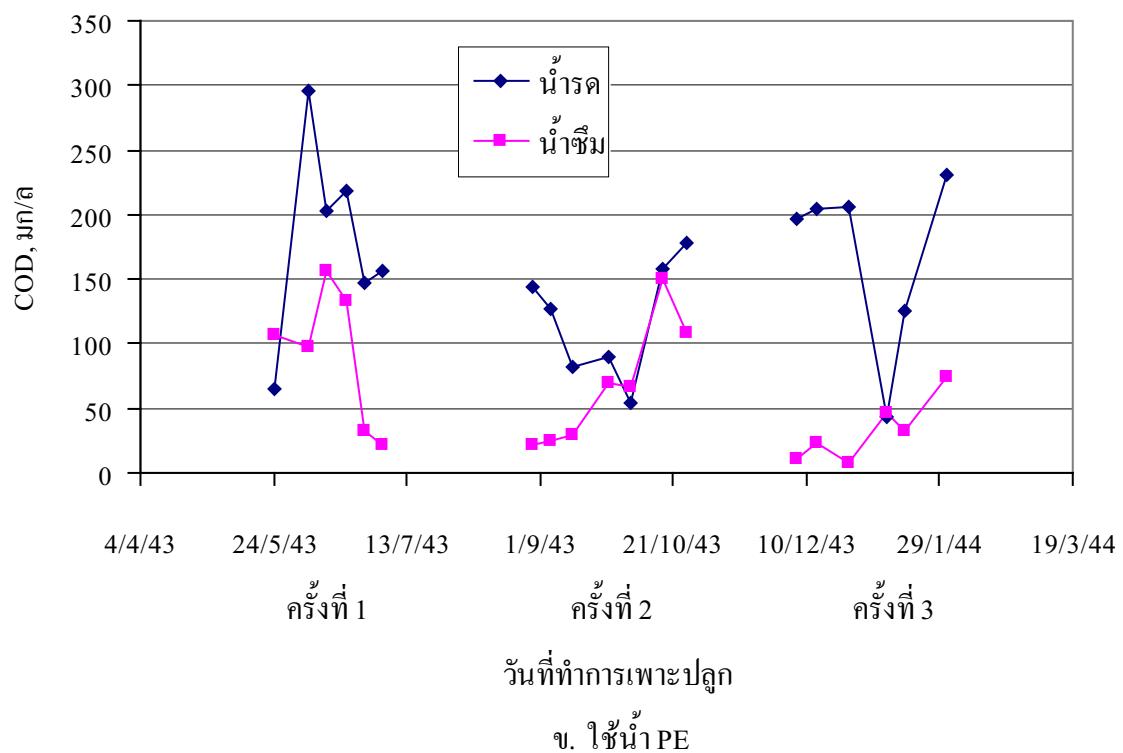
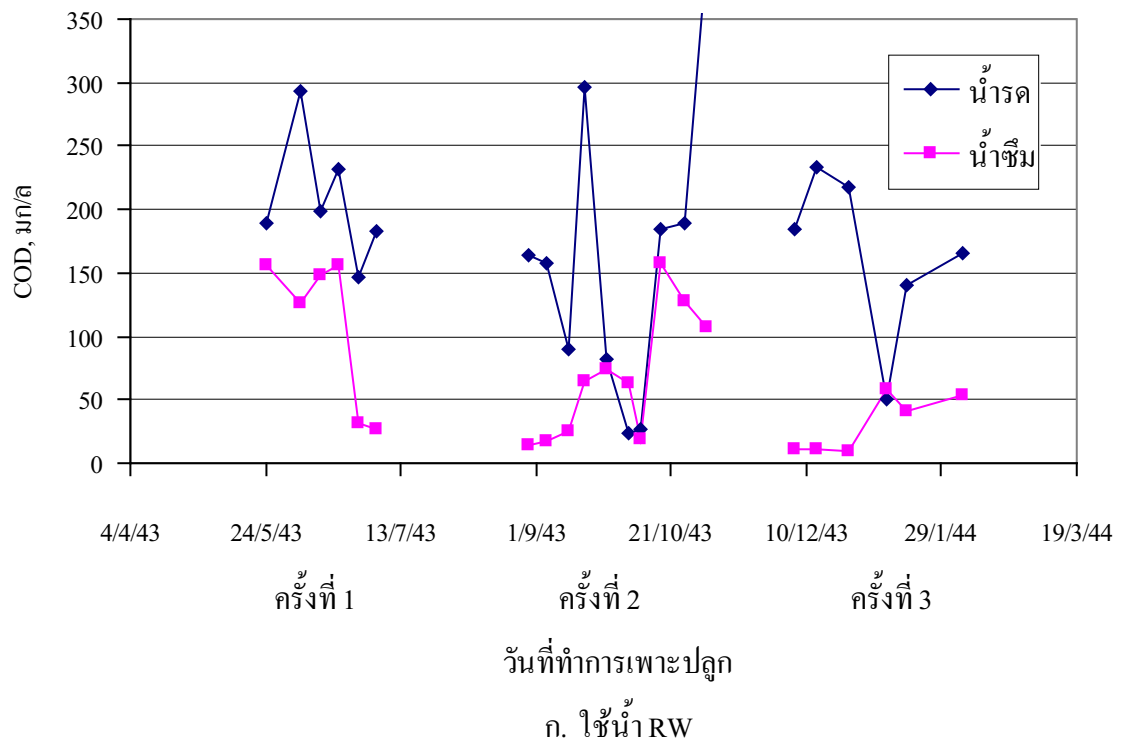
รูปที่ 2-17 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์



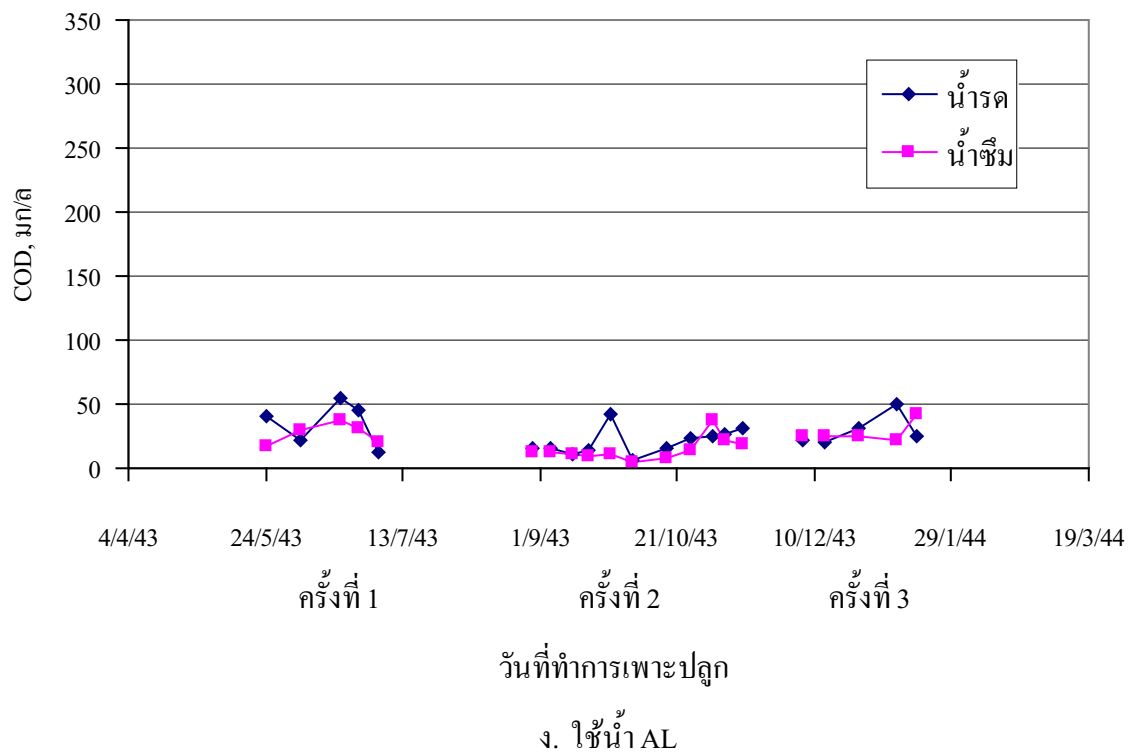
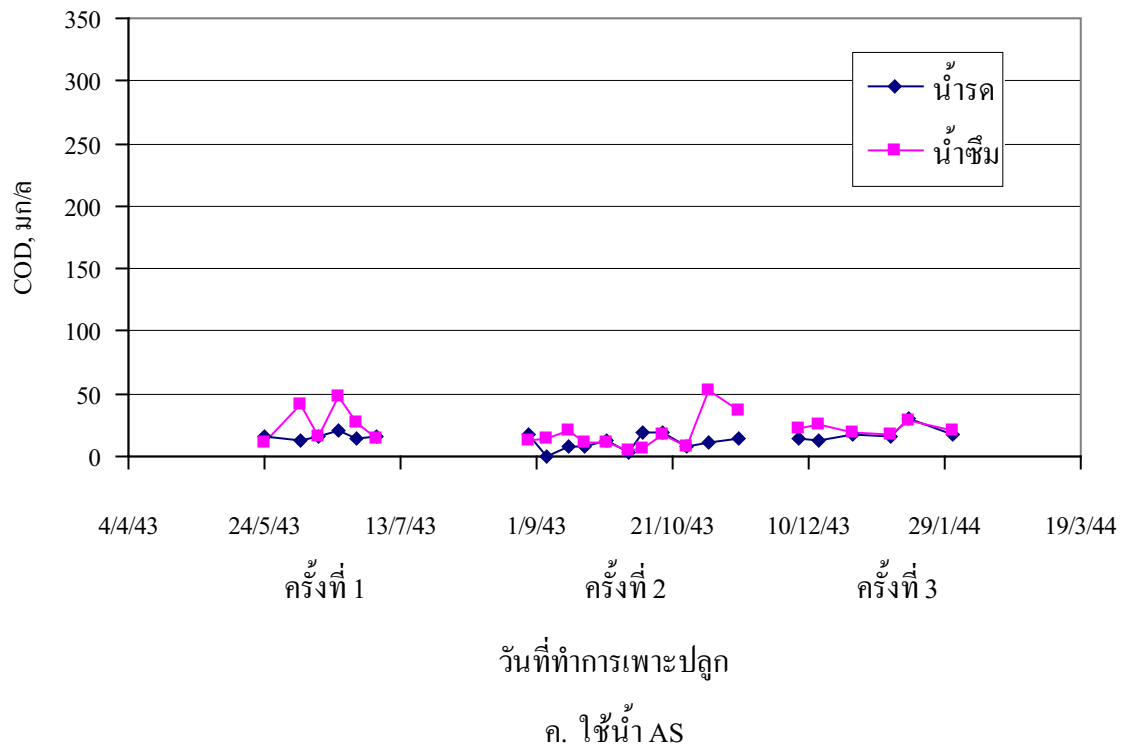
รูปที่ 2-17 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)



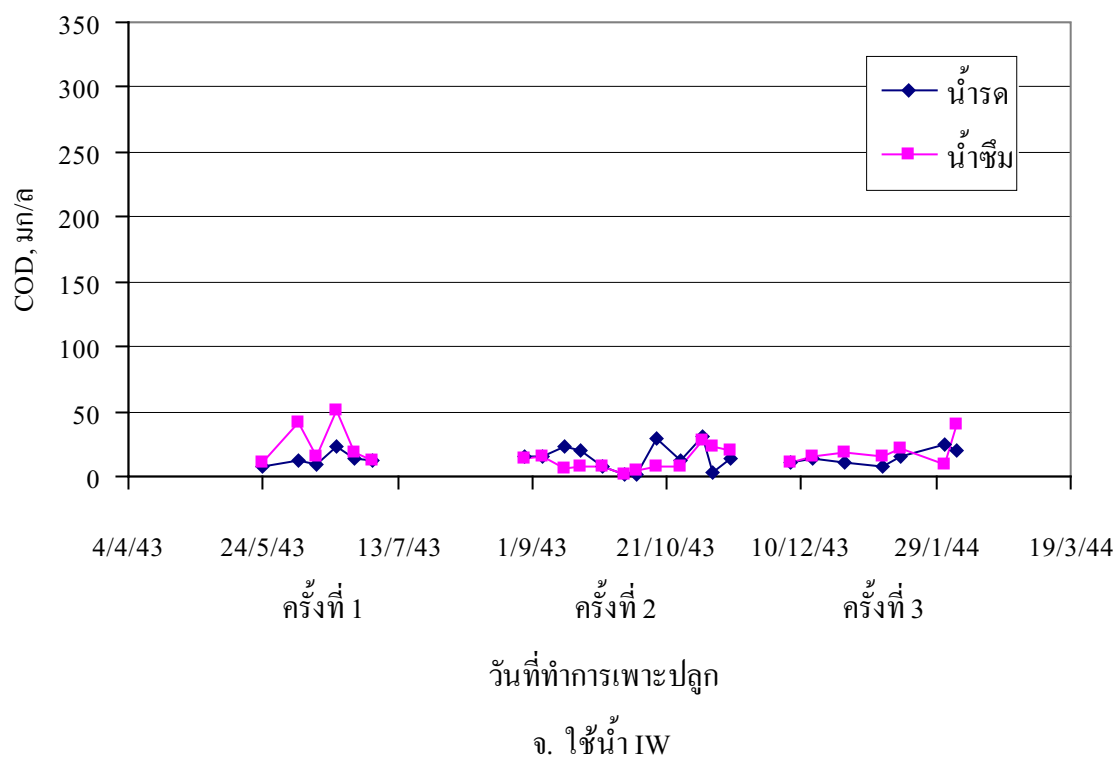
รูปที่ 2-17 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)



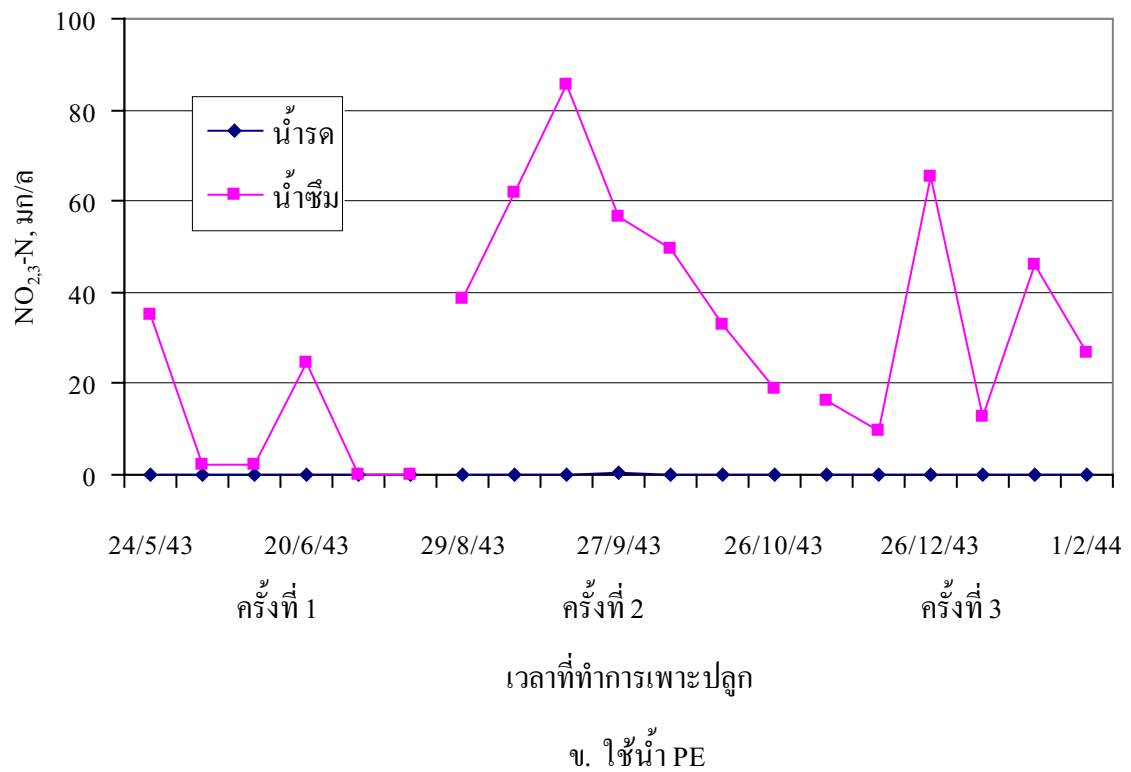
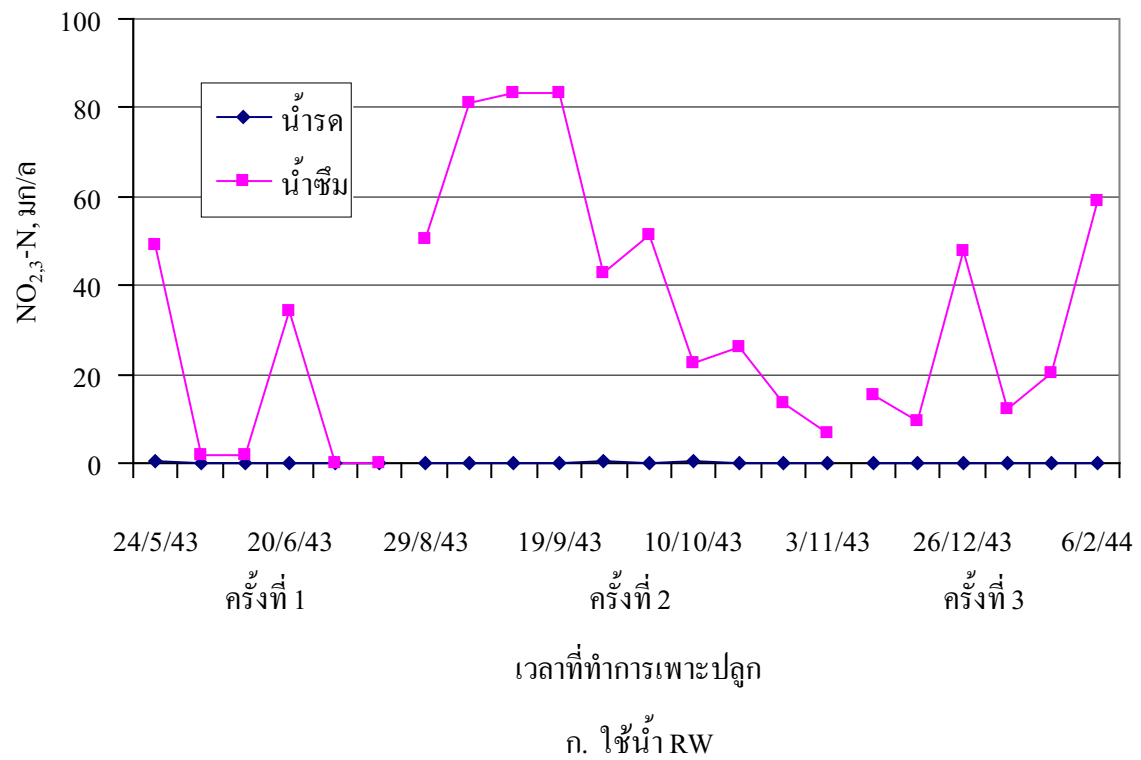
รูปที่ 2-18 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์



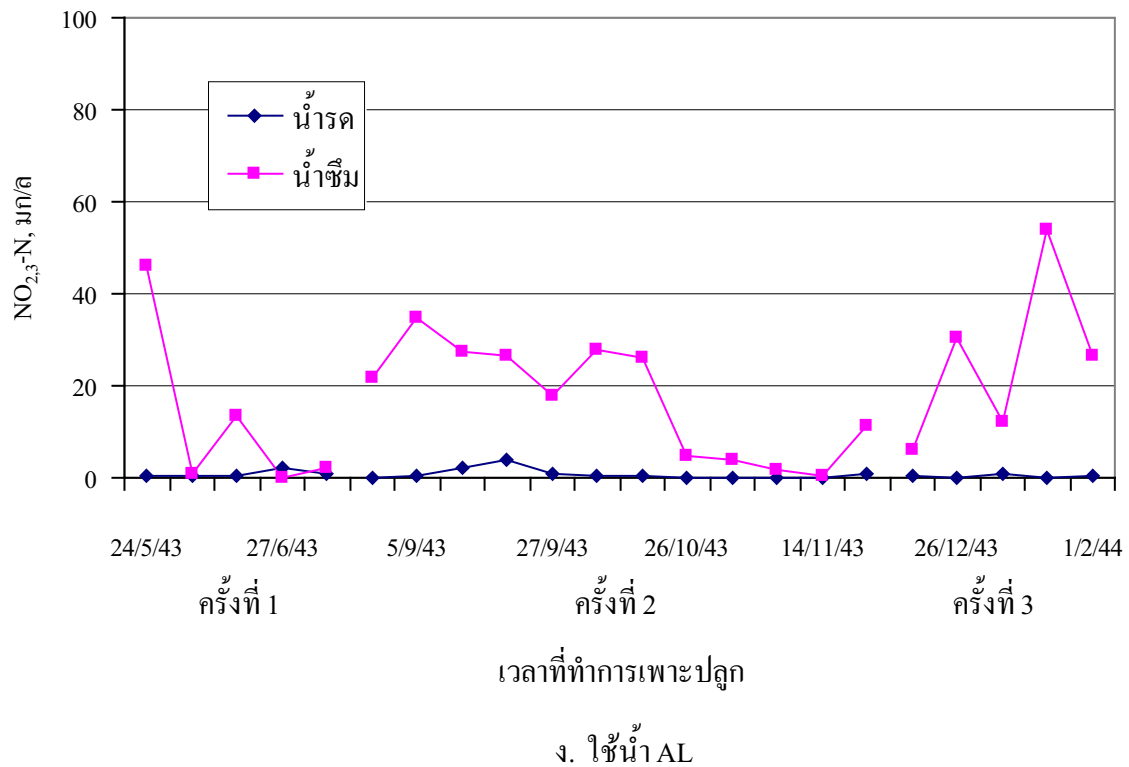
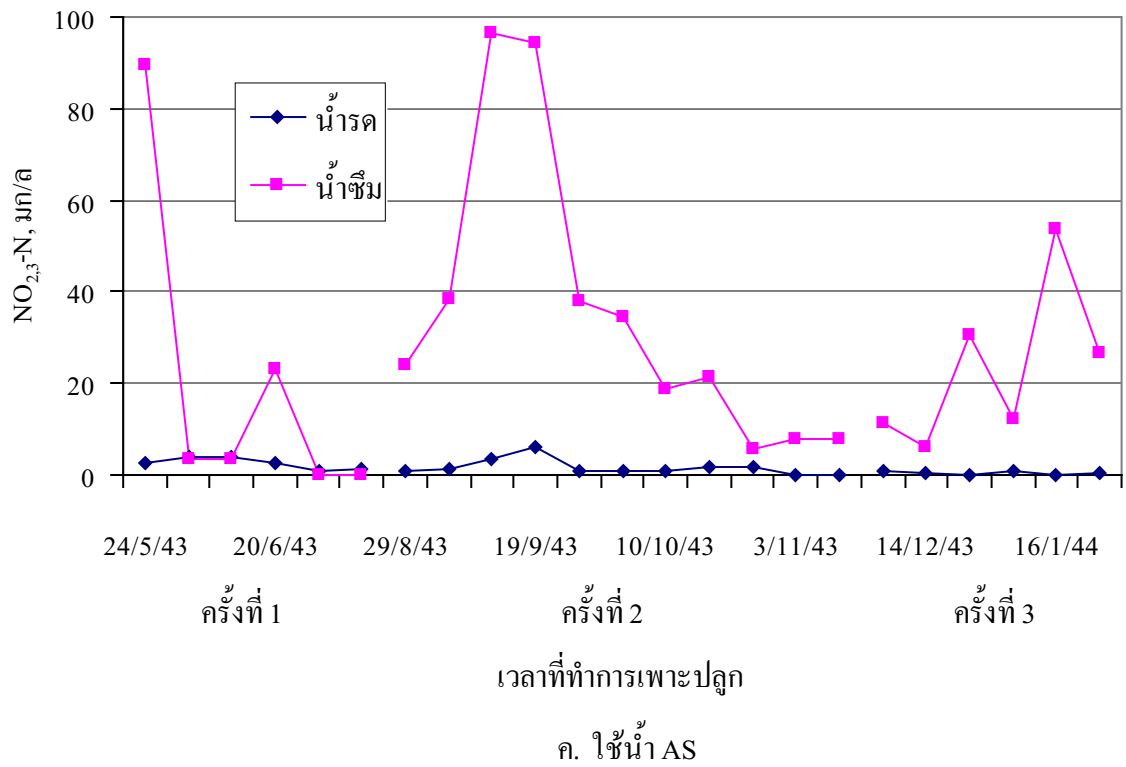
รูปที่ 2-18 การแปรผันค่าซีไอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)



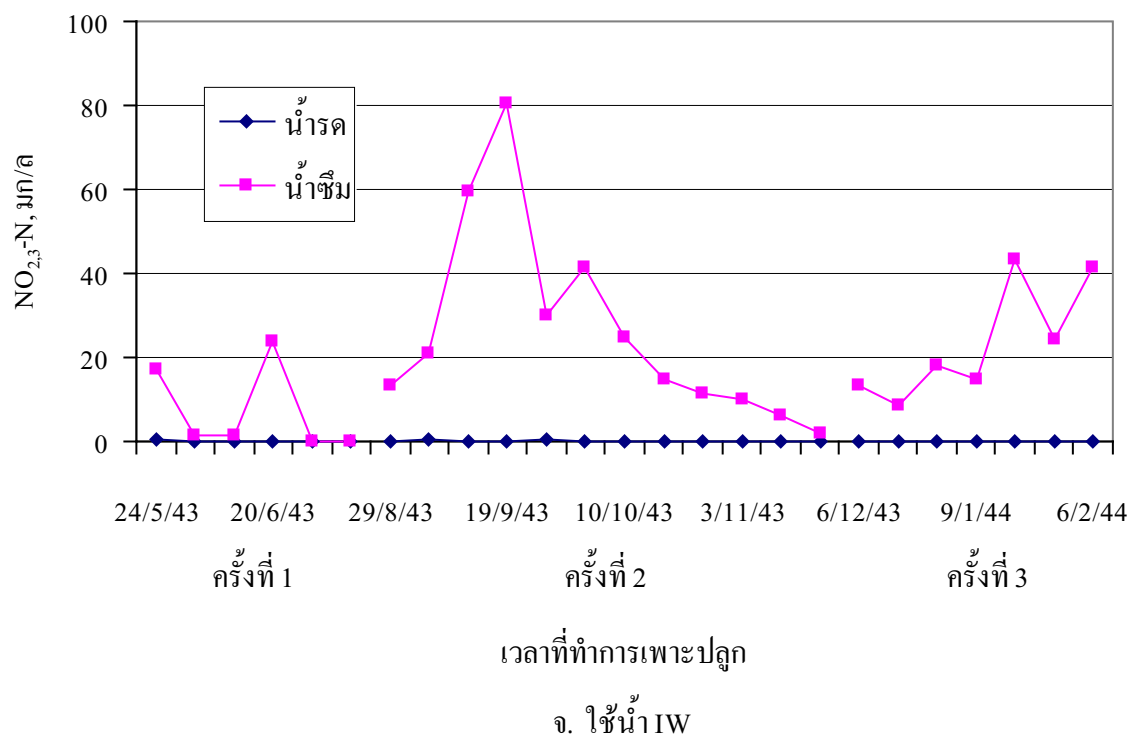
รูปที่ 2-18 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)



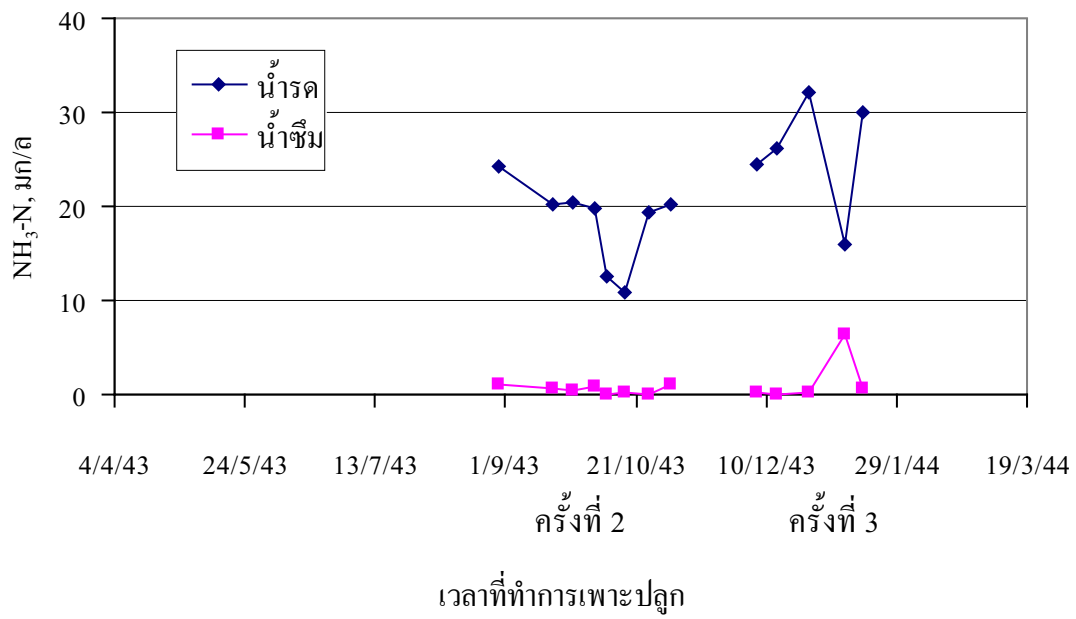
รูปที่ 2-19 การแปรผันค่าไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์



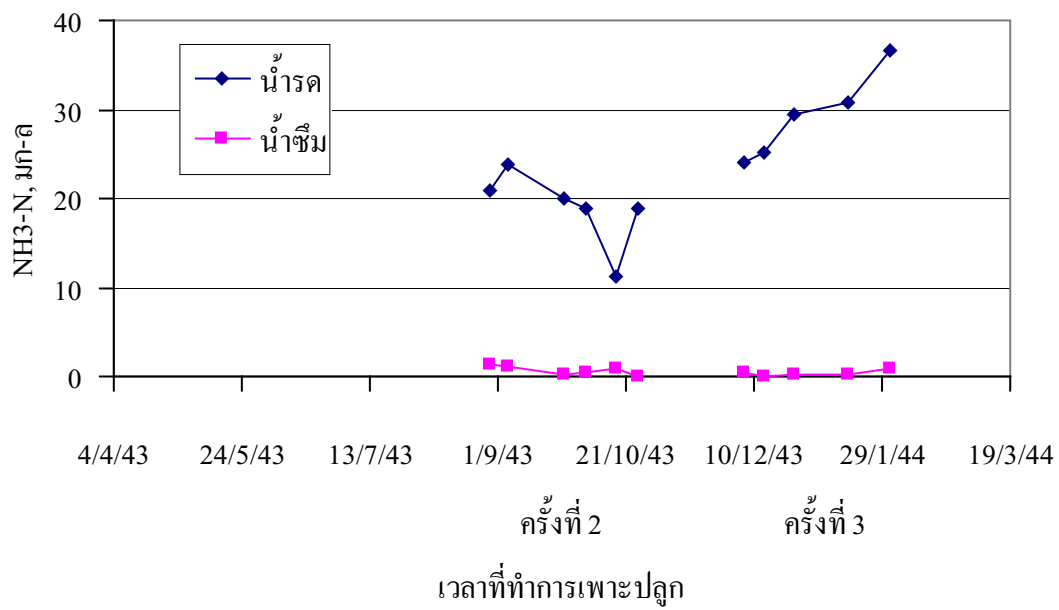
รูปที่ 2-19 การแปรผันค่าไนโตรเจนในไตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)



รูปที่ 2-19 การแปรผันค่าไนโตรเจนในดินของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

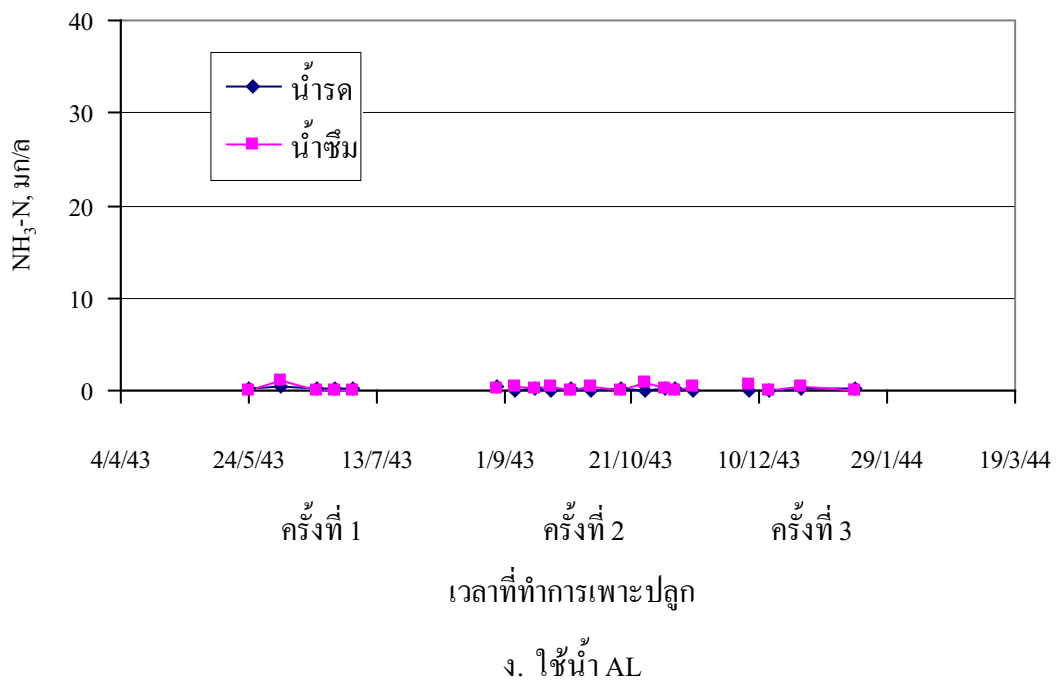
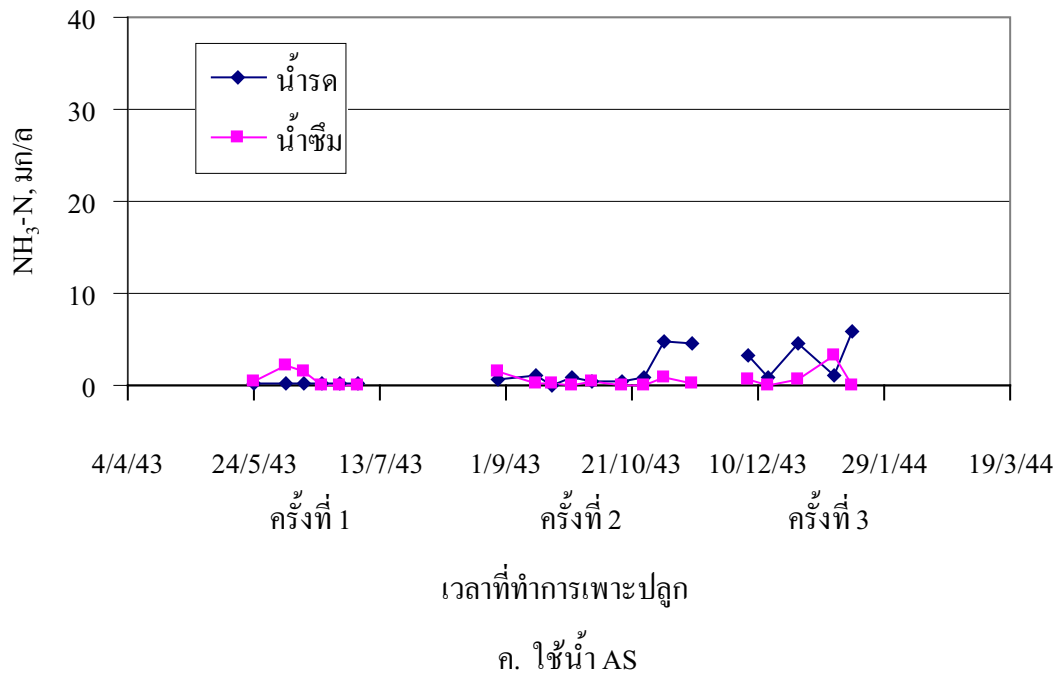


ก. ใช้น้ำ RW

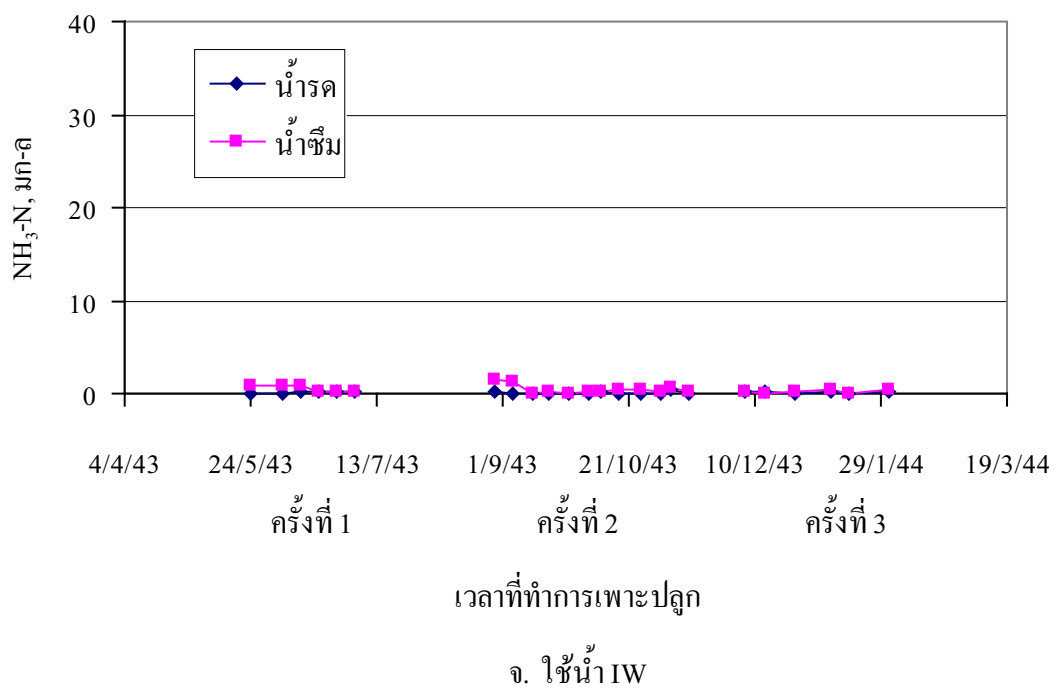


ข. ใช้น้ำ PE

รูปที่ 2-20 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูก
ดอกแอสเตอร์



รูปที่ 2-20 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูก
ดอกแอสเตอร์ (ต่อ)



รูปที่ 2-20 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูก
ดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

ตารางที่ 2-17 ลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่วัดและออกจากแปลงดอกแอสเตอร์ฤดูเพาะปลูกที่ 1 (จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจำนวน 6 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
pH	min-max ave	6.69-7.03 6.93±0.12	7.47-9.65 8.20±0.91	6.89-7.09 7.02±0.062	7.38-9.44 8.30±0.69	6.30-6.64 6.48±0.12	7.53-9.11 7.90±0.55	6.78-8.85 7.57±0.71	5.82-7.52 6.88±0.57	7.62-9.87 8.16±0.77
Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max ave	410-610 539±62.5	546-1278 798±275	392-607 529±73.0	550-1254 788±251	378-405 394±9.92	550-1262 776±260	259-1264 520±340	496-1149 734±289	393-776 594±145
COD, มก/ล	min-max ave	147-294 207±45.9	26.2-156 107±56.3	64.8-296 181±70.9	22.4-157 91.5±49.4	13.5-21.4 16.1±2.49	11.0-48.3 26.4±14.0	13.2-55.0 32.4±15.6	7.09-23.8 13.1±5.21	11.0-51.1 24.7±15.5
BOD, มก/ล	min-max ave	20.5-88.6 59.6±28.0	1.43-3.74 2.95±0.99	20.5-68.2 46.8±20.2	2.36-4.22 3.48±0.73	1.18-4.90 2.96±1.13	1.15-7.38 3.89±2.14	4.35-12.0 7.31±3.06	2.05-5.21 3.4±1.09	1.26-5.85 3.40±1.97
TP, มก/ล	min-max ave	0.032-0.58 0.15±0.20	0.007-0.33 0.089±0.11	0.033-0.46 0.12±0.15	0.007-0.32 0.087±0.11	0.034-0.74 0.18±0.26	0.005-0.26 0.068±0.087	0.004-0.17 0.043±0.059	0.005-0.16 0.032±0.036	0.005-0.14 0.039±0.047
NO ₃ -N, มก/ล	min-max ave	0.017-0.24 0.091±0.084	0.054-49.3 14.5±19.7	0.012-0.13 0.063±0.046	0.056-35.0 10.7±13.8	0.91-3.92 2.63±1.14	0.15-89.4 20.0±32.0	0.36-4.63 1.44±1.54	0.037-0.34 0.16±0.11	0.21-23.6 7.36±9.40
NH ₃ -N, มก/ล	min-max ave	4.95-25.6 17.5±7.27	- 17.6*	6.11-29.2 19.0±8.34	6.18, 10.8 8.49**	0.14-0.21 0.19±0.02	0.053-2.13 0.71±0.81	0.036-0.34 0.17±0.09	0.078-0.16 0.12±0.03	0.17-0.80 0.50±0.30
TKN, มก/ล	min-max ave	18.7-38.0 29.8±6.38	- 18.4*	18.3-40.3 33.0±7.47	8.26, 11.0 9.63**	0.42-2.89 1.25±1.03	0.78-7.24 2.82±2.23	0.09-1.54 0.66±0.46	0.96-23.3 5.98±7.94	0.78-6.90 2.85±1.98
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min max	27,000,000 240,000,000	700 16,000,000	23,000,000 300,000,000	60 24,000	20 500	80 3,000	4 240	110 17,000	70 1,600

หมายเหตุ * มีข้อมูล 1 ครั้ง
** มีข้อมูล 2 ครั้ง

ตารางที่ 2-18 ลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่ใช้รดและออกจากแปลงดอกแอสเตอร์ฤดูเพาะปลูกที่ 2 (จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจำนวน 12 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
pH	min-max 6.57-7.32	6.56-8.37	6.66-7.17	6.64-8.91	6.64-7.10	6.78-9.04	7.02-8.78	6.62-9.55	7.20-7.97	6.87-9.70
	ave 6.84±0.19	7.38±0.63	6.88±0.17	8±0.97	6.9±0.13	7.65±0.69	7.80±0.57	7.90±0.92	7.43±0.20	8.02±0.77
Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max 316-518	468-1590	399-528	575-1350	150-496	387-1256	262-367	274-1197	114-185	350-1068
	ave 447±57.7	970±338	461±43.6	947±266	389±82.9	769±270	303±29.5	646±291	153±22.3	648±235
COD, มก/ล	min-max 23.3-399	14.1-157	22.7-178	22.2-150	3.60-19.6	5.20-52.9	4.17-42.1	4.40-37.8	1.20-30.4	1.60-27.3
	ave 164±102	66.8±47.8	119±47.9	67.2±44.5	12.5±4.82	18.1±13.8	19.3±10.3	14.5±8.74	14.4±9.64	12.0±7.72
BOD, มก/ล	min-max 14.7-239	0.90-20.2	17.4-77.1	0.77-5.66	1.08-8.21	1.24-3.65	1.04-4.31	0.70-5.79	0.51-2.61	0.57-6.26
	ave 59.8±59.0	3.95±5.45	43.7±17.8	2.60±1.44	3.55±2.14	2.68±0.59	2.84±1.11	2.26±1.37	1.20±0.54	1.92±1.43
TP, มก/ล	min-max 0.066-0.42	0.018-0.16	0.067-0.99	0.018-0.15	0.046-0.18	0.021-0.16	0.014-0.072	0.024-0.089	0.014-0.071	0.016-0.089
	ave 0.13±0.093	0.078±0.044	0.20±0.26	0.067±0.040	0.092±0.050	0.075±0.044	0.042±0.019	0.052±0.022	0.042±0.018	0.050±0.022
NO _{2,3} -N, มก/ล	min-max 0.021-0.45	6.97-83.4	0.020-0.68	18.71-85.5	0.075-6.03	5.66-96.4	0.009-3.87	0.42-34.6	0.013-0.41	1.97-80.4
	ave 0.16±0.14	46.1±27.6	0.17±0.19	49.1	1.55±1.61	35.2±30.5	0.70±1.10	17.5±11.9	0.15±0.11	26.2±22.5
NH ₃ -N, มก/ล	min-max 10.9-28.6	0.060-1.17	11.1-23.9	0.026-1.29	0.075-4.72	0.022-1.54	0.027-0.36	0.028-0.94	0.013-0.46	0.060-1.60
	ave 19.5±4.96	0.54±0.39	18.3±3.88	0.65±0.45	1.98±1.88	0.36±0.45	0.14±0.092	0.30±0.25	0.11±0.12	0.43±0.47
TKN, มก/ล	min-max 12.6-31.6	0.55-2.79	12.9-31.5	1.11-4.85	0.49-6.76	0.35-2.10	0.31-0.79	0.35-6.79	0.22-0.59	0.64-2.75
	ave 24.7±6.52	1.33±0.75	23.8±6.40	1.87±1.24	3.24±2.27	1.22±0.61	0.59±0.16	1.78±1.70	0.40±0.13	1.32±0.62
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min 1,000,000	20	1,300,000	330	13	6	4	22	22	4
	max 80,000,000	300,000	50,000,000	7,000	850	3,000	7	16,000	30,000	2,400

ตารางที่ 2-19 ลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่ใช้รดและออกจากแปลงดอกแอสเตอร์ฤดูเพาะปลูกที่ 3 (ได้จากกรเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจำนวน 10 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
pH	min-max ave	6.47-7.18 6.82±0.21	7.18-9.15 8.08±0.69	6.52-7.28 6.94±0.20	6.86-9.27 7.93±0.82	7.13-9.08 7.79±0.63	7.49-8.95 8.16±0.40	6.98-8.56 7.59±0.60	7.42-7.94 7.64±0.13	7.24-9.20 7.99±0.61
Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max ave	438-668 532±59.3	388-688 573±104	404-610 524±56.7	259-734 563±181	286-810 558±169	255-344 302±33.4	332-751 503±137	171-209 192±13.0	308-534 421±69.0
COD, มก/ล	min-max ave	50.8-261 175±57.6	8.85-58.6 30.8±21.0	43.0-230 154±62.9	8.05-74.6 32.7±22.8	18.0-29.3 22.6±3.97	20.5-50.1 29.4±8.38	21.2-42.3 27.5±7.53	4.06-35.8 17.2±9.15	9.30-40.7 18.8±9.69
BOD, มก/ล	min-max ave	40.3-206 105±39.1	1.79-4.52* 3.49±1.02	26.5-118 72.2±26.4	0.85-5.70* 3.70±2.08	1.72-16.6* 5.96±6.17	2.28-6.70 4.20±1.46	1.28-4.34* 2.40±1.38	0.47-6.59 1.61±1.75	1.32-2.28* 1.90±0.46
TP, มก/ล	min-max ave	0.099-0.42 0.19±0.083	0.061-0.17 0.13±0.039	0.090-0.43 0.19±0.089	0.060-0.17 0.12±0.036	0.074-0.17 0.12±0.037	0.031-0.12 0.065±0.025	0.062-0.14 0.094±0.029	0.025-0.083 0.054±0.021	0.034-0.080 0.065±0.015
NO _{2,3} -N, มก/ล	min-max ave	0.023-0.085 0.051±0.023	9.42-59.0 27.3±19.0	0.018-0.21 0.080±0.059	9.52-65.5 29.4±20.2	6.26-53.7 23.4±16.0	0.013-0.42 0.21±0.15	6.57-81.0 29.5±28.1	0.022-0.067 0.041±0.013	8.54-43.5 23.4±12.9
NH ₃ -N, มก/ล	min-max ave	16.0-38.0 29.3±6.33	0.090-6.40* 1.50±2.45	16.1-37.4 28.6±6.91	0.071-1.01* 0.42±0.32	0.078-3.31* 0.93±1.21	0.013-0.80 0.22±0.23	0.079-0.72* 0.32±0.26	0.032-0.22 0.12±0.068	0.065-0.53* 0.29±0.18
TKN, มก/ล	min-max ave	18.9-42.5 34.0±6.62	0.94-1.29** 1.11±0.18	17.3-44.3 33.3±8.38	0.82-1.60** 1.09±0.36	0.66-1.29** 0.98±0.31	0.063-1.16 0.75±0.32	0.84-2.68** 1.76±0.92	0.10-1.38 0.37±0.37	0.50-2.97** 1.43±1.10
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min max	3,000,000 50,000,000	2,200 90,000	3,000,000 90,000,000	300 13,000	23 5,000	< 2 17	13 5,000	80 13,000	< 2 3,000

หมายเหตุ * มีข้อมูล 4-5 ครั้ง

** มีข้อมูล 2 ครั้ง

ในกรณีของน้ำออกแปลงดอกแอสเตอร์พบว่าน้ำออกทุกชนิดมีพีเอชที่สูงขึ้นกว่าน้ำเข้า โดยส่วนใหญ่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 8 มีสารอินทรีย์ลดน้อยลง แต่กลับมีไนโตรเจนรวมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากโดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปไนเตรท สำหรับไนเตรทในน้ำออกนี้น่าจะมาจากการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนียของน้ำรดและปุ๋ยที่ใช้เป็นไนเตรท ซึ่งจะเห็นได้จากค่า TKN และแอมโมเนียไนโตรเจนที่ลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดในน้ำออกที่เป็น RW และ PE นอกจากนี้ยังอาจได้มาจากการชะล้างไนเตรทในปุ๋ยที่ใส่ให้พืชด้วย จึงทำให้ไนโตรเจนรวมของน้ำออกเพิ่มสูงขึ้น

สรุป

- น้ำ RW และ PE มีสารอินทรีย์ (BOD และ COD) สูง มีไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของ TKN และแอมโมเนียสูง ส่วนน้ำ AS มีสารอินทรีย์ต่ำ แต่มีไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของไนเตรทสูง
- ภายใต้สภาวะการเพาะปลูกปัจจุบันซึ่งเกษตรกรปฏิบัติอยู่ มีการใช้ปุ๋ยอัตราสูง ทำให้น้ำซึมได้แปลงเพาะปลูกชะล้างปุ๋ยออกมา มีไนเตรทและไนเตรทไนโตรเจนสูงมาก แต่ฟอสฟอรัสรวมไม่มีปริมาณสูง คาดว่าเกิดการ Adsorption ในมวลดินปลูก
- เกิดการกำจัดสารอินทรีย์ในรูป BOD และ COD ในชั้นดินกรณีใช้น้ำ RW และ PE ซึ่งมีค่า BOD และ COD สูงอย่างเด่นชัด แต่สำหรับน้ำ AS AL และ IW ซึ่งมีค่า BOD และ COD เข้าที่ต่ำ กลับพบว่าไม่มีรูปแบบการลดลงอย่างเด่นชัดและในบางกรณี เช่น น้ำ IW และ AS กลับมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในน้ำซึมออก
- น้ำซึมจากแปลงที่ใช้น้ำรดเป็นน้ำ AS และ AL มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับของกรณีที่ใช้น้ำรดเป็นน้ำ IW ในทุกดัชนีคุณภาพน้ำ ในขณะที่น้ำซึมจากแปลงที่ใช้น้ำรดเป็นน้ำ RW และ PE นั้น ถึงแม้ว่าจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับของกรณีการใช้น้ำรดเป็นน้ำ IW ในหลาย ๆ ดัชนีคุณภาพ แต่ก็มีชีโอดีที่สูงกว่าการใช้น้ำ IW อย่างมาก

2.3.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

2.3.3.1 ภาระบรรทุกของน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ผลกระทบของน้ำซึมนำเสนอในรูปของภาระบรรทุกเป็นผลคูณของปริมาณน้ำซึมกับความเข้มข้นของสารที่พิจารณา เมื่อนำลักษณะและปริมาณของน้ำออกแปลงดอกแอสเตอร์ไปหาภาระบรรทุกจะได้ดังตารางที่ 2-20

ตารางที่ 2-20 ภาระบรรทุกของสารปนเปื้อนสำคัญในน้ำออกแปลงดอกแอสเตอร์

สาร ปนเปื้อน	ภาระบรรทุก, กรัม/(วิน.ไร่)														
	RW			PE			AS			AL			IW		
	ปลูก ครั้งที่ 1	ปลูก ครั้งที่ 2	ปลูกครั้งที่ ที่ 3	ปลูก ครั้งที่ 1	ปลูก ครั้งที่ 2	ปลูก ครั้งที่ 3	ปลูก ครั้งที่ 1	ปลูก ครั้งที่ 2	ปลูก ครั้งที่ 3	ปลูก ครั้งที่ 1	ปลูก ครั้งที่ 2	ปลูก ครั้งที่ 3	ปลูก ครั้งที่ 1	ปลูก ครั้งที่ 2	ปลูก ครั้งที่ 3
BOD	13.7	16.0	5.58	12.7	6.69	6.41	19.5	12.0	8.58	19.3	9.88	3.25	17.9	9.23	3.89
COD	499	271	49.2	334	173	56.6	133	80.7	32.5	137	63.4	37.2	130	57.7	38.5
NO ₂ -N	67.5	187	43.6	39.1	126	50.9	100	157	33.7	61.0	76.5	39.9	38.6	126	47.9
NH ₃ -N	82.0	2.19	2.40	31.0	1.67	0.73	3.6	1.60	1.34	2.20	1.31	0.43	2.60	2.07	0.59
TN	235	192	45.4	105	131	52.8	118	162	35.1	96.7	84.3	42.3	56.2	132	50.9

จากตารางที่ 2-20 พบว่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ทั้ง BOD และ COD ของน้ำออกแปลงส่วนใหญ่มีปริมาณลดลงไปเรื่อย ๆ จากการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ไปการเพาะปลูกครั้งที่ 3 สาเหตุเพราะปริมาณน้ำซึมออกจากแปลงทดลองที่มีค่าสูงในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และมีค่าต่ำลงในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้นของสารอินทรีย์โดยเฉลี่ยในแต่ละการเพาะปลูกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ในส่วนของไนโตรเจนในไตรฟอสเฟตพบว่ามีค่าต่ำกว่าการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ยกเว้นน้ำออกแปลง IW ซึ่งมีภาระบรรทุกไนโตรเจนในการเพาะปลูกครั้งที่ 3 มากกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 การที่ภาระบรรทุกไนโตรเจนในไตรฟอสเฟตในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ทั้ง ๆ ที่มีปริมาณน้ำซึมน้อยกว่าการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ก็เพราะความเข้มข้นของไนโตรเจนในไตรฟอสเฟตในน้ำออกของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มาก

สำหรับภาระบรรทุกแอมโมเนียพบว่า น้ำออกจากทุกแปลงทดลองยกเว้นแปลง RW มีค่าภาระบรรทุกลดลงไปเรื่อย ๆ จากการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ไปการเพาะปลูกครั้งที่ 3 โดยกรณีของน้ำออกแปลง RW และ PE ในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีค่าภาระบรรทุกแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่าของการเพาะปลูกครั้งอื่น ๆ อย่างมาก และในกรณีของไนโตรเจนรวมพบว่าน้ำออกแปลง RW และ AL มีค่าลดลงจากการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ไปการเพาะปลูกครั้งที่ 3 ในขณะที่น้ำออกแปลงอื่น ๆ มีภาระบรรทุกไนโตรเจนรวมสูงสุดในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และมีภาระบรรทุกในการเพาะปลูกครั้งที่ 3 ต่ำกว่าการเพาะปลูกครั้งที่ 1 อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลในตารางที่ 2-20 นี้พบว่า ภาระบรรทุกไนโตรเจนของน้ำออกส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนโตรเจนในไตรฟอสเฟต

โดยสรุปพบว่า ภายใต้สภาวะการเพาะปลูกปัจจุบันซึ่งเกษตรกรปฏิบัติอยู่มีการใช้ปุ๋ยอัตราสูง น้ำซึมได้แปลงเพาะปลูกจึงพาไนโตรเจนในรูปไนเตรตไนโตรเจนความเข้มข้นสูงลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งอาจทำให้น้ำบ่อต้นบริเวณพื้นที่การเกษตรเกิดการปนเปื้อนจากไนเตรตได้ในอนาคต การใช้น้ำรดแปลงเพาะปลูก 2 ชนิดคือ RW และ PE มีค่า COD ที่สูง ทำให้น้ำซึมนมีภาระบรรทุกชีโอดีต่อดินที่สูงกว่าแปลงทดลองอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด สำหรับภาระบรรทุก BOD พบว่าไม่แตกต่างกันมากนักในน้ำแต่ละชนิด และภาระบรรทุกไนโตรเจนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไนเตรตไนโตรเจน

2.3.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ในช่วงเพาะปลูกมีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำรด ข้อมูลโลหะหนักในน้ำรดในช่วงเวลาเพาะปลูกได้สรุปในตารางที่ 2-21

ตารางที่ 2-21 โลหะหนักในน้ำรดที่ใช้ปลูกดอกแอสเตอร์ในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ปลูกครั้งที่	ชนิดของน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มก./ล.)			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1 (18 พ.ค. – 28 ก.ค. 43)	IW	0	0.004 ± 0.007	0.003 ± 0.008	0.073 ± 0.059
	RW	0	0.018 ± 0.021	0.007 ± 0.010	0.103 ± 0.051
	PE	0	0.010 ± 0.013	0.007 ± 0.010	0.128 ± 0.036
	AS	$0.003 \pm 0.006^{(1)}$	0.005 ± 0.008	0.002 ± 0.004	0.032 ± 0.008
	AL	0	0.014 ± 0.017	0.001 ± 0.002	0.013 ± 0.012
2 (26 ส.ค. – 22 พ.ย. 43)	IW	0	0.009 ± 0.014	0	0.046 ± 0.016
	RW	0	0.012 ± 0.011	0.001 ± 0.002	0.127 ± 0.028
	PE	0	0.005 ± 0.007	0.001 ± 0.003	0.125 ± 0.032
	AS	0	0.006 ± 0.012	0	0.041 ± 0.014
	AL	0	0.012 ± 0.013	0.001 ± 0.001	0.048 ± 0.047
3 (1 ธ.ค. 43 – 20 ก.พ. 44)	IW	0	0.010 ± 0.016	0	0.073 ± 0.054
	RW	0.003 ± 0.006	0.015 ± 0.019	0.005 ± 0.008	0.146 ± 0.089
	PE	0	0.039 ± 0.027	0.058 ± 0.130	0.277 ± 0.242
	AS	0	0.009 ± 0.013	0	0.075 ± 0.064
	AL	0	0.013 ± 0.021	0	0.034 ± 0.019

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2-21 จะเห็นได้ว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในน้ำรดตลอดระยะเวลาการทดลองปลูกดอกแอสเตอร์ มีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดอยู่ค่อนข้างมากไม่ว่าจะเป็นน้ำชนิดใดก็ตาม

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-22

ตารางที่ 2-22 โลหะหนักในดินก่อนและหลังปลูกดอกแอสเตอร์

ครั้งที่	ชนิดของน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มก./ ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (18 พ.ค. – 28 ก.ค. 43)	IW	0	0.3±0.4 ⁽¹⁾	33±1.8	32±2.3	20±0.5	21±3.0	65±0.5	65±7.4
	RW	0.4±0.2	0.3±0.4	40±10.1	32±0	22±1.6	22±0.2	80±4.2	68±2.7
	PE	0.4±0.2	0.3±0.4	30±4.4	34±3.5	21±1.1	22±0.9	75±3.7	72±3.7
	AS	0.1±0.2	0.4±0.2	30±0.5	33±5.7	21±0.2	22±0.5	77±0	68±1.1
	AL	0.1±0.2	0.5±0.1	31±2.3	35±3.2	20±0.2	24±0.4	71±5.3	79±0.5
2 (26 ส.ค. – 22 พ.ย. 43)	IW	0.3±0.4	0	32±2.3	35±4.1	21±3.0	22±1.8	65±7.4	69±6.4
	RW	0.3±0.4	0	32±0	33±1.8	22±0.2	22±1.1	68±2.7	73±2.7
	PE	0.3±0.4	0	34±3.5	36±3.7	22±0.4	22±0.5	72±3.7	72±5.3
	AS	0.4±0.2	0	33±5.7	32±1.6	22±0.5	23±1.2	68±1.1	69±3.7
	AL	0.5±0	0	35±3.2	36±2.1	24±0.4	22±0.2	79±0.5	68±1.1
3 (1 ธ.ค. 43 – 20 ก.พ. 44)	IW	0	0	35±4.1	35±4.8	22±1.8	22±1.1	69±6.4	75±3.2
	RW	0	0	33±1.8	37±2.3	22±1.1	23±0.2	73±2.7	69±3.2
	PE	0	0	36±3.7	34±1.4	22±0.5	21±3.0	72±5.3	69±10
	AS	0	0	32±1.6	32±7.1	23±1.2	21±0.9	69±3.7	68±0.5
	AL	0	0	36±2.1	36±2.7	22±0.2	22±0.4	68±1.1	69±1.6
ค่าความปลอดภัยสูงสุด* (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2-22 พบว่าปริมาณแคดเมียมในดินมีค่าตั้งแต่ตรวจไม่พบจนถึงประมาณ 0.5 มก./ก.ดินแห้ง ซึ่งต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมากทั้งก่อนและหลังปลูกสำหรับตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในดินทั้งก่อนและหลังปลูกมีค่าไม่แตกต่างกันในการปลูกทั้ง 3 ครั้งและมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมาก และไม่พบการสะสมของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด ไม่ว่าจะใช้น้ำชนิดใดก็ตาม

2.3.3.3 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

ผลวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-23

ตารางที่ 2-23 คุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลองปลูกดอกแอสเตอร์ระดับห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดิน จากแปลงที่ใช้น้ำ	คุณสมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	OM (%)	N (%)	P (มก.ก./ก.)	K (มก.ก./ก.)
ก่อนเพาะปลูกทุกแปลง	6.3	1.12	-	58	189
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 1					
IW	6.5	0.86	0.04	20	112
AL	6.4	0.86	0.04	25	120
AS	6.4	0.90	0.05	27	118
PE	6.4	0.96	0.05	33	130
RW	6.4	0.93	0.05	22	131
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 2					
IW	6.5	1.41	0.07	13	66
AL	6.4	1.24	0.06	13	73
AS	6.2	1.47	0.07	16	61
PE	6.2	1.24	0.06	14	51
RW	6.2	1.37	0.07	14	63
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 3					
IW	6.5	1.17	0.06	50	119
AL	6.5	1.27	0.06	55	133
AS	6.2	1.07	0.05	82	166
PE	6.1	1.20	0.06	87	159
RW	6.2	0.90	0.05	44	150

ดินปลูกมีลักษณะเป็นร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) ก่อนทำการปลูกมีลักษณะเป็นกลางคือ pH อยู่ที่ 6.3 มีอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, OM) ในดินต่ำ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินอยู่ในระดับที่สูงมากคือเกิน 45 มก.ก./ก. มีโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินที่สูงมากคือมากกว่า 120 มก.ก./ก.

หลังทำการเพาะปลูกครั้งที่ 1 แล้ว พบว่าทุก ๆ กรรมวิธีการให้น้ำ ดินมีค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือเพิ่มไปอยู่ในช่วง 6.4-6.5 ส่วนอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีค่าที่ลดลงเหมือนกันหมดในกรณีของฟอสฟอรัสนั้นลดจากระดับที่สูงมากลงมาอยู่ในระดับที่สูง ส่วนในกรณีของโปแตสเซียมนั้นพบว่าของน้ำ IW ลดลงมากกว่าของที่ใช้ น้ำอีก 4 ชนิด อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวยังไม่สามารถอธิบายได้มากนักเพราะดินที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นดินจากแปลงเกษตรกร ซึ่งก่อนทำการทดลองอาจมีความแปรปรวนอยู่ในดิน

หลังทำการเพาะปลูกครั้งที่สองพบว่าดินที่ใช้น้ำ IW และ AL มีค่า pH เท่ากับตอนก่อนปลูก ขณะที่ของน้ำ AS PE และ RW มีค่า pH ที่ลดลงมาอยู่ในระดับ 6.2 ซึ่งก็ถือว่าดินทุกกรรมวิธีการให้น้ำอยู่ในระดับที่เป็นกลาง สำหรับค่าอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนนั้นก็พบว่าของทุก ๆ กรรมวิธีการให้น้ำมีค่าเพิ่มขึ้น อินทรีย์วัตถุในดินก่อนปลูกอยู่ในช่วง 0.86-0.96% ก็เพิ่มขึ้นเป็นช่วง 1.24-1.47% แต่ยังคงอยู่ในระดับที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ คือต่ำกว่า 1.5% ขณะที่ไนโตรเจนเดิมอยู่ในช่วง 0.04-0.05% เพิ่มขึ้นเป็น 0.06-0.07% ส่วนค่าฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินนั้นพบว่าหลังเก็บเกี่ยวครั้งที่สองมีค่าลดลงหมด คือลดลงมาอยู่ในระดับปานกลาง

หลังทำการเพาะปลูกครั้งที่ 3 พบว่า pH ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับหลังการปลูกครั้งที่ 2 คือยังอยู่ในระดับดินที่เป็นกลาง อินทรีย์วัตถุในดินนั้นพบว่าส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ยกเว้นของที่ใช้ น้ำ AL ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนนั้นพบว่าอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับหลังการปลูกครั้งที่ 2 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินพบว่าปริมาณที่เพิ่มขึ้นหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินพบว่าเพิ่มขึ้นไปอยู่ในระดับที่สูงมาก โดยเฉพาะของ AS และ PE ซึ่งก็มีลักษณะเช่นเดียวกันกับของกรณีโปแตสเซียม

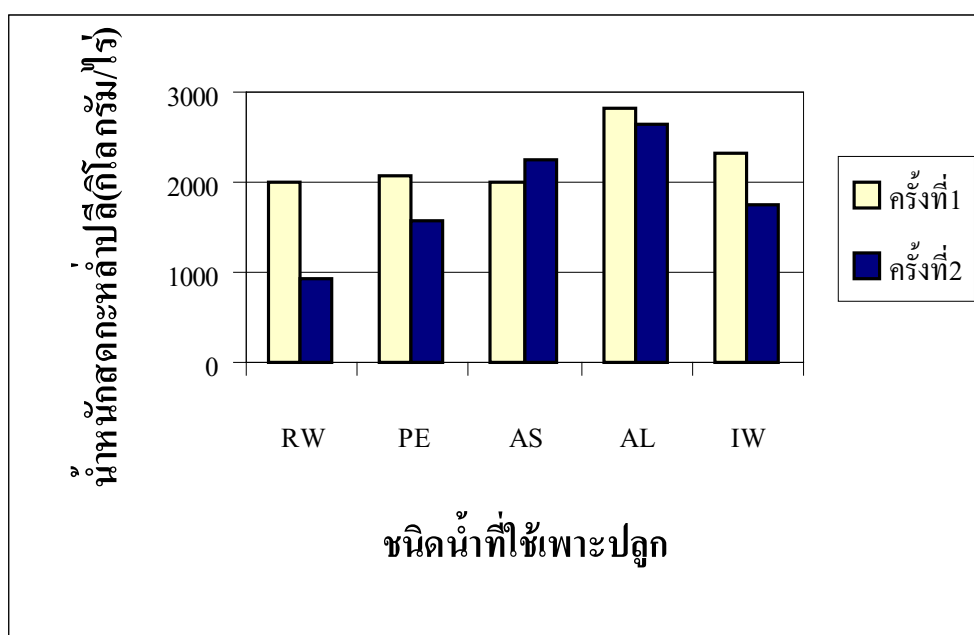
2.4 ผลการวิจัยในการปลูกกะหล่ำปลี

2.4.1 ด้านเกษตรกรรม

2.4.1.1 ผลผลิต

ผลผลิตโดยเฉลี่ยของกะหล่ำปลีที่ปลูกทั้ง 2 ครั้ง ได้แสดงในรูป 2-21 (ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงในตารางที่ 2-24)

ผลผลิตเฉลี่ยของกะหล่ำปลีที่ปลูกในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการในการปลูกครั้งที่ 1 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชนิดของน้ำกับผลผลิตเฉลี่ยของกะหล่ำปลีจากแปลงที่ปลูก ในการปลูกครั้งที่ 2 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL ให้ผลผลิตที่สูงกว่าใช้น้ำ RW คือ 2,646 กิโลกรัม/ไร่ และ 993.3 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทดลองในครั้งที่ 1 อาจเนื่องมาจากสาเหตุคือ ขณะเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลีในกรรมวิธีที่ใช้น้ำ RW นั้น กะหล่ำปลียังห่อหัวไม่เต็มทีเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ จึงทำให้มีน้ำหนักต่ำ



รูปที่ 2-21 ผลผลิตกะหล่ำปลีในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 2-24 ผลผลิตกะหล่ำปลี

ชนิดน้ำที่ใช้	น้ำหนักสด (กก./ไร่)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
RW	1,997.4	933.3 b*
PE	2,062.4	1,556.0 ab*
AS	1,990.6	2,241.0 ab*
AL	2,835.9	2,646.0 a*
IW	2,324.1	1,754.0 ab*
LSD (0.05)	NS	1,611.4
CV (%)	20.29	34.33

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

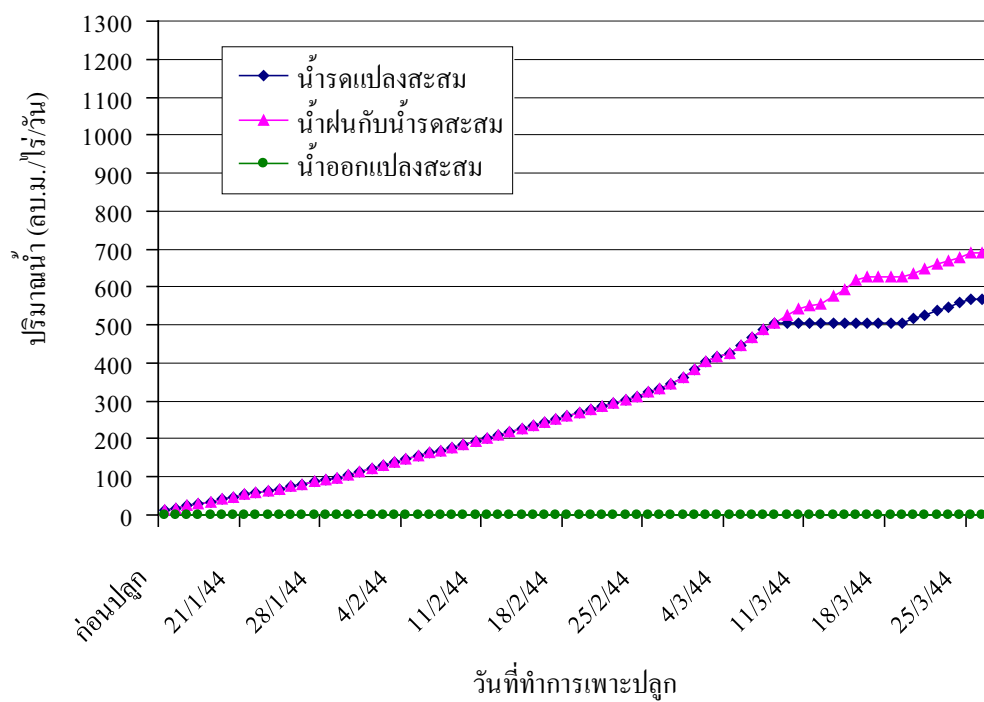
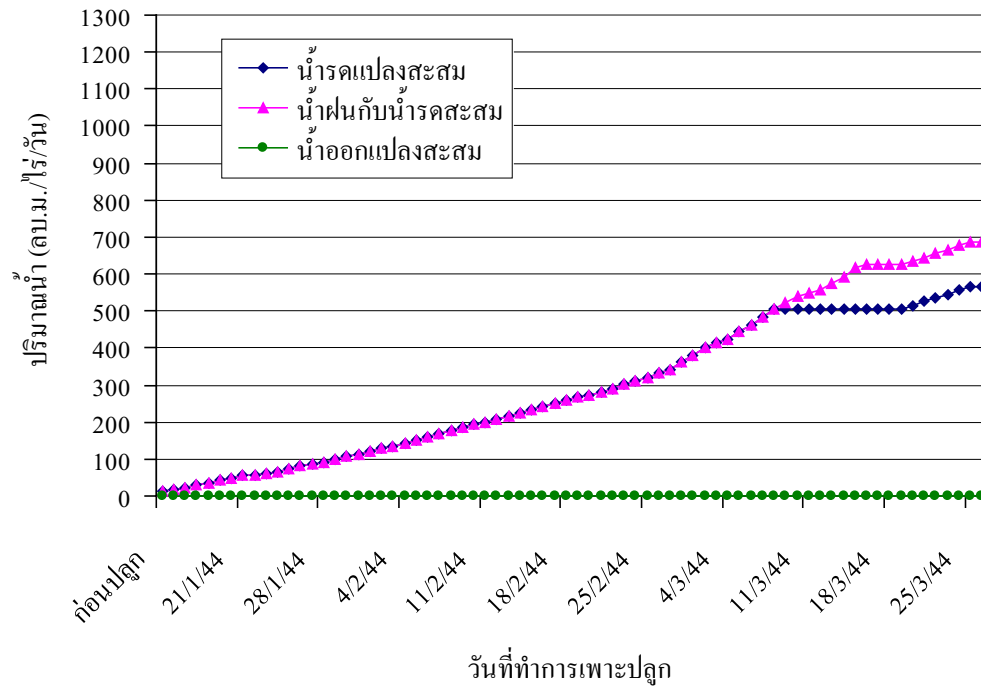
LSD (Least Significant Differentiation) คือ ค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

NS ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

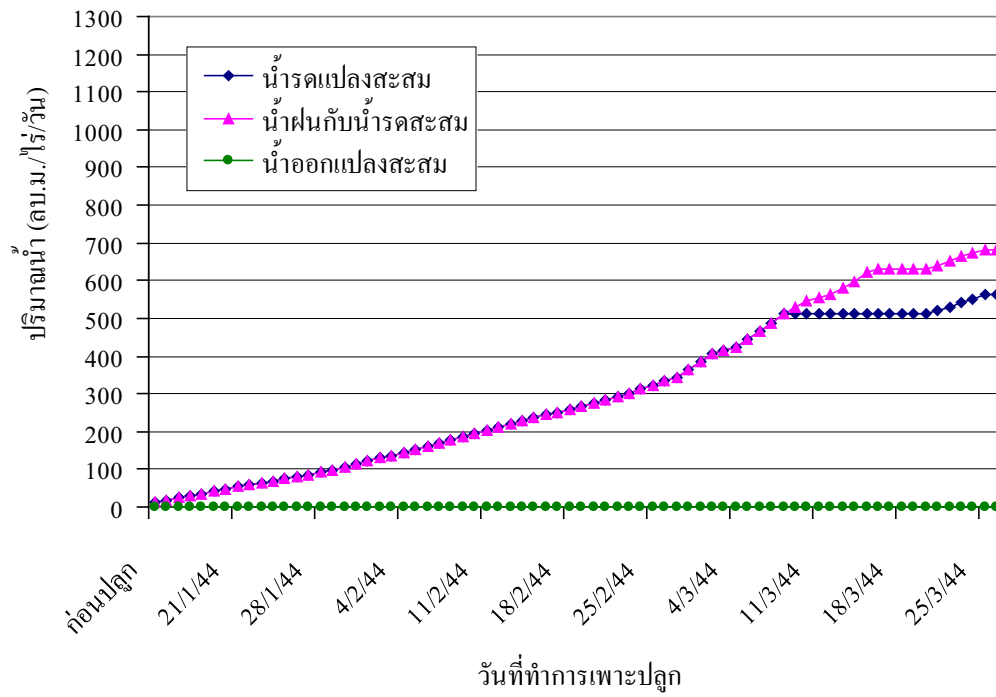
2.4.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

2.4.2.1 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

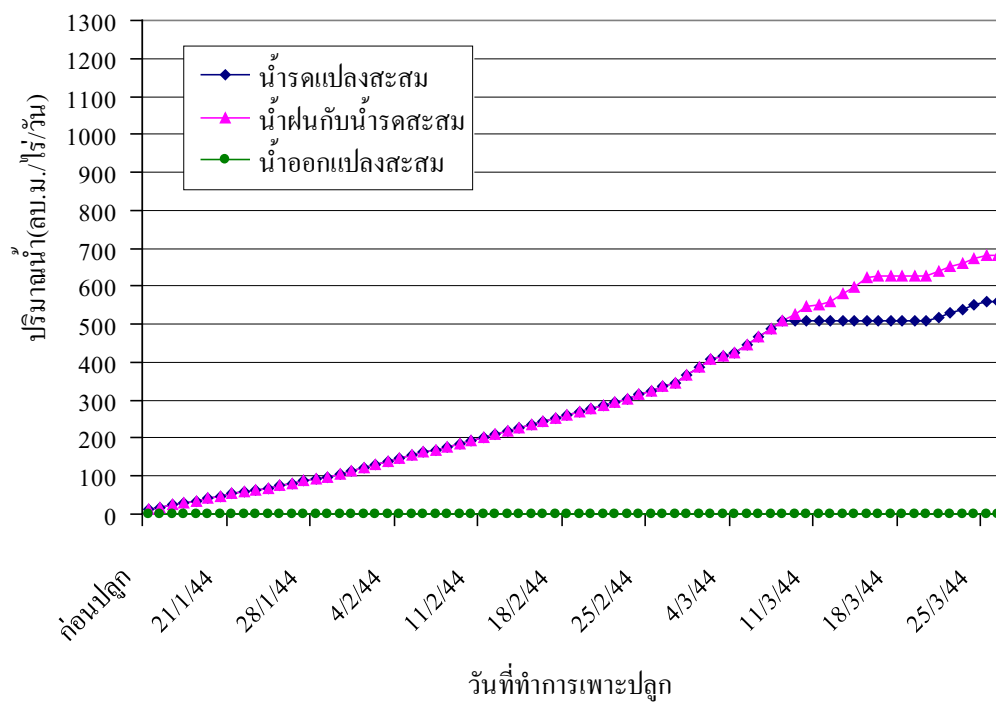
ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลองในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ได้แสดงในรูปที่ 2-22 และ 2-23 ตามลำดับ จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่าในช่วงแรกจนเกือบถึงปลายช่วงของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ไม่มีฝนตก เส้นกราฟน้ำรดกับน้ำเข้ารวมจึงเป็นเส้นเดียวกัน ในขณะที่ช่วงปลาย ๆ มีฝนตกลงมาจึงหยุดรดน้ำไปพักหนึ่ง ทำให้เส้นกราฟน้ำรดวิ่งเป็นเส้นขนานกับแกน X แล้วจึงมีค่าเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว และในการเพาะปลูกครั้งแรกนี้ไม่มีน้ำซึมออกได้แปลงเลย ในส่วนของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 พบว่าในช่วง 2 อาทิตย์แรกไม่มีน้ำซึมออกจากแปลง หลังจากนั้นจึงมีน้ำซึมออก แต่เป็นปริมาณที่ไม่มาก ยกเว้นกรณีของแปลง AS ที่มีปริมาณน้ำซึมสูงกว่าแปลงอื่น ๆ มาก



รูปที่ 2-22 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง

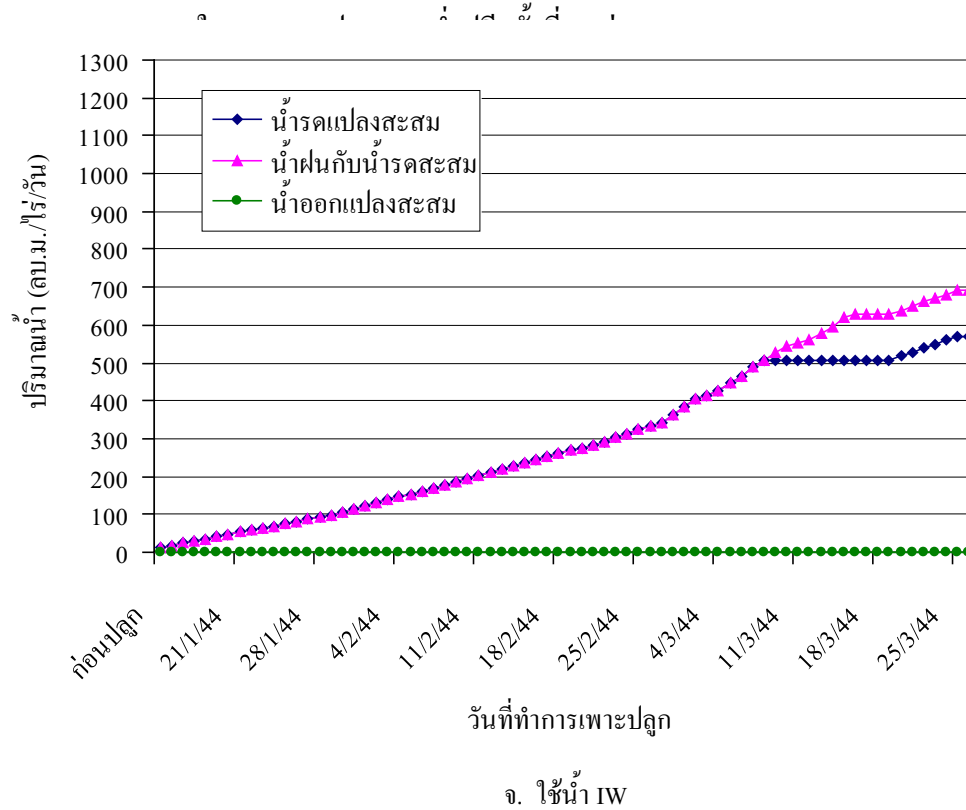


ก. ใช้น้ำ AS

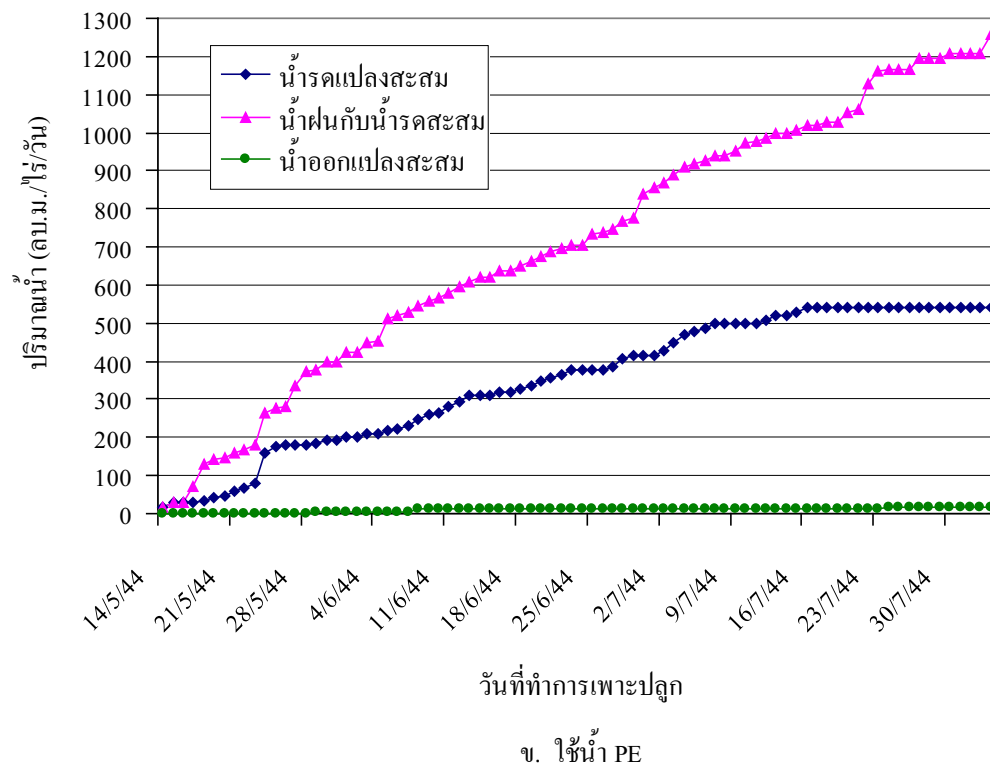
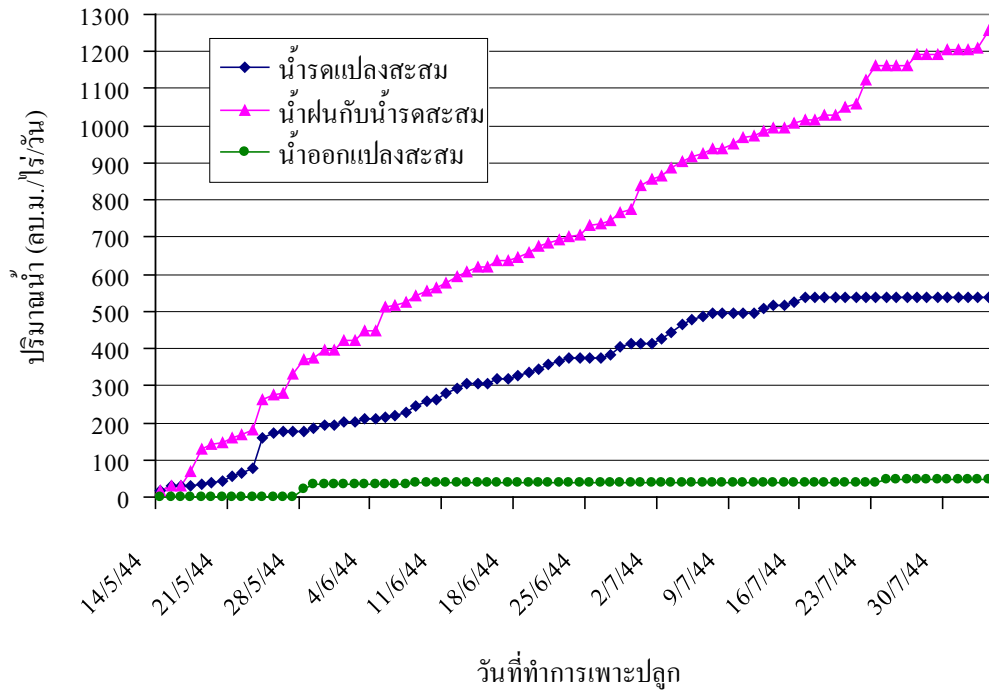


ง. ใช้น้ำ AL

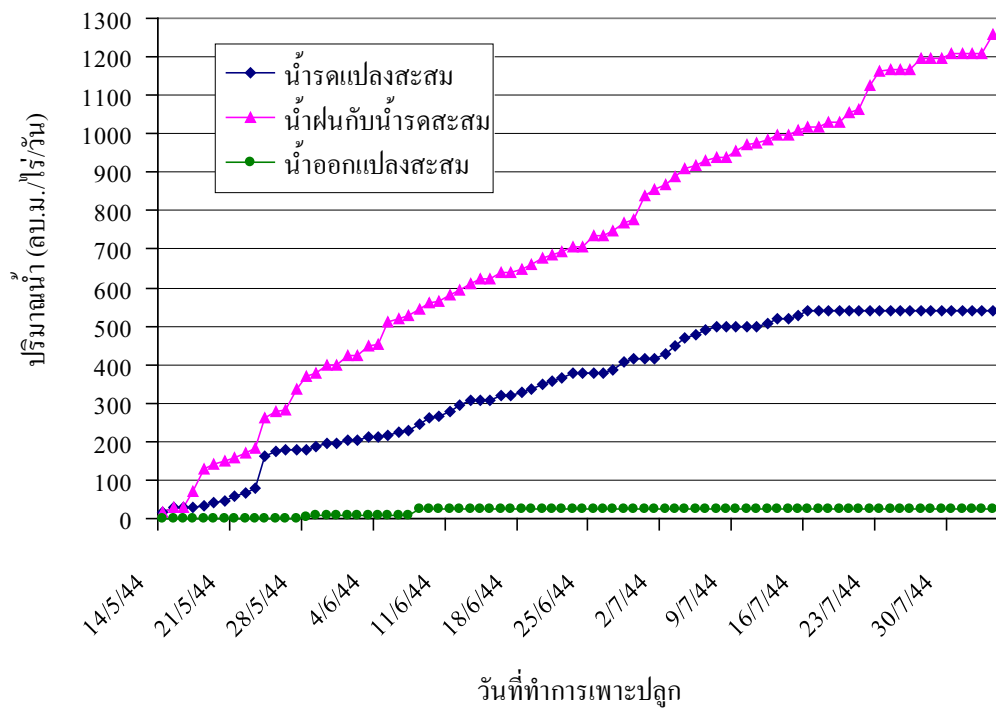
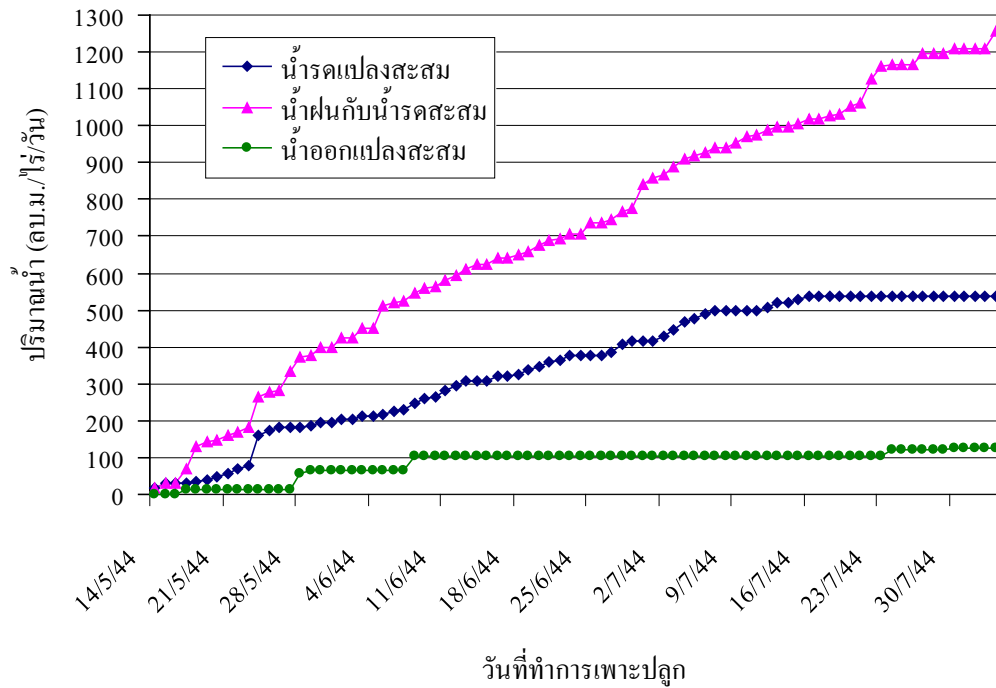
รูปที่ 2-22 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง



รูปที่ 2-22 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 1 (ต่อ)

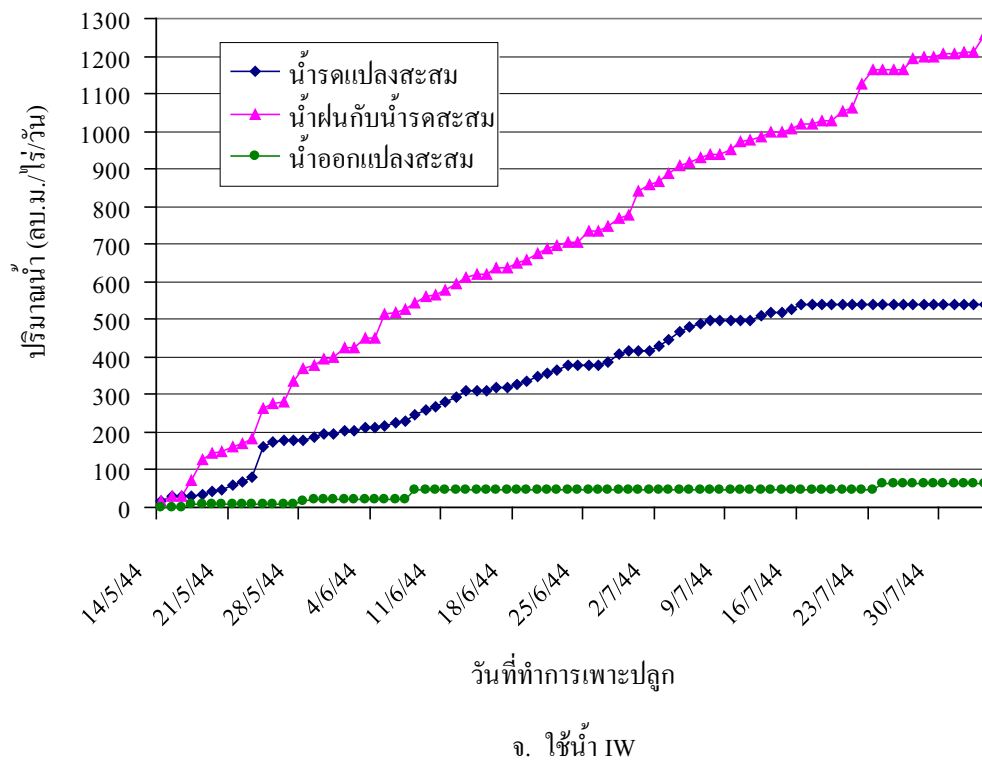


รูปที่ 2-23 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง



รูปที่ 2-23 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง

ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 2 (ต่อ)



รูปที่ 2-23 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 2 (ต่อ)

สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกกะหล่ำปลีได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-25 ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณน้ำรดของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีปริมาณน้ำรดน้อยกว่าครั้งที่ 1 เล็กน้อย แต่เนื่องจากในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีฝนตกมากกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มาก จึงทำให้น้ำเข้าแปลงรวมมีปริมาณสูงกว่าของครั้งที่ 1 เกือบเท่าตัว ดังนั้นจึงทำให้สัดส่วนของน้ำรดต่อน้ำเข้ารวมในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าเพียงร้อยละ 43 ในขณะที่ของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีค่าสูงถึงร้อยละ 82

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำเข้ารวมเฉลี่ยต่อวันจะพบว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 9.6-9.7 ลบ.ม./ไร่ ซึ่งต่ำกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ที่มีค่าเท่ากับ 15.3 ลบ.ม./ไร่ มาก ดังนั้นในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 จึงไม่มีน้ำซึมออกจากแปลงทดลองเลย และในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ก็มีน้ำซึมออกจากแปลงน้อยมาก โดยมีค่าปริมาณน้ำซึมต่อน้ำเข้าทั้งหมดสูงสุดเพียงร้อยละ 10 ซึ่งแตกต่างจากการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆ

2.4.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ผลการวิเคราะห์การแปรผันคุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกกะหล่ำปลีบางพารามิเตอร์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2-24 ถึง 2-27 เนื่องจากปริมาณน้ำซึมของการปลูกกะหล่ำปลีมีเฉพาะของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 และมีปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์คุณภาพในทุกดัชนี โดยเฉพาะบีโอดีและทีเคเอ็นซึ่งต้องการใช้น้ำตัวอย่างปริมาณมาก จึงทำให้ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้ไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่มีอยู่พบว่า น้ำซึมจากแปลง RW AS และ IW มีค่าบีโอดีต่ำกว่าของน้ำที่รดทุกครั้ง และมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่ว่าน้ำรดจะเป็นน้ำประปาใด (สำหรับน้ำซึมจากแปลง PE และ AL นั้นไม่มีข้อมูล) ส่วนน้ำรดของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้งพบว่า น้ำรดประเภทเดียวกันมีบีโอดีแปรผันในช่วงค่าเดียวกัน โดยที่น้ำ RW มีค่าบีโอดีสูงสุด รองลงมาเป็นน้ำ PE ส่วนน้ำ AS AL และ IW มีค่าบีโอดีต่ำและ ใกล้เคียงกัน

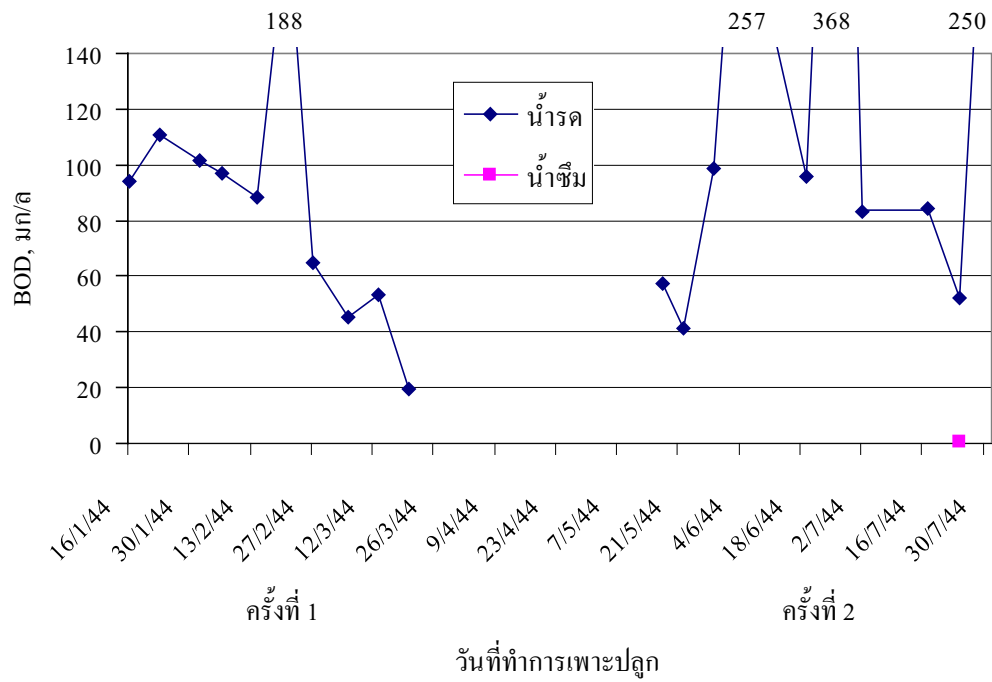
ในส่วนของซีโอดีพบว่า น้ำซึมออกจากแปลง RW PE และ AL มีค่าซีโอดีลดต่ำลงจากของน้ำรด ในขณะที่น้ำซึมจากแปลง AS และ IW ส่วนใหญ่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากของน้ำรด สำหรับน้ำรดของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง พบว่าน้ำรดประเภทเดียวกันมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วงเดียวกัน เช่นเดียวกันกับกรณีของบีโอดี ยกเว้นน้ำ RW ที่ซีโอดีของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าสูงกว่าของครั้งแรกอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่าซีโอดีของน้ำรด AS AL และ IW มีช่วงค่าที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำกว่าของน้ำ RW และ PE มาก

ตารางที่ 2-25 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกกะหล่ำปลีของแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

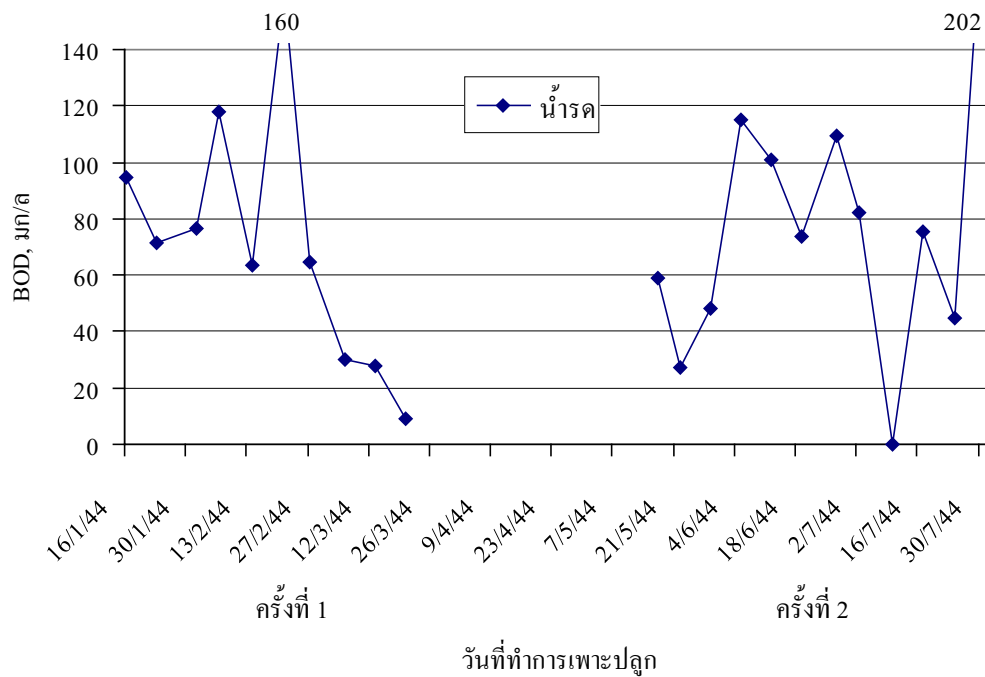
ชนิดของ น้ำที่ใช้ ทดลอง	ปริมาณน้ำเข้า, ลบ.ม./ไร่						ปริมาณน้ำซึมได้แปลง, ลบ.ม./ไร่		ปริมาณน้ำซึมต่อหน้าเข้า ทั้งหมด, %	
	น้ำรด		น้ำฝน		น้ำรวม		การเพาะปลูก ครั้งที่ 1	การเพาะปลูก ครั้งที่ 2	การเพาะปลูก ครั้งที่ 1	การเพาะปลูก ครั้งที่ 2
	การเพาะปลูก ครั้งที่ 1	การเพาะปลูก ครั้งที่ 2	การเพาะปลูก ครั้งที่ 1	การเพาะปลูก ครั้งที่ 2	การเพาะปลูก ครั้งที่ 1	การเพาะปลูก ครั้งที่ 2				
RW	566	537	122	718	688	1255	0	48	0	3.8
PE	568	539	122	718	690	1257	0	15	0	1.2
AS	562	539	122	718	684	1257	0	127	0	10.1
AL	560	539	122	718	682	1257	0	23	0	1.8
IW	570	539	122	718	692	1257	0	64	0	5.1

หมายเหตุ การเพาะปลูกครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 15 มกราคม - 26 มีนาคม 2544

การเพาะปลูกครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 14 พฤษภาคม - 3 สิงหาคม 2544

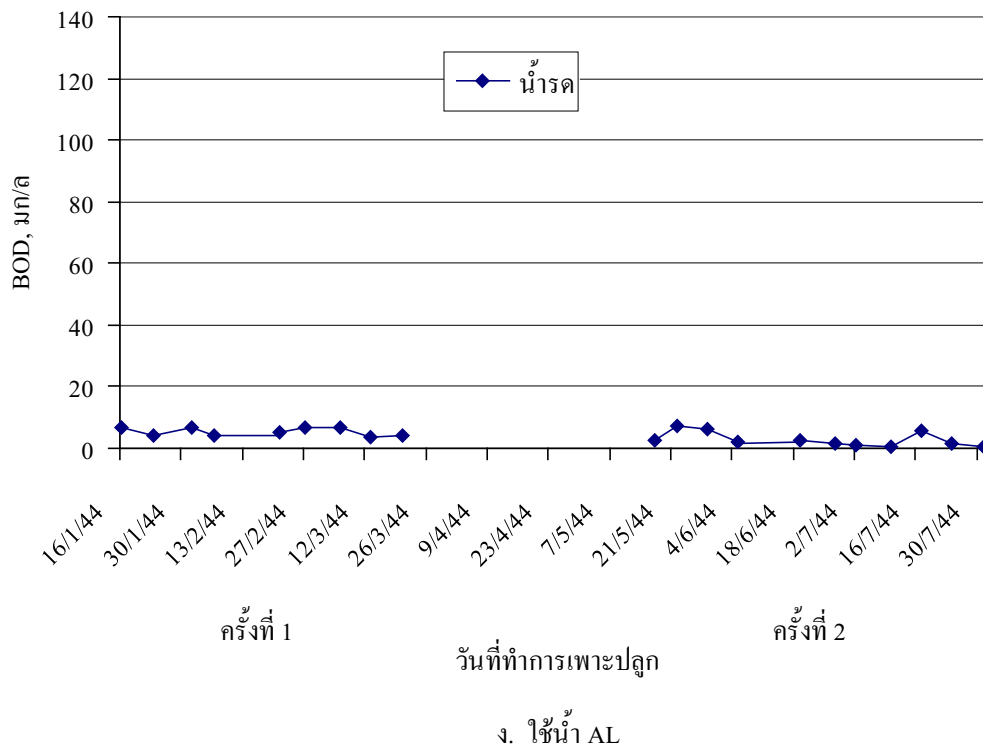
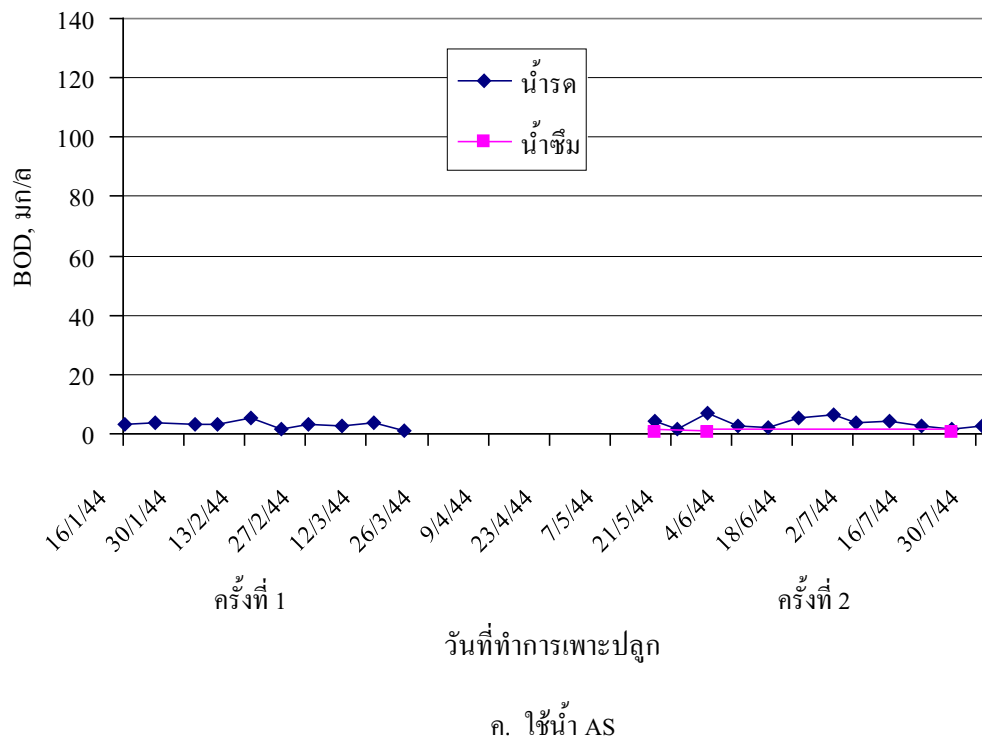


ก. ใช้น้ำ RW

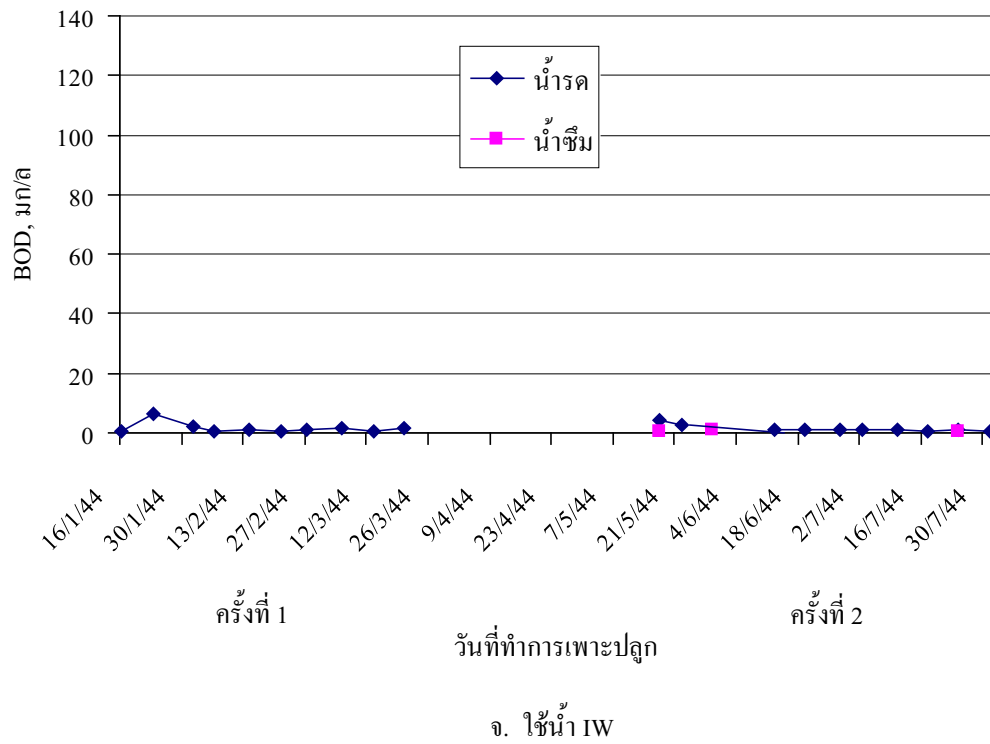


ข. ใช้น้ำ PE

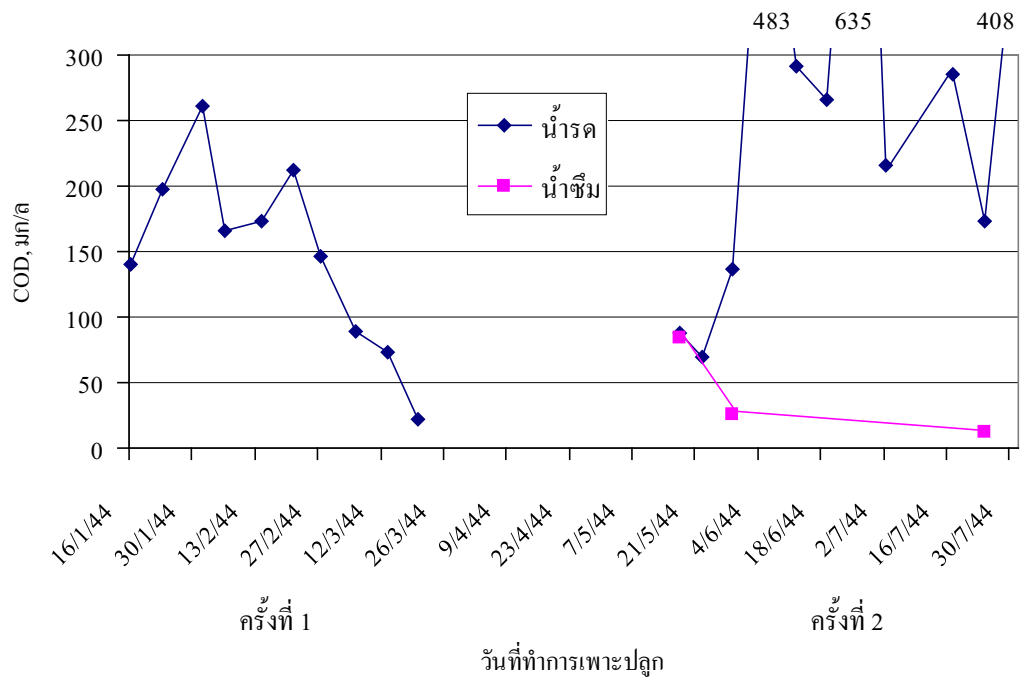
รูปที่ 2-24 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี



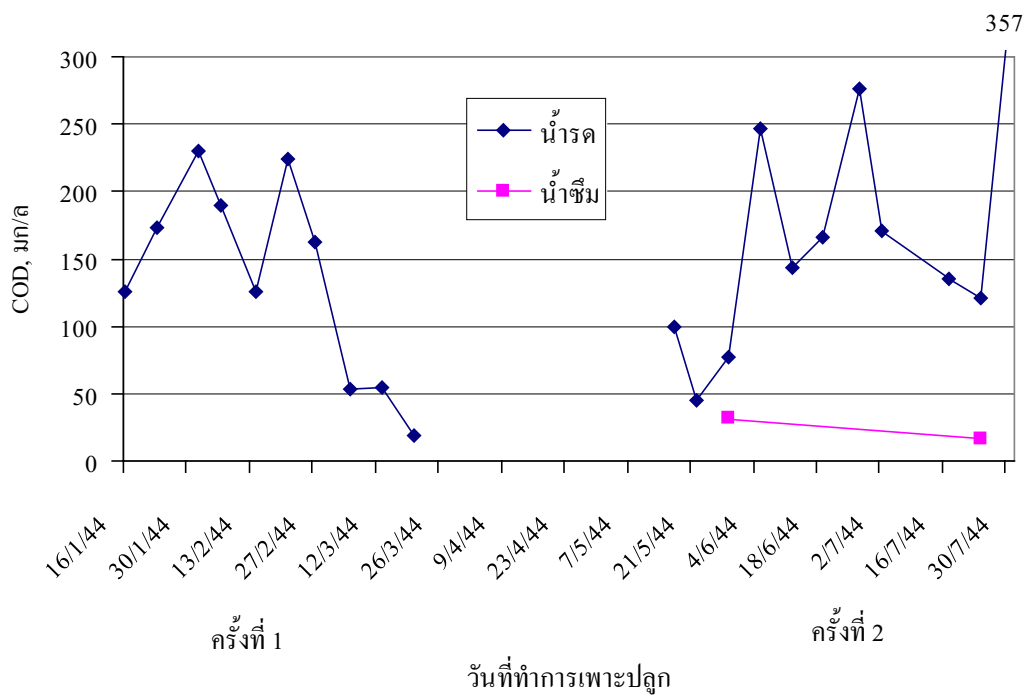
รูปที่ 2-24 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)



รูปที่ 2-24 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)

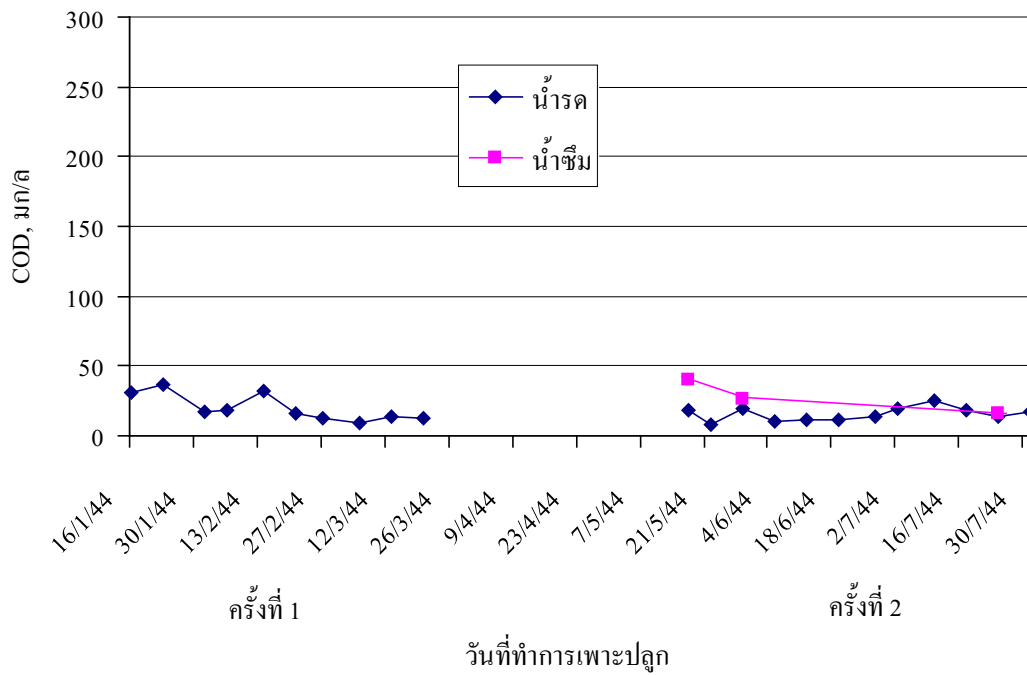


ก. ใช้น้ำ RW

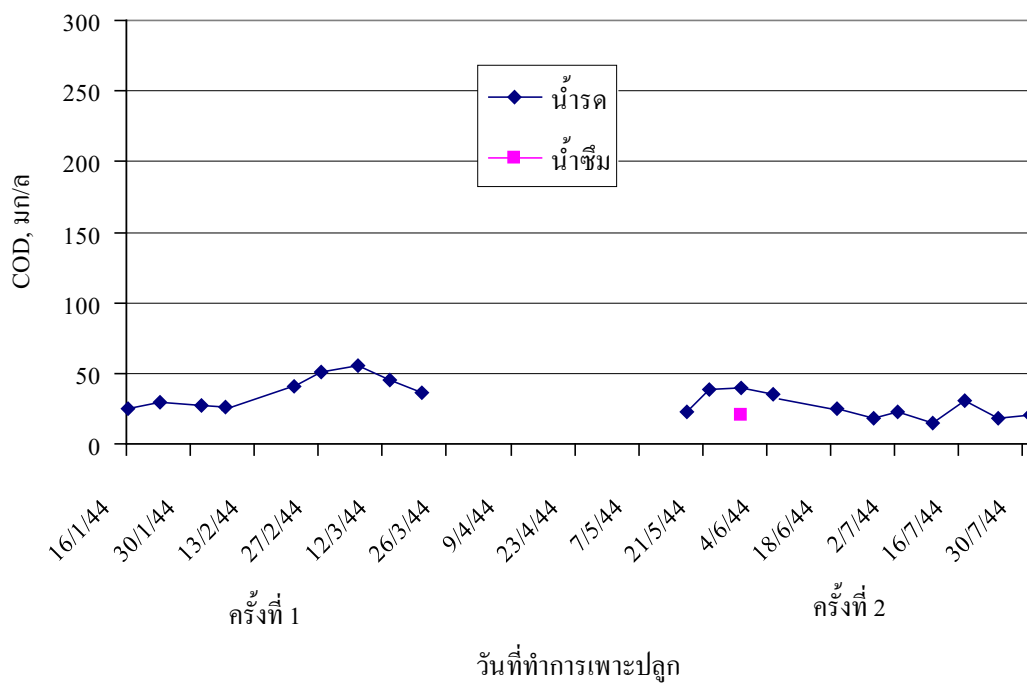


ข. ใช้น้ำ PE

รูปที่ 2-25 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี

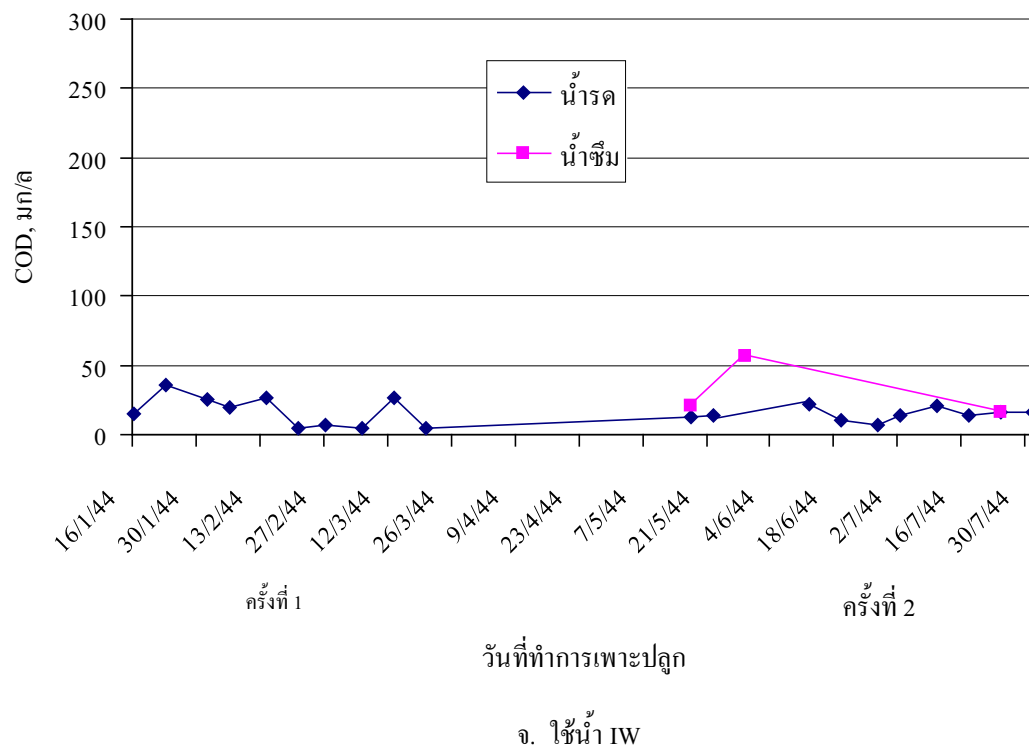


ก. ใช้น้ำ AS

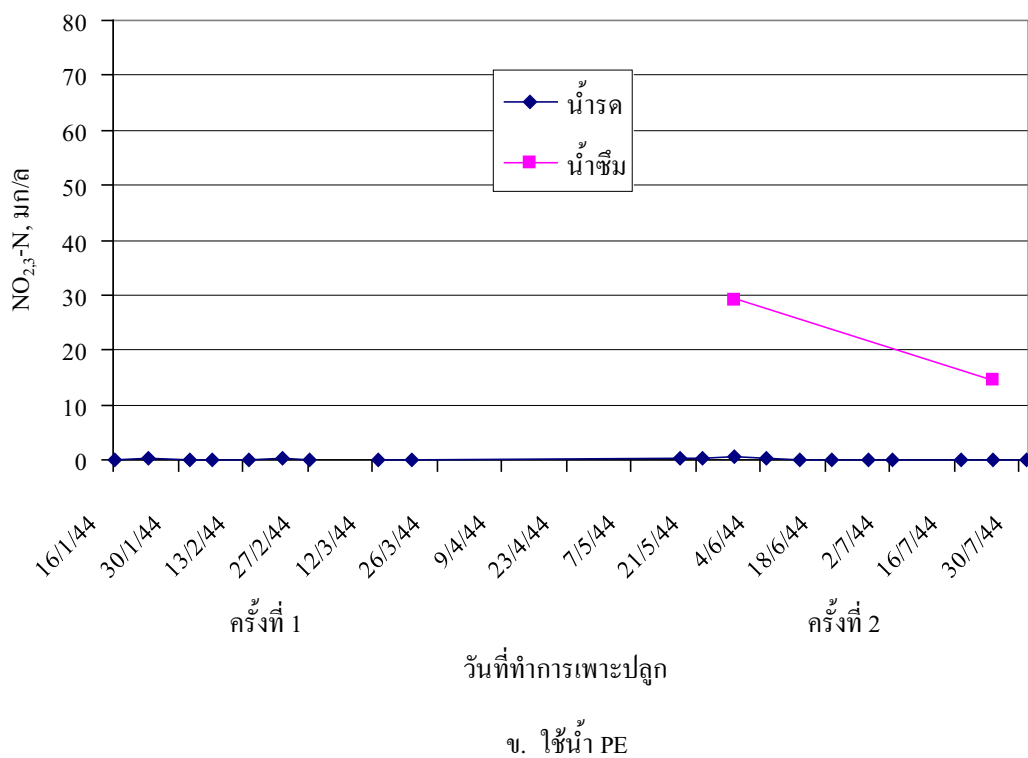
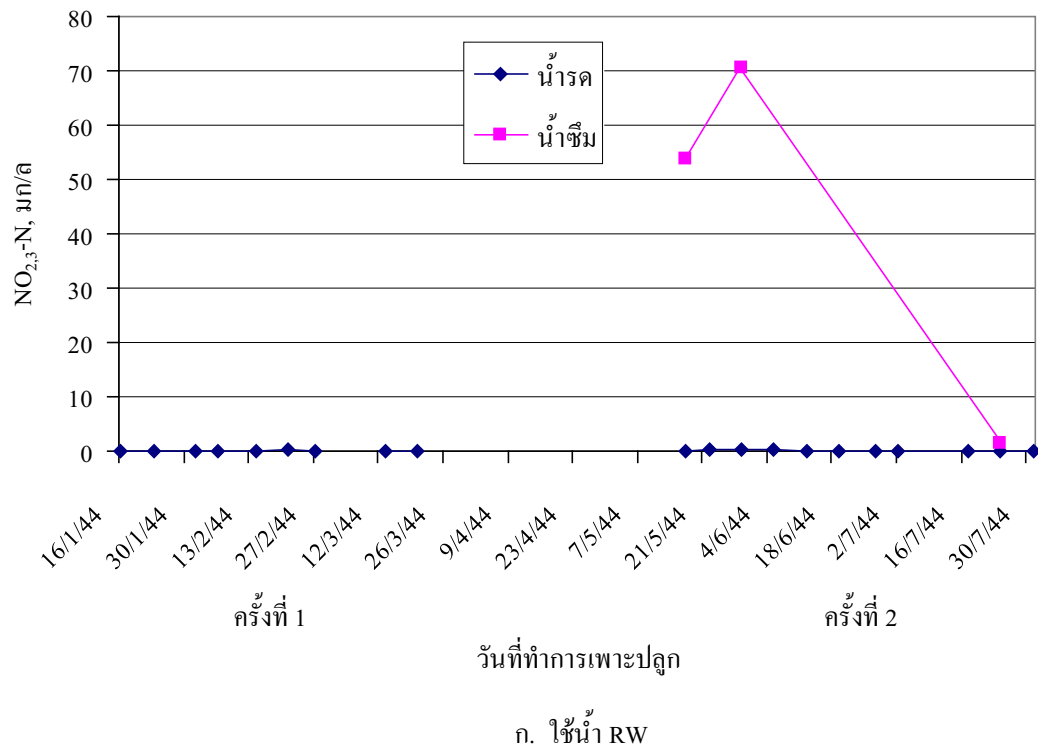


ง. ใช้น้ำ AL

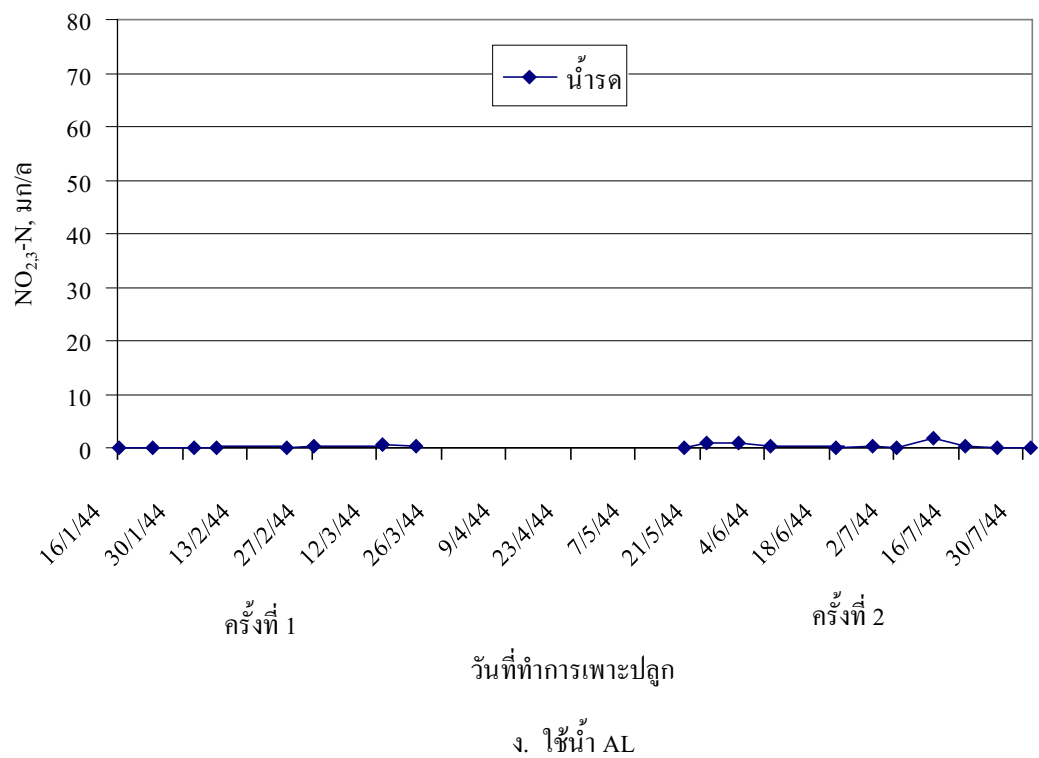
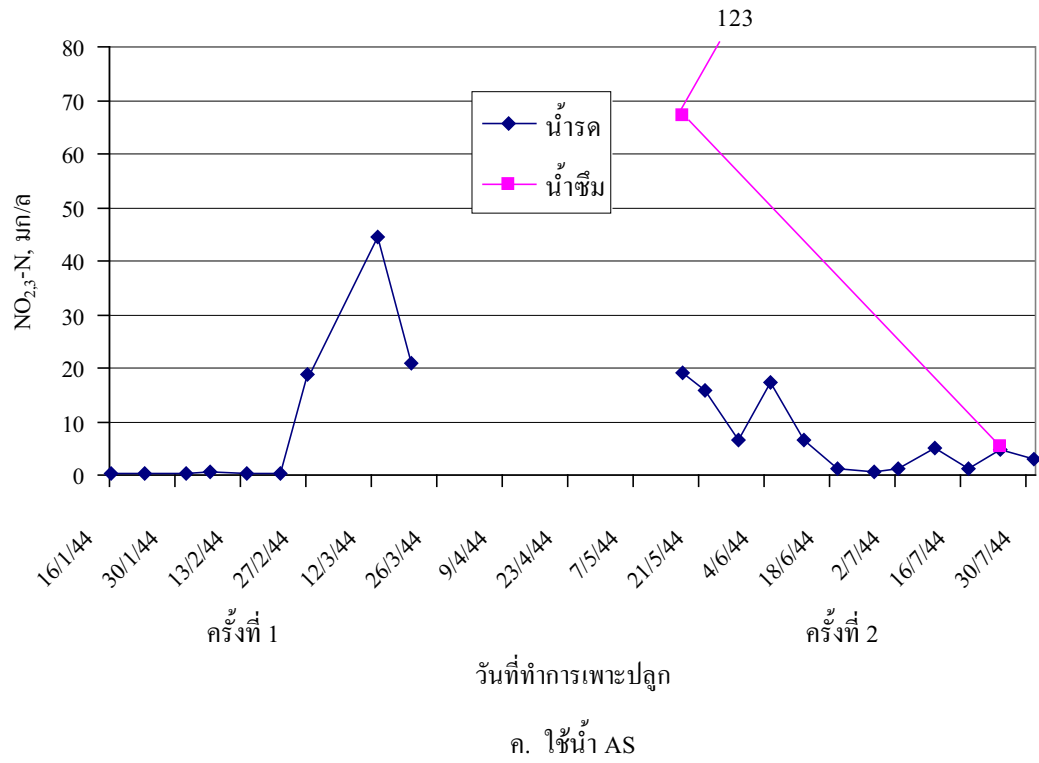
รูปที่ 2-25 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)



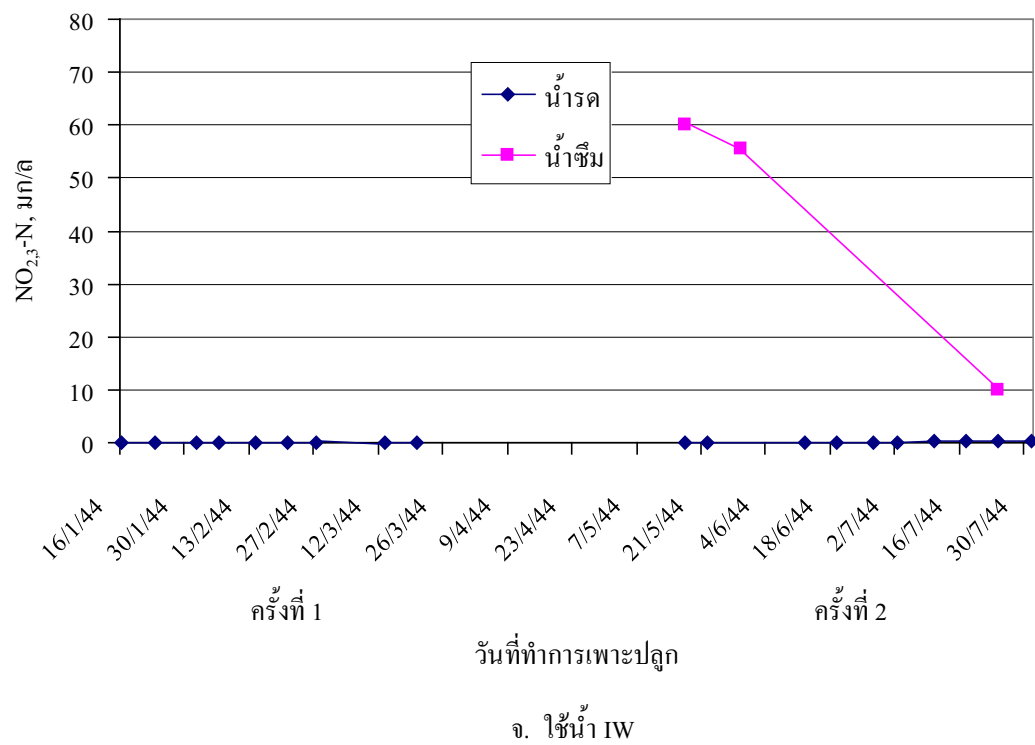
รูปที่ 2-25 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)



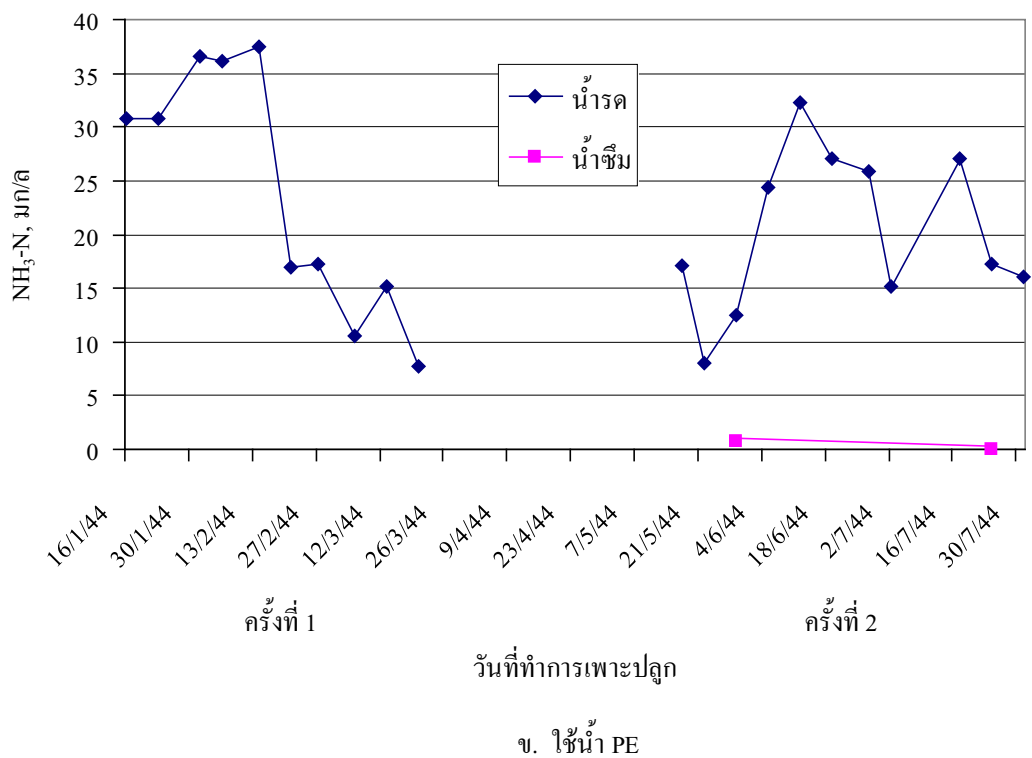
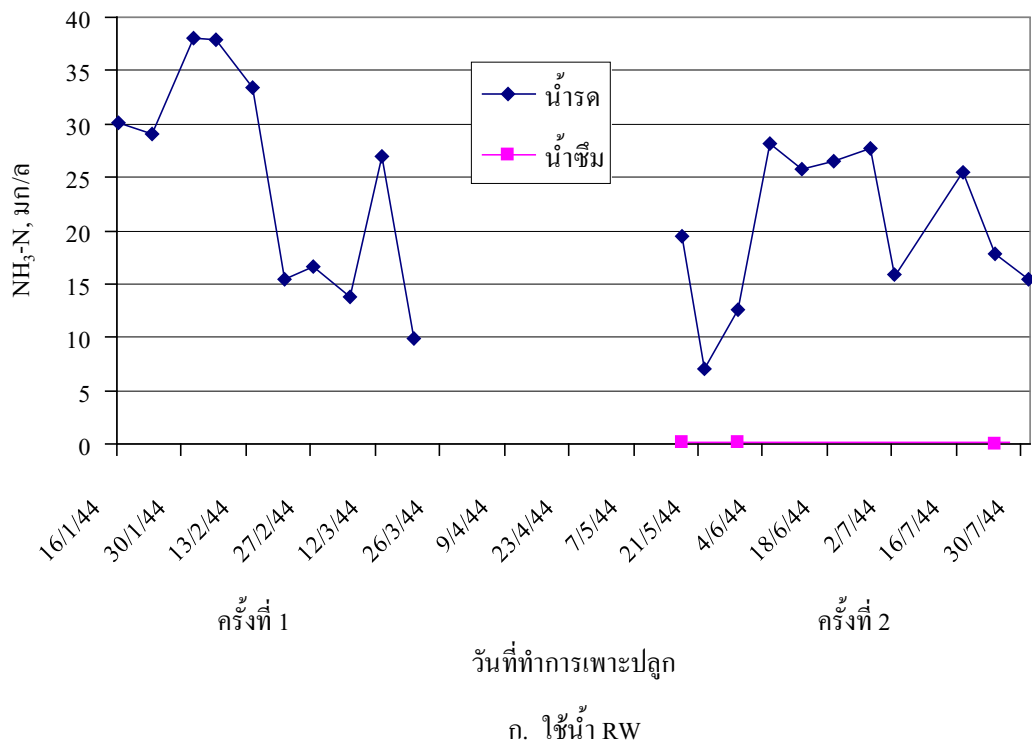
รูปที่ 2-26 การแปรผันค่าไนโตรเจนในไตรโทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี



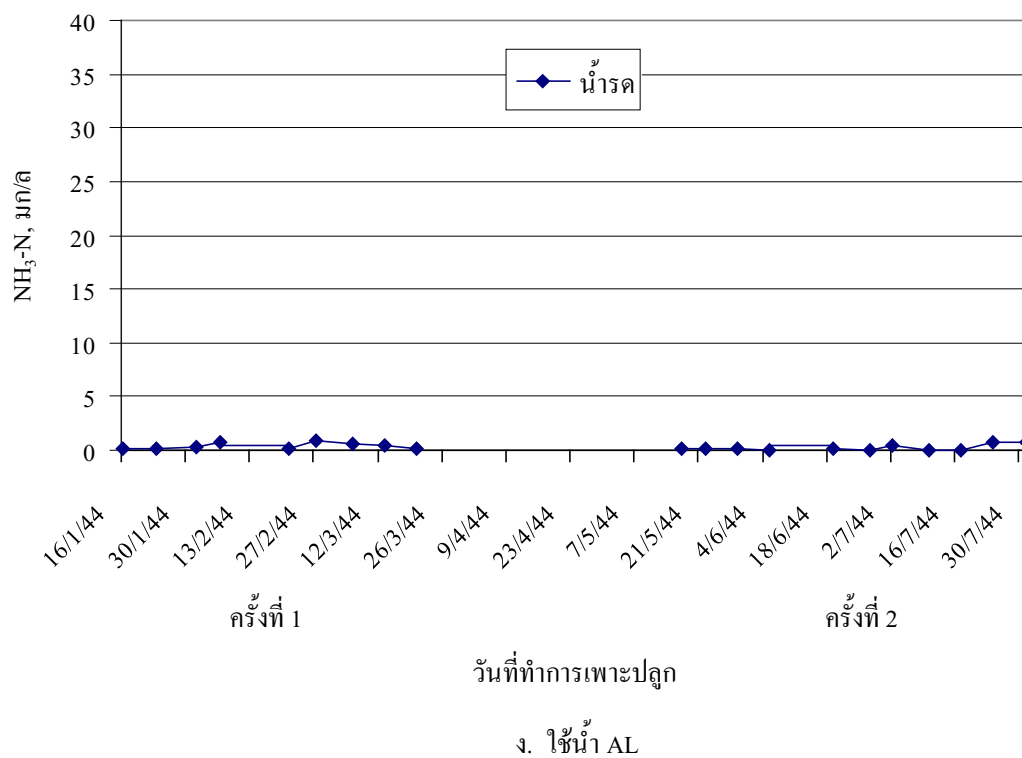
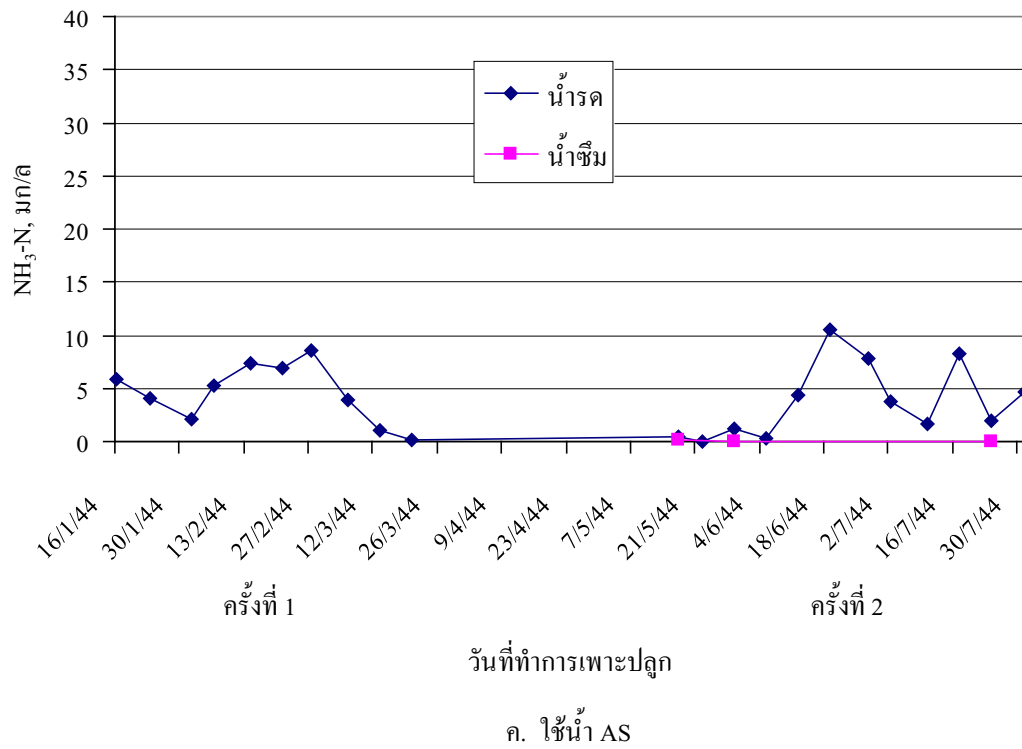
รูปที่ 2-26 การแปรผันค่าไนโตรเจนในไตรฟอสเฟตไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)



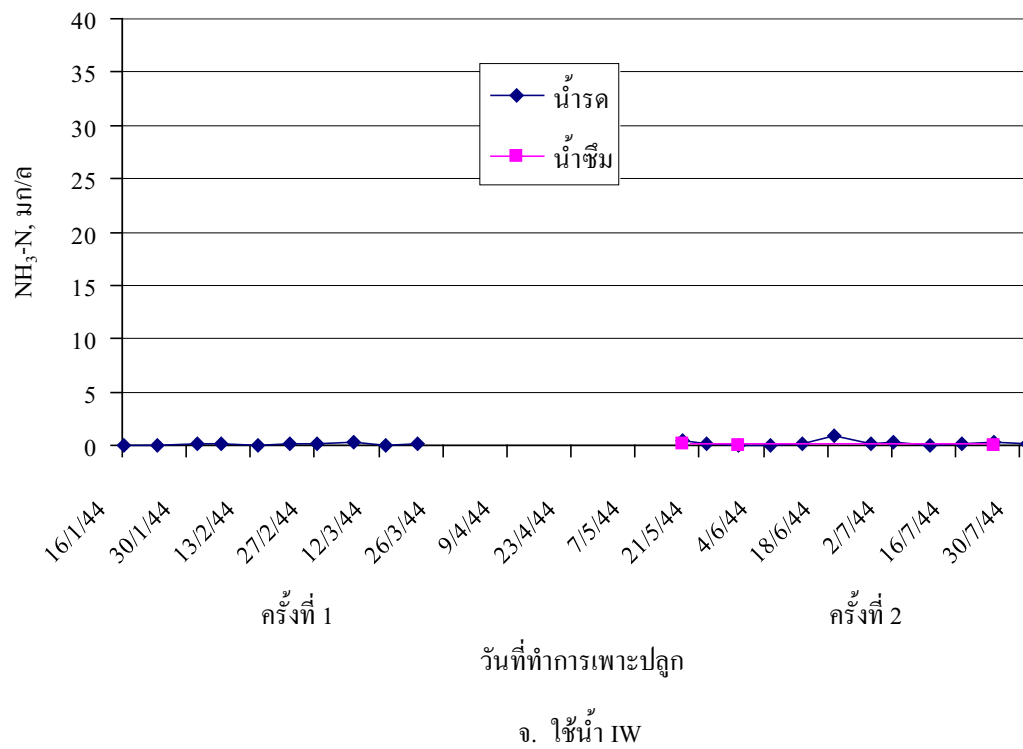
รูปที่ 2-26 การแปรผันค่าไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)



รูปที่ 2-27 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี



รูปที่ 2-27 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)



รูปที่ 2-27 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)

สำหรับกรณีของไนโตรทไนเตรทไนโตรเจน พบว่าน้ำรดทุกประเภทยกเว้น น้ำ AS มีไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนต่ำและมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนในน้ำซึมจากทุกแปลงทดลอง (ยกเว้นแปลง AL ซึ่งไม่มีข้อมูล) กลับมีค่าสูงกว่าของน้ำรดอย่างมาก ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำซึมจากทุกแปลงทดลอง (ยกเว้นแปลง AL ซึ่งไม่มีข้อมูล) มีปริมาณต่ำมาก โดยมีค่าต่ำกว่าของน้ำรดและมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะเป็นน้ำซึมจากแปลงใด นอกจากนี้ในกรณีของน้ำซึมจากแปลง RW และ PE ยังมีค่าต่ำกว่าของน้ำรดอย่างมาก ดังนั้นจึงคาดว่าไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนในน้ำซึมนี้น่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของแอมโมเนียไนโตรเจนและไนโตรเจนอินทรีย์ในน้ำรด และ/หรือจากปุ๋ยที่ใช้ในการเพาะปลูก และ/หรือจากการสะสมของไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนในดิน ในส่วนของปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำรดพบว่า น้ำ RW และ PE มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูง และในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีช่วงค่าที่สูงกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 เล็กน้อย ในขณะที่น้ำ AS AL และ IW มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำรดแต่ละประเภทที่ใกล้เคียงกันในการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง โดยน้ำ AL และ IW มีแอมโมเนียไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำมากและใกล้เคียงกัน

ในส่วนของลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยตลอดช่วงการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-26 และ 2-27 ซึ่งพบว่าลักษณะโดยเฉลี่ยของน้ำรดในแต่ละแปลงทดลองมีค่าใกล้เคียงกันในการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง ยกเว้นน้ำ RW ที่มีบีโอดีและซีโอดีของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 สูงกว่าของครั้งแรกมาก และพบว่าน้ำซึมออกจากทุกแปลงทดลองมีพีเอชที่สูงขึ้นกว่าของน้ำรด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.4-7.9 มีบีโอดี แอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม ลดต่ำลงจากของน้ำรด แต่กลับมีไนโตรเจนรวม (ยกเว้นแปลง PE) เพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนเตรท สำหรับไนเตรทในน้ำซึมนี้น่าจะเกิดจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนียของน้ำรด ซึ่งจะเห็นได้จากค่าที่เคเอ็นและแอมโมเนียไนโตรเจนที่ลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดในน้ำซึมที่เป็น RW และ PE นอกจากนี้ยังอาจมาจากการชะล้างไนเตรทในปุ๋ยที่ใช้ในการเพาะปลูก และ/หรือไนเตรทที่มีสะสมอยู่ในดินปลูกด้วย

เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองพบว่า มีลักษณะโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันมาก จะมีแต่เพียงน้ำซึมของแปลง RW ที่มีซีโอดีเฉลี่ยสูงกว่าแปลงอื่น ๆ เท่านั้น

ตารางที่ 2-26 ลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่ใช้รดและออกจากแปลงกะหล่ำปลีฤดูเพาะปลูกที่ 1 (ได้จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจำนวน 10 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
pH	min-max	6.58-7.18	-	6.74-7.28	-	-	6.34-7.12	-	7.49-9.15	-
	ave	6.95±0.19	-	7.03±0.15	-	-	6.84±0.22	-	8.10±0.51	-
Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max	352-592	-	308-552	-	-	318-502	-	238-318	-
	ave	479±70.6	-	457±86.3	-	-	413±65.6	-	269±23.6	-
COD, มก/ล	min-max	22.1-261	-	18.4-230	-	-	9.70-36.2	-	25.0-56.0	-
	ave	148±67.4	-	136±70.1	-	-	19.9±9.04	-	37.5±10.9	-
BOD, มก/ล	min-max	19.6-188	-	9.33-160	-	-	1.28-5.50	-	3.66-6.95	-
	ave	86.3±43.6	-	71.5±42.5	-	-	3.22±1.14	-	5.36±1.32	-
TP, มก/ล	min-max	0.099-0.42	-	0.090-0.43	-	-	0.088-0.23	-	0.022-0.072	-
	ave	0.20±0.083	-	0.20±0.088	-	-	0.15±0.045	-	0.040±0.018	-
NO _{2,3} -N, มก/ล	min-max	0.024-0.18	-	0.036-0.17	-	-	0.17-44.6	-	0.013-0.47	-
	ave	0.090±0.039	-	0.087±0.044	-	-	9.58±14.7	-	0.14±0.15	-
NH ₃ -N, มก/ล	min-max	9.88-38.0	-	7.69-37.4	-	-	0.15-8.55	-	0.096-0.92	-
	ave	25.1±9.85	-	23.9±10.9	-	-	4.53±2.65	-	0.41±0.28	-
TKN, มก/ล	min-max	10.7-42.5	-	8.98-44.3	-	-	0.58-11.9	-	0.63-1.48	-
	ave	33.8±8.76	-	32.2±11.7	-	-	6.67±3.46	-	0.88±0.24	-
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min	400,000	-	200,000	-	-	8	-	<2	-
	max	30,000,000	-	90,000,000	-	-	2,200	-	>16,000	-

หมายเหตุ ไม่มีน้ำซึมออกจากแปลง

ตารางที่ 2-22 ลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่ใช้รดและออกจากแปลงกะหล่ำปลีฤดูเพาะปลูกที่ 2 (ได้จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์จำนวน 12 ครั้ง น้ำออก 3 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก*	น้ำเข้า	น้ำออก
ค่า pH	min-max	6.16-7.21	7.00-7.76	6.40-7.21	7.55-8.26	6.37-7.26	7.33-7.83	6.69-8.55	-	6.86-7.75
	ave	6.76±0.28	7.35±0.31	6.85±0.25	7.91±0.36	6.71±0.23	7.56±0.21	7.53±0.54	7.64	7.32±0.24
ค่า Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max	270-590	163-605	274-556	296-695	230-427	320-3,010	216-398	-	109-195
	ave	457±96.7	368±182	449±91.8	496±199	352±54.1	1,508±1,120	343±58.7	502	159±28.9
COD, มก/ล	min-max	69.8-635	11.6-84.4	45.3-357	16.5-32.3	8.48-24.9	15.5-39.8	14.6-39.4	-	6.69-21.7
	ave	278±165	40.7±31.5	167±88.2	24.4±7.91	15.5±4.57	27.1±9.93	25.7±8.34	20.4	14.6±4.30
BOD, มก/ล	min-max	41.2-368	-	27.0-202	-	1.37-6.76	0.34-0.71	0.60-7.21	-	0.30-4.33
	ave	139±101	0.34*	85.2±45.5	-	3.71±1.70	0.57	2.92±2.19	-	1.46±1.14
TP, มก/ล	min-max	0.056-1.88	0.015-0.29	0.047-1.30	0.014-0.10	0.006-0.46	0.006-0.093	0.004-0.075	-	0.004-0.067
	ave	0.59±0.60	0.11±0.13	0.54±0.51	0.057±0.043	0.23±0.17	0.035±0.041	0.038±0.027	0.024	0.040±0.025
NO _{2,3} -N, มก/ล	min-max	0.030-0.38	1.46-70.5	0.014-0.44	14.5-29.2	0.55-19.1	5.37-123	0.009-1.67	-	0.039-0.24
	ave	0.11±0.11	42.0±29.4	0.12±0.14	21.8±7.37	6.80±6.43	65.3±48.2	0.39±0.51	-	0.13±0.061
NH ₃ -N, มก/ล	min-max	7.08-28.2	0.059-0.16	8.09-32.2	0.021-0.80	0.071-10.6	0.015-0.12	0.017-0.71	-	0.011-0.83
	ave	20.2±6.72	0.12±0.046	20.2±7.11	0.41±0.39	3.74±3.36	0.063±0.044	0.24±0.24	-	0.26±0.23
TKN, มก/ล	min-max	9.56-39.3	0.56-1.30	8.27-38.8	-	0.33-14.2	0.56-0.81	0.39-1.36	-	0.30-2.24
	ave	28.1±9.60	0.93±0.37	26.1±9.46	1.19*	6.27±4.65	0.66±0.11	0.82±0.27	1.08	0.64±0.54
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min	1,700,000	220	800,000	-	4	50	<2	-	800
	max	160,000,000	1,550	50,000,000	5,000*	30,000	1,300	<2	-	28,000

หมายเหตุ * มีข้อมูล 1 ครั้ง

2.4.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

2.4.3.1 ภาระบรรทุกของน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

เมื่อนำลักษณะโดยเฉลี่ยและปริมาณของน้ำซึม (ระดับ 0.30 ม. จากผิวดิน) จากแปลงทดลองมาคำนวณหาภาระบรรทุกของการเพาะปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 2 จะได้ดังแสดงในตารางที่ 2-28 ซึ่งพบว่าภาระบรรทุกของแปลง AS มีค่าสูงกว่าของแปลงอื่น ๆ ในขณะที่ของแปลง PE มีค่าต่ำสุดในทุกดัชนี ทั้ง ๆ ที่น้ำซึมของแปลง AS และ PE มีลักษณะโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างจากน้ำซึมแปลงอื่น ๆ มากนัก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะแปลง AS มีปริมาณน้ำซึมแปลงที่สูงกว่าแปลงอื่น ๆ อย่างมาก ในขณะที่น้ำซึมแปลง PE มีค่าต่ำสุด

ตารางที่ 2-28 ภาระบรรทุกของสารปนเปื้อนสำคัญในน้ำออกแปลงกะหล่ำปลี (ระดับ 0.30 ม. จากผิวดิน) ของการเพาะปลูกครั้งที่ 2

สารปนเปื้อน	ภาระบรรทุก, กรัม/(วัน.ไร่)				
	RW	PE	AS	AL	IW
BOD	0.20	-	0.88	-	0.62
COD	23.8	4.46	42.0	5.72	24.2
NO _{2,3} -N	24.6	3.99	101	-	32.6
NH ₃ -N	0.070	0.075	0.098	-	0.70
TKN	0.54	0.22	1.02	0.30	0.50
TN	25.1	4.21	102	-	33.1

สำหรับภาระบรรทุกที่เกิดจากการปลูกกะหล่ำปลีนี้พบว่า มีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำซึมแปลงที่มีน้อยมากนั่นเอง ในส่วนของภาระบรรทุกไนโตรเจนพบว่า น้ำซึมออกจากทุกแปลงมีภาระบรรทุกไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนที่สูงกว่าภาระบรรทุกที่เคอื่นมาก ดังนั้นภาระบรรทุกของไนโตรเจนรวมจึงมีค่าสูงกว่าภาระบรรทุกไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

หมายเหตุ การเพาะปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 1 ไม่สามารถคำนวณหาภาระบรรทุกได้เนื่องจากไม่มีน้ำซึมได้แปลงเพาะปลูก เพราะปริมาณน้ำเข้าแปลงรวมมีน้อย

2.4.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-29

ตารางที่ 2-29 โลหะหนักในดินที่ใช้ปลูกกะหล่ำปลี

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มก.ก./ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (15 ม.ค. – 26 มี.ค. 44)	IW	0	0	18±0.2 ⁽¹⁾	18±1.2	18±0.4	17±2.1	47±1.6	47±3.2
	RW	0	0	19±1.9	20±2.5	18±1.8	19±0.4	46±4.2	48±1.1
	PE	0	0	17±1.1	19±3.5	18±0.5	18±0.9	46±0.5	48±0.5
	AS	0	0	18±0.5	16±0.4	18±0.4	17±0.9	48±0.5	47±0.5
	AL	0	0	18±1.6	15±0.5	18±0.5	18±0.7	48±2.7	50±4.8
2 (14 พ.ค. – 3 ส.ค. 44)	IW	0	0	20 ⁽²⁾	22	20	19	54	51
	RW	0	0	20	21	20	20	54	53
	PE	0	0	20	25	20	19	56	50
	AS	0	0	20	20	19	18	53	48
	AL	0	0	18	22	19	19	50	52
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(2) วิเคราะห์จาก Composite Sample

จากตารางที่ 2-29 พบว่าปริมาณตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในดินทั้งก่อนและหลังปลูกกะหล่ำปลี 2 ครั้งมีค่าน้อยมาก ต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุด 5-6 เท่า และค่อนข้างคงที่ ไม่เกิดการสะสมโลหะหนักเพิ่มเติมหลังการปลูก สำหรับแคดเมียมตรวจไม่พบเลยทั้งก่อนและหลังการปลูก

2.4.3.3 การสะสมพยาธิในดิน

การปลูกกะหล่ำปลีในครั้งที่ 1 เป็นการปลูกผักครั้งแรกในการปลูกผักในระดับห้องปฏิบัติการ เนื่องจากมีความผิดพลาดในการนัดหมายในการปลูกผักจึงไม่ได้มีการเก็บดินก่อนทำการปลูก ผลการตรวจพยาธิหลังปลูกได้แสดงในตารางที่ 2-30 แต่เมื่อดูผลในภาพรวมของพยาธิในดินในแปลงที่ใช้น้ำชนิดต่าง ๆ รดผัก พบว่าในทุกแปลงสามารถพบพยาธิปากขอและพยาธิที่พบได้ในธรรมชาติ (Unidentified Free Living Nematode, UFLN) ได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2-30 ผลเฉลี่ยการตรวจหาพยาธิในดินก่อนและหลังการปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 1

ชนิดของ น้ำรดแปลง	วิธีตรวจ	ผลของพยาธิ/ดิน 100 ก.น.น.สด	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก (26 มี.ค. 44)
IW	Sed. Meth.	-	600 UFLN 400 HW
	Centrifuge Floatation	-	151 UFLN
	Baermann	-	300 UFLN
RW	Sed. Meth.	-	400 UFLN
	Centrifuge Floatation	-	235 UFLN
	Baermann	-	700 UFLN 80 HW
PE	Sed. Meth.	-	200 UFLN 200 HW
	Centrifuge Floatation	-	121 UFLN
	Baermann	-	160 UFLN 100 HW
AL	Sed. Meth.	-	600 UFLN
	Centrifuge Floatation	-	131 UFLN 3 HW
	Baermann	-	280 UFLN
AS	Sed. Meth.	-	200 UFLN
	Centrifuge Floatation	-	221 UFLN
	Baermann	-	240 UFLN 120 HW

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

HW Hookworm Larva

ส่วนในการปลุกกะหล่ำปลีครั้งที่ 2 ทั้งก่อนและหลังการปลูก (ตารางที่ 2-31) จะพบ Free living Nematode เป็นส่วนใหญ่ในดินที่รดด้วยน้ำชนิดต่าง ๆ แต่จะพบพยาธิปากขอได้เล็กน้อยในแปลงที่รดด้วยน้ำ AS ก่อนปลูกเท่านั้น

ตารางที่ 2-31 ผลเฉลี่ยการตรวจหาพยาธิในดินก่อนและหลังการปลุกกะหล่ำปลีครั้งที่ 2

ชนิดของน้ำรดแปลง	วิธีตรวจ	ผลของพยาธิ/ดิน 100 ก.น.น.สด	
		ก่อนปลูก(14 พค. 44)	หลังปลูก(3 สค 44)
IW	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	200 UFLN
	Centrifuge Floatation	1,000 UFLN	10 UFLN
	Baermann	100 UFLN	170 UFLN
RW	Sed. Meth.	400 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	650 UFLN	57 UFLN
	Baermann	180 UFLN	340 UFLN
PE	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	200 UFLN
	Centrifuge Floatation	1,050 UFLN	24 UFLN
	Baermann	2,380 UFLN	350 UFLN
AL	Sed. Meth.	200 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	800 UFLN	40 UFLN
	Baermann	280 UFLN	590 UFLN
AS	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	1,250 UFLN	20 UFLN
	Baermann	120 UFLN 20 HW	450 UFLN

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

HW Hookworm Larva

โดยสรุป พบว่าลักษณะการพบพยาธิในดินโดยทั่วไปจะไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างชนิดของน้ำที่รดและระยะเวลา ก่อนและหลังการปลุกกะหล่ำปลี

2.4.4 ด้านการปนเปื้อนต่อผลผลิต

2.4.4.1 โลหะหนัก

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-32

ตารางที่ 2-32 โลหะหนักในกะหล่ำปลีที่ปลูกในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในกะหล่ำปลี, มก.ก./100 ก.นน.สด			
		แคดเมียม	ตะกั่ว	ทองแดง	สังกะสี
1	IW	0	0	14	86
	RW	0	0	15	101
	PE	0	0	13	89
	AS	0	0	17	90
	AL	0	0	14	79
2	IW	0	0	18	399
	RW	0	0	17	187
	PE	0	0	19	167
	AS	0	0	13	166
	AL	0	0	31	180
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (APFAN, 1994)		5	200	1,000	15,000

หมายเหตุ วิเคราะห์จาก Composite Sample

จากตารางที่ 2-32 ไม่พบแคดเมียมและตะกั่วปนเปื้อนในกะหล่ำปลี ส่วนทองแดงและสังกะสีมีระดับต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดอยู่ค่อนข้างมาก ถึงแม้ว่าค่าของสังกะสีดูเหมือนว่าจะสูงขึ้นแต่ยังคงต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุด 38 – 50 เท่า ซึ่งถือว่าน้อยมาก

โดยสรุปแล้วการทดลองใช้น้ำ IW RW PE AS และ AL ในการปลูกกะหล่ำปลี ในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ ไม่พบว่าการปนเปื้อนแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในผลผลิตในระดับที่เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยแต่อย่างใด

2.4.4.2 พยาธิ

ผลการตรวจกะหล่ำปลีในแปลงระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 2 ครั้ง พบว่ามีพยาธิในผักที่รดด้วยน้ำต่างชนิดกันน้อยมากและไม่มีความแตกต่างกัน พยาธิที่พบก็เป็นพยาธิที่ไม่เป็นอันตรายต่อคน ดังแสดงในตารางที่ 2-33

ตารางที่ 2-33 ผลการตรวจหาพยาธิในกะหล่ำปลี

วัน/เดือน/ปี	ครั้งที่	ผลเฉลี่ยของพยาธิในกะหล่ำปลี/100 ก.นน.สด				
		IW	RW	PE	AL	AS
26 มี.ค. 44	1	ตรวจไม่พบพยาธิ	3 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ	3 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ
3 ส.ค. 44	2	ตรวจไม่พบพยาธิ	3 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ	5 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

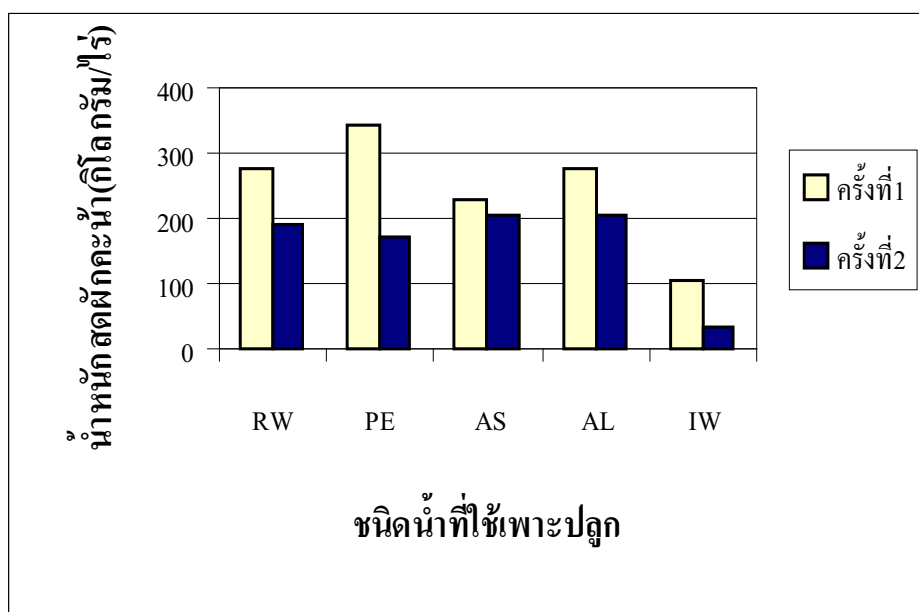
หมายเหตุ ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีไม่ได้เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์หาธาตุอาหาร จึงไม่มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

2.5 ผลการวิจัยในการปลูกผักคะน้า

2.5.1 ด้านเกษตรกรรม

2.5.1.1 ผลผลิต

ผลผลิตของผักคะน้าจากการปลูกทั้ง 5 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 2-28 (ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงในตารางที่ 2-34)



รูปที่ 2-28 ผลผลิตผักคะน้าในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 2-34 ผลผลิตเฉลี่ยผักคะน้า

ชนิดน้ำที่ใช้	น้ำหนักสด (กก./ไร่)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
RW	277.9 a*	191.2 a*
PE	342.3 a*	173.3 a*
AS	230.6 ab*	202.6 a*
AL	275.2 a*	205.5 a*
IW	102.6 b*	34.53 b*
LSD (0.05)	138.41	121.60
CV (%)	21.91	15.78

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

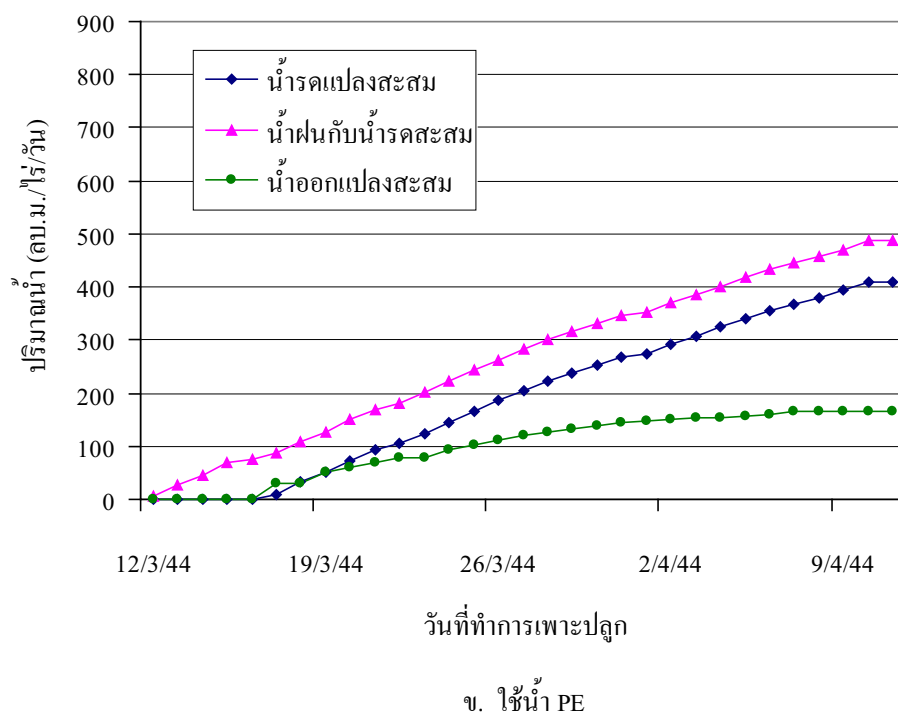
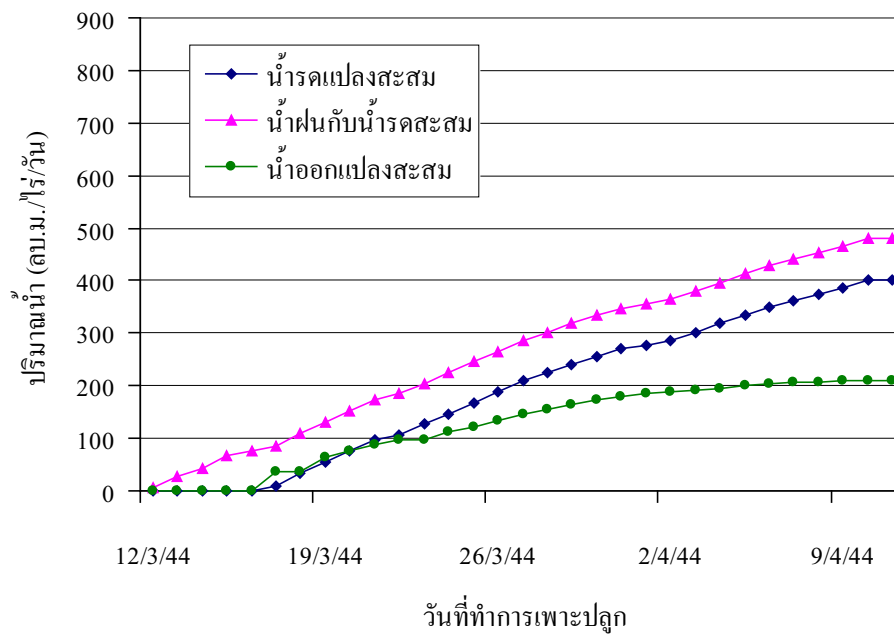
LSD (Least Significant Differentiation) คือ ค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

ผลผลิตเฉลี่ยในการปลูกครั้งที่ 1 พบว่า ผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้น้ำ IW ให้ผลผลิตต่ำที่สุดคือ 102.6 กิโลกรัม/ไร่ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้น้ำ RW PE และ AL แต่มีค่าใกล้เคียงกับผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้น้ำ AS ผลผลิตเฉลี่ยของผักคะน้าในการปลูกครั้งที่ 2 พบว่าผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้น้ำ IW ให้ผลผลิตต่ำที่สุดคือ 34.5 กิโลกรัม/ไร่ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับผลผลิตที่ปลูกโดยใช้น้ำอีก 4 ชนิดที่เหลือ ซึ่งผลผลิตผักคะน้าจากการใช้น้ำทั้ง 4 ชนิดนั้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

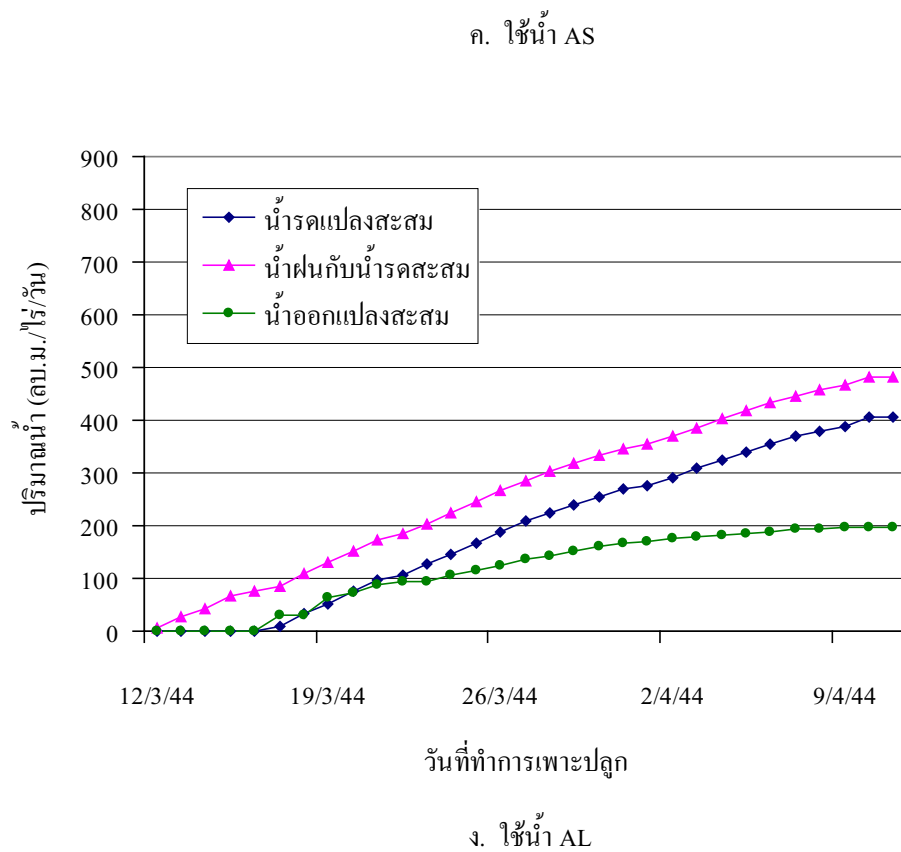
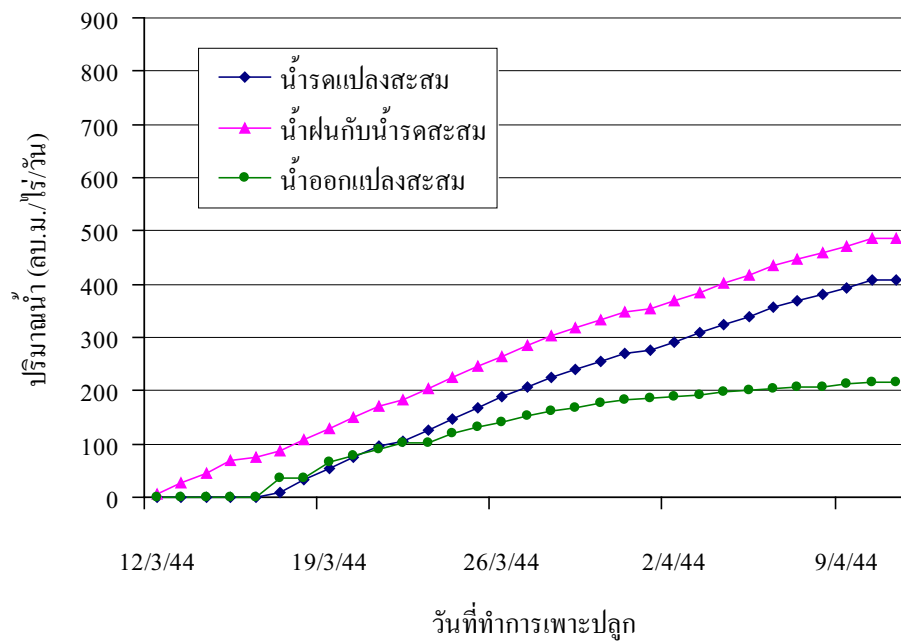
2.5.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

2.5.2.1 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

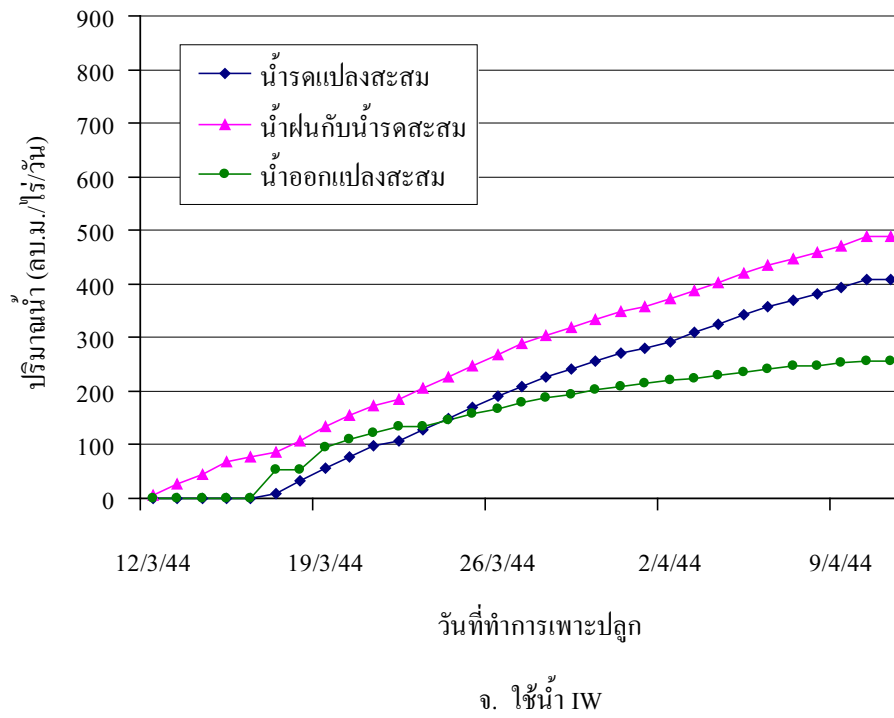
ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลองในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ได้แสดงในรูปที่ 2-29 และ 2-30 ตามลำดับ ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่าในช่วงเริ่มต้น 5 วันแรกของการเพาะปลูกฤดูกาลที่ 1 มีฝนตก ไม่มีการรดน้ำ น้ำเข้าแปลงจึงมีแต่เฉพาะน้ำฝน หลังจากที่มีฝนหยุดตกในวันที่ 6 จึงเริ่มมีการรดน้ำ โดยในช่วงวันแรก ๆ ของการรดน้ำพบว่ามีน้ำซึมออกแปลงมากกว่าปริมาณน้ำที่รดเข้าไป หลังจากนั้นจึงมีค่าลดต่ำลงและต่ำกว่าน้ำรด และเนื่องจากหลังจาก 5 วันแรกของการเพาะปลูกไม่มีฝนตกจนถึงปลายฤดูการเพาะปลูก เส้นกราฟของน้ำรดและน้ำเข้ารวมจึงวิ่งขนานกัน ในส่วนของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 พบว่ามีฝนตกตลอดช่วงการเพาะปลูก ปริมาณน้ำเข้ารวมจึงมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำรดเกือบเท่าตัว และปริมาณน้ำซึมออกก็มีค่าน้อยกว่าน้ำรดตลอดช่วงการเพาะปลูก



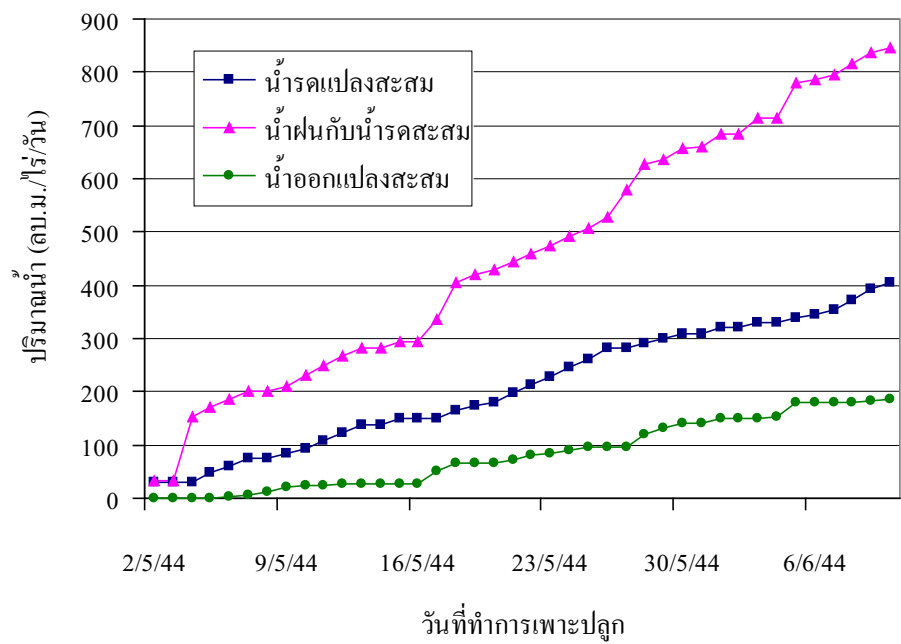
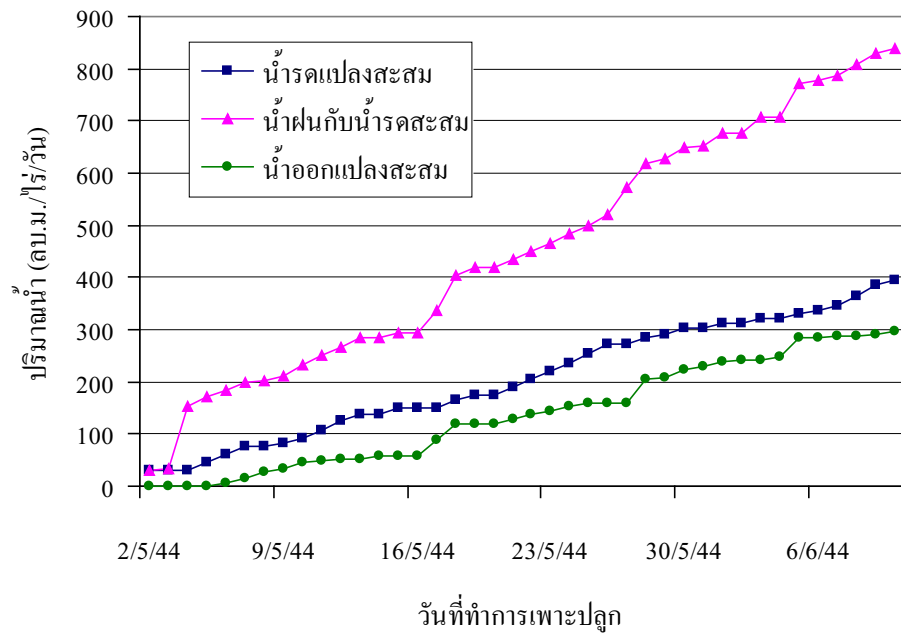
รูปที่ 2-29 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกผักคะน้าครั้งที่ 1



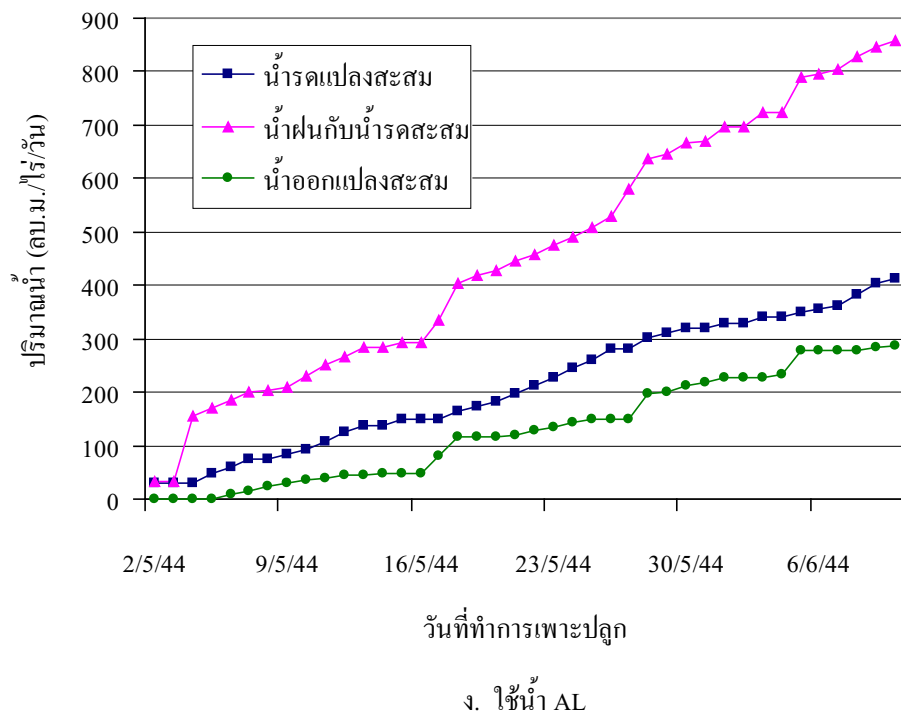
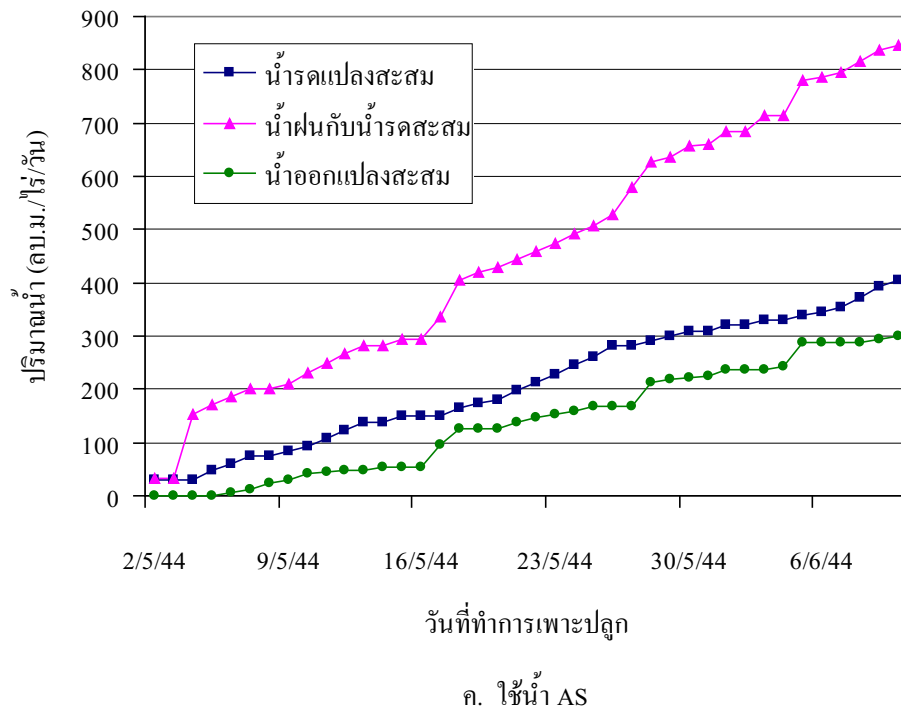
รูปที่ 2-29 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกผักคะน้าครั้งที่ 1 (ต่อ)



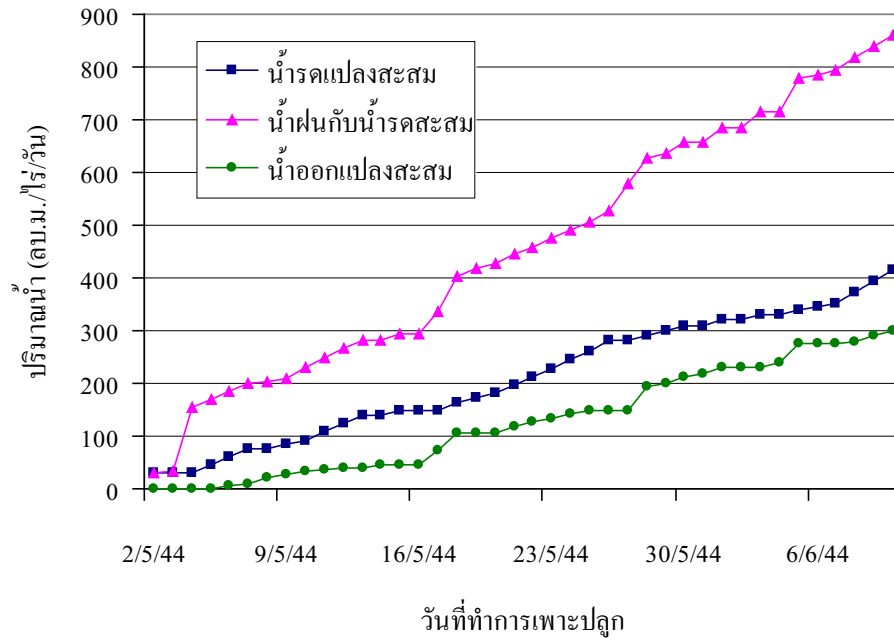
รูปที่ 2-29 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกผักคะน้าครั้งที่ 1 (ต่อ)



รูปที่ 2-30 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกผักคะน้าครั้งที่ 2



รูปที่ 2-30 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกผักคะน้าครั้งที่ 2 (ต่อ)



จ. ใช้น้ำ IW

รูปที่ 2-30 ปริมาณสะสมของน้ำรด น้ำซึม และน้ำเข้ารวม ของแปลงทดลอง
ในการเพาะปลูกผักคะน้าครั้งที่ 2 (ต่อ)

สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกผักคะน้าสามารถแสดงได้ดังในตารางที่ 2-35 ซึ่งจะเห็นว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้ง น้ำเข้าแปลงเกือบทั้งหมดเป็นน้ำรด โดยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 84 ในขณะที่การเพาะปลูกครั้งที่ 2 น้ำเข้าแปลงที่เป็นน้ำรดมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 44-48 ของน้ำเข้ารวม อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำรดของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน และเนื่องจากในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีฝนตกมาก ปริมาณน้ำเข้ารวมของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 จึงมีค่าสูงกว่าการเพาะปลูกครั้งที่ 1 เกือบเท่าตัว

ในส่วนของปริมาณน้ำซึมได้แปลงพบว่า การเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีปริมาณน้ำซึมของแต่ละแปลงทดลองมากกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 เนื่องจากมีระยะเวลาการเพาะปลูกที่นานกว่า แต่เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำซึมต่อวันของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้งพบว่ามีความแตกต่างกันมากนัก ในขณะที่ปริมาณน้ำซึมต่อน้ำเข้าทั้งหมดของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าต่ำกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากปริมาณน้ำเข้ารวมของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ที่มีค่าสูงกว่าของครั้งที่ 1 มากนั่นเอง

2.5.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ผลการวิเคราะห์การแปรผันคุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกผักคะน้าบางพารามิเตอร์ของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้งได้แสดงไว้ในรูปที่ 2-31 ถึง 2-34 ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่าน้ำรดแต่ละชนิดของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่มีค่าบีโอดีสูงกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ในส่วนของน้ำซึมนั้นพบว่าในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 บีโอดีของน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าลดต่ำลงจากของน้ำรด โดยน้ำซึมจากแปลงทดลองที่รดด้วยน้ำ RW และ PE มีค่าลดต่ำลงจากของน้ำรดอย่างเด่นชัด ทั้งนี้เนื่องจากบีโอดีของน้ำรดดังกล่าวมีค่าสูง จึงเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน สำหรับน้ำซึมจากแปลงทดลองของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ส่วนใหญ่ก็มีค่าบีโอดีลดต่ำลงจากของน้ำรดและมีช่วงค่าที่ใกล้เคียงกันกับการเพาะปลูกครั้งที่ 2 โดยมีบ้างบางครั้งที่น้ำซึมจากแปลง AS มีค่าสูงกว่าของน้ำรด

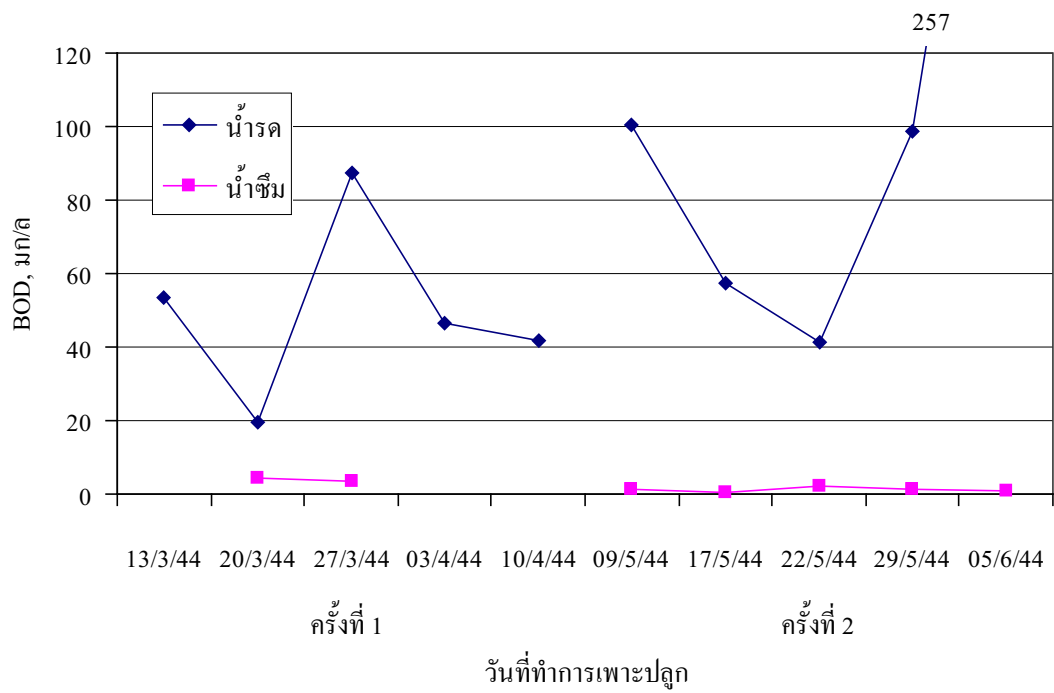
สำหรับซีโอดีพบว่าน้ำรดที่เป็น RW และ PE มีซีโอดีของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 สูงกว่าของครั้งที่ 1 แต่น้ำ AL กลับมีซีโอดีของการปลูกครั้งที่ 1 มากกว่าของครั้งที่ 2 ในขณะที่น้ำ AS และ IW มีช่วงค่าที่ใกล้เคียงกันในการปลูกทั้ง 2 ครั้ง ส่วนน้ำซึมจากแปลงทดลองพบว่าส่วนใหญ่มีค่าลดต่ำลงจากของน้ำรด ยกเว้นน้ำซึมจากแปลง AS และ IW ของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าซีโอดีสูงกว่าของน้ำรด นอกจากนี้ยังพบว่าซีโอดีของน้ำซึมส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 20 มก/ล

ตารางที่ 2-35 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกคะน้าของแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

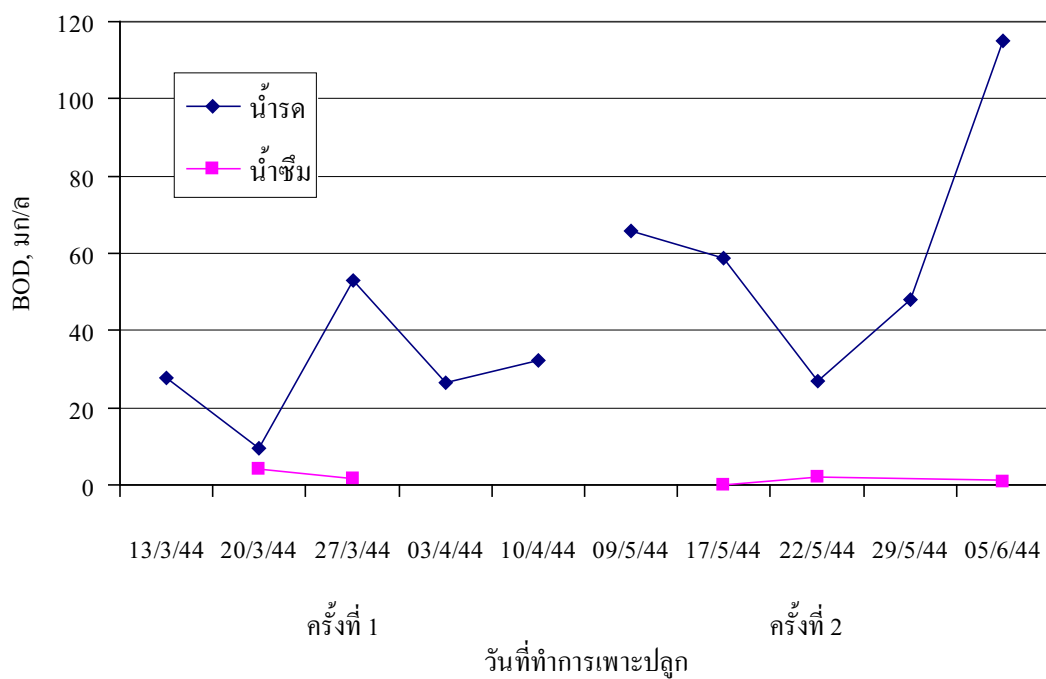
ชนิดของ น้ำที่ใช้ ทดลอง	ปริมาณน้ำเข้า, ลบ.ม./ไร่						ปริมาณน้ำใช้ได้แปลง, ลบ.ม./ไร่		ปริมาณน้ำใช้ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %	
	น้ำรด		น้ำฝน		น้ำรวม		การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2
	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 1	การ เพาะปลูก ครั้งที่ 2				
RW	403	395	78	444	481	839	211	296	43.9	35.3
PE	409	404	78	444	487	848	166	185	34.1	21.8
AS	409	404	78	444	487	848	215	299	44.1	35.2
AL	406	414	78	444	484	858	196	288	40.5	33.6
IW	410	417	78	444	488	861	256	300	52.4	34.8

หมายเหตุ การเพาะปลูกครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 12 มีนาคม - 11 เมษายน 2544

การเพาะปลูกครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 2 พฤษภาคม - 10 มิถุนายน 2544

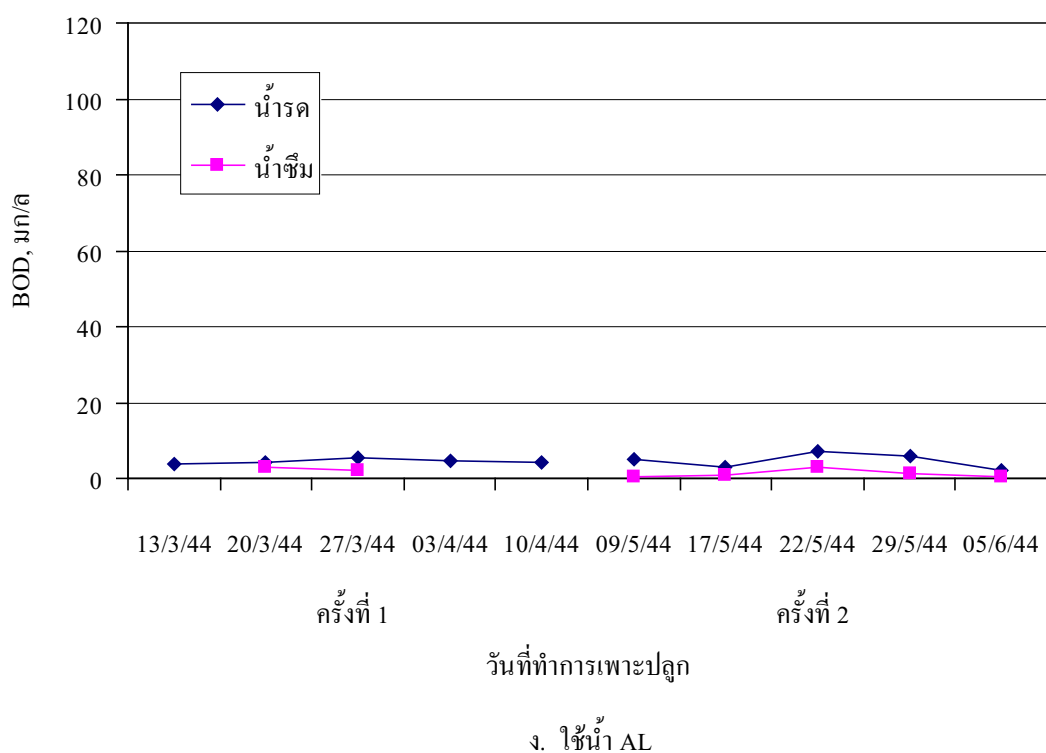
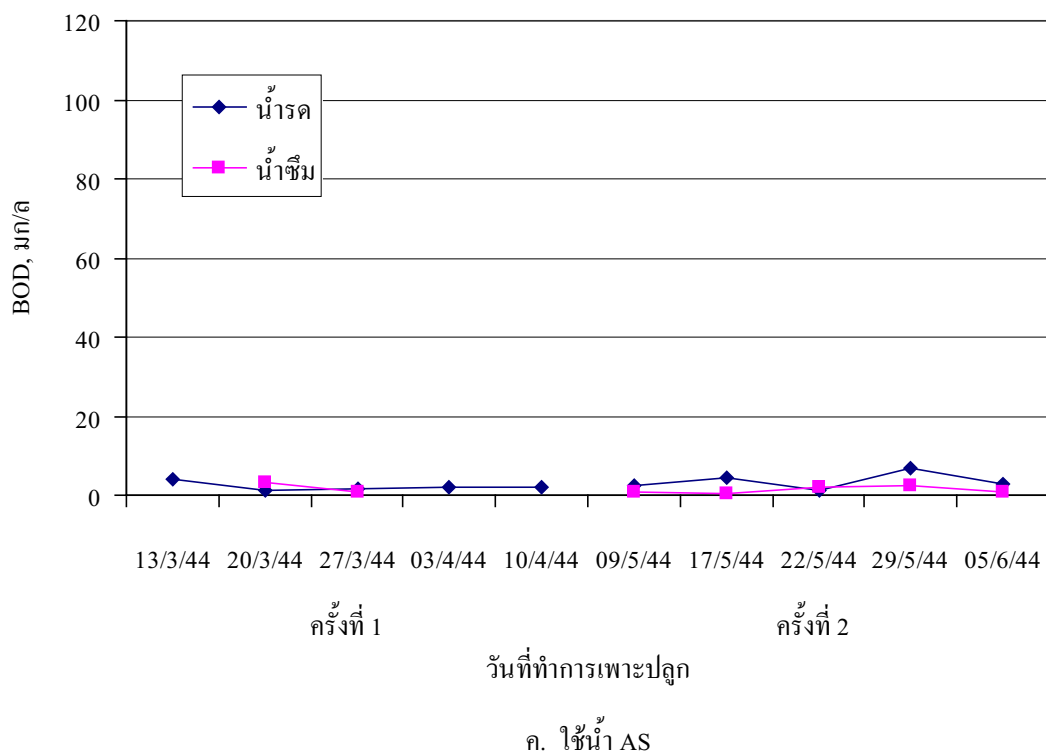


ก. ใช้น้ำ RW

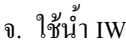


ข. ใช้น้ำ PE

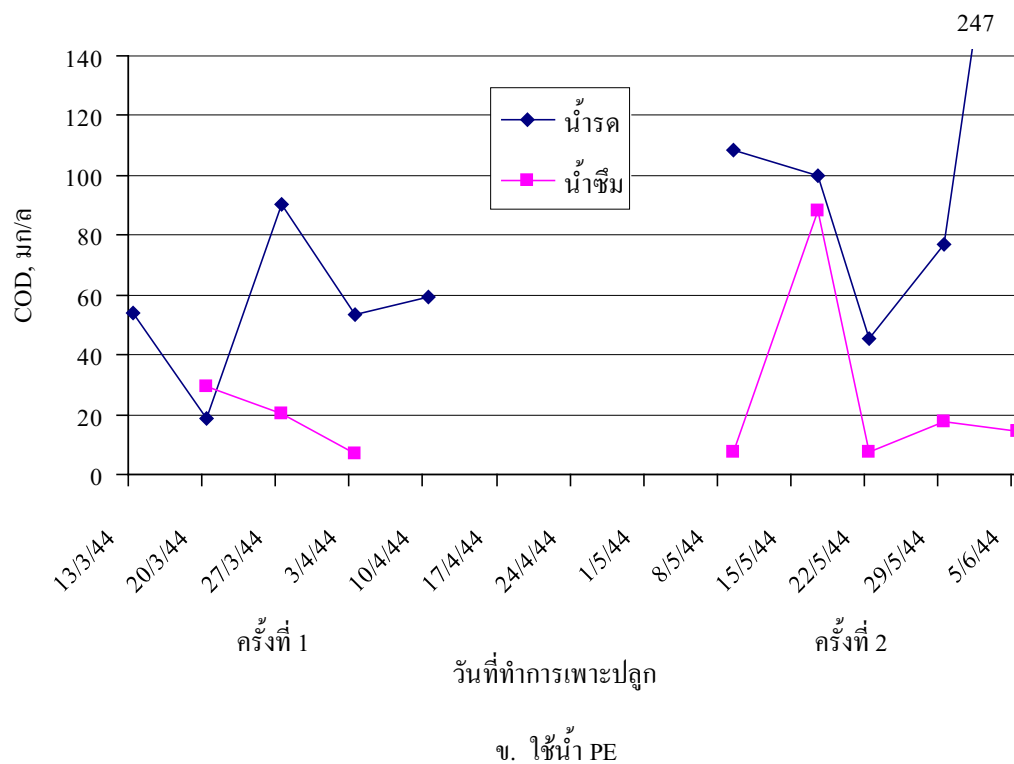
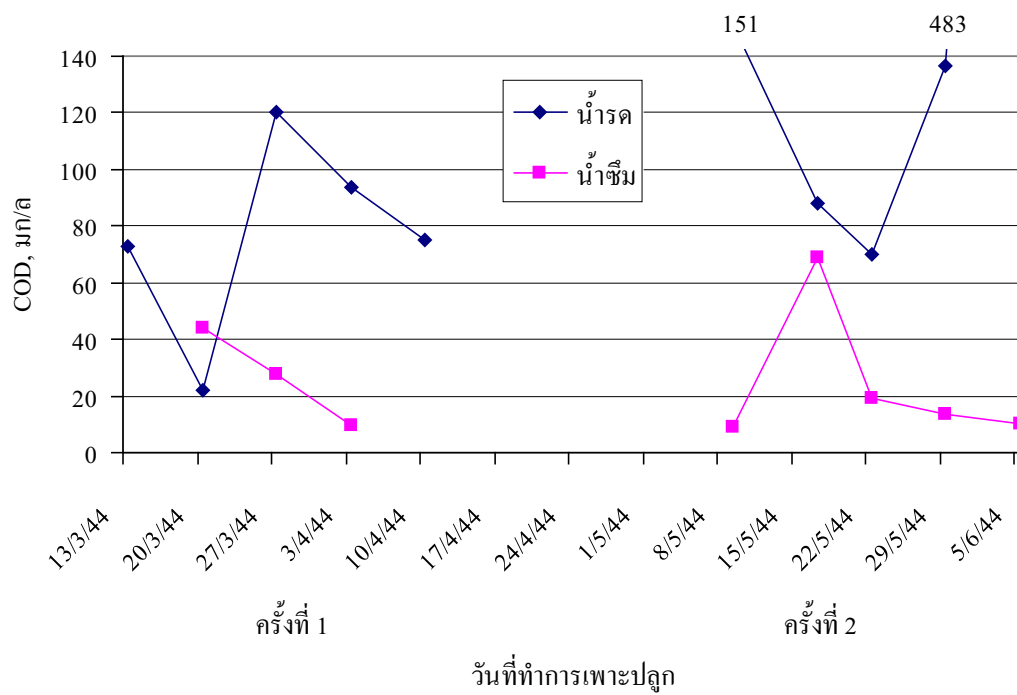
รูปที่ 2-31 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า



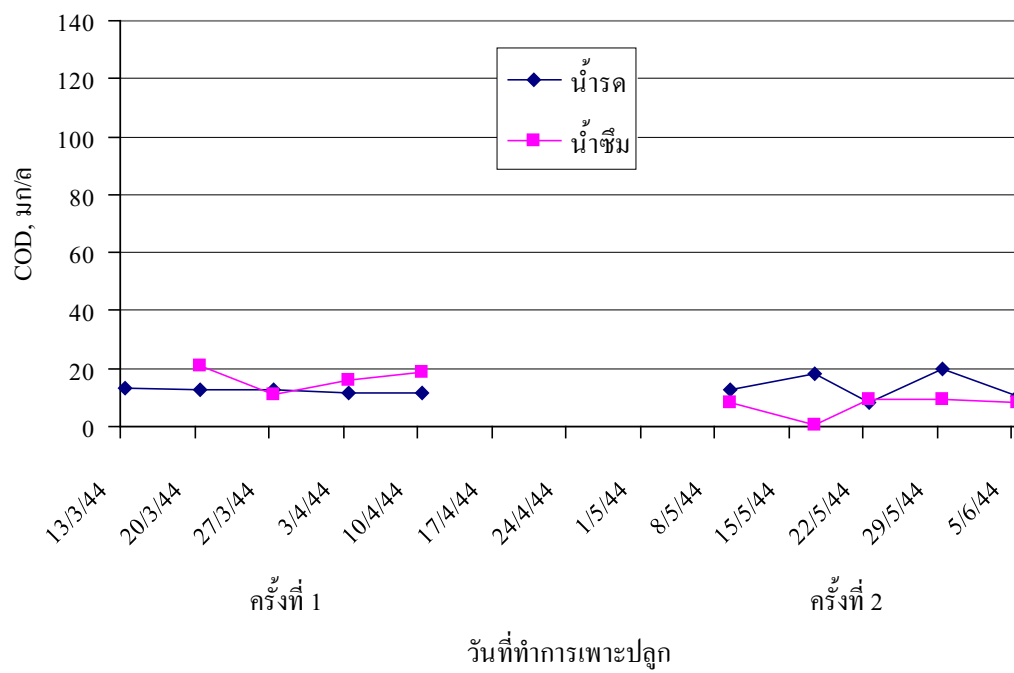
รูปที่ 2-31 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



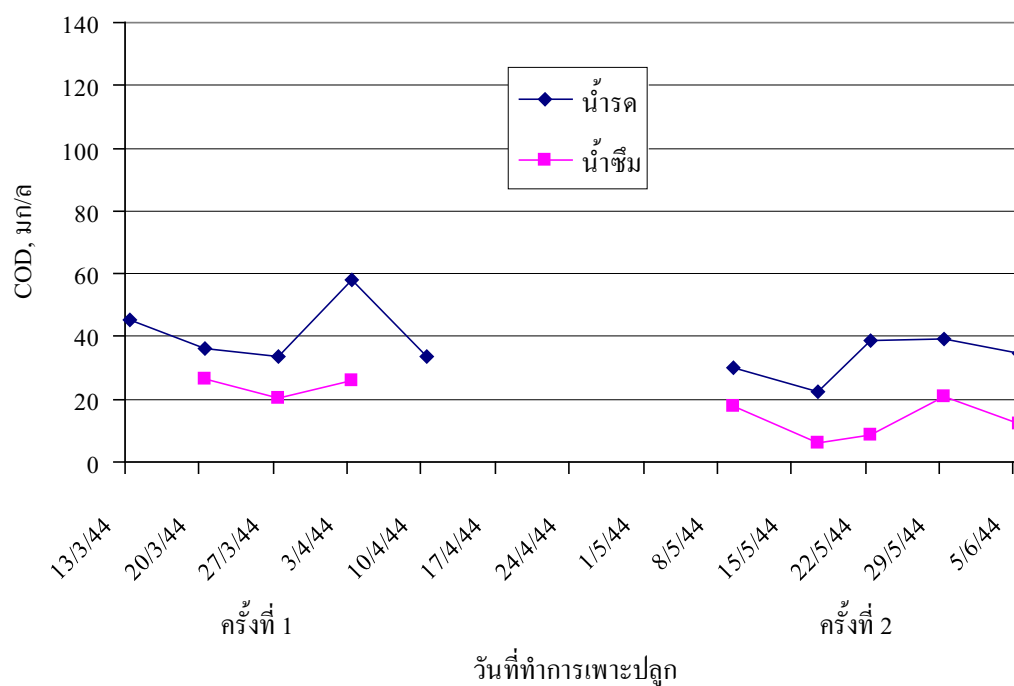
WaterReusel_รายงานฉบับสมบูรณ์ : บทที่ 2



รูปที่ 2-32 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า

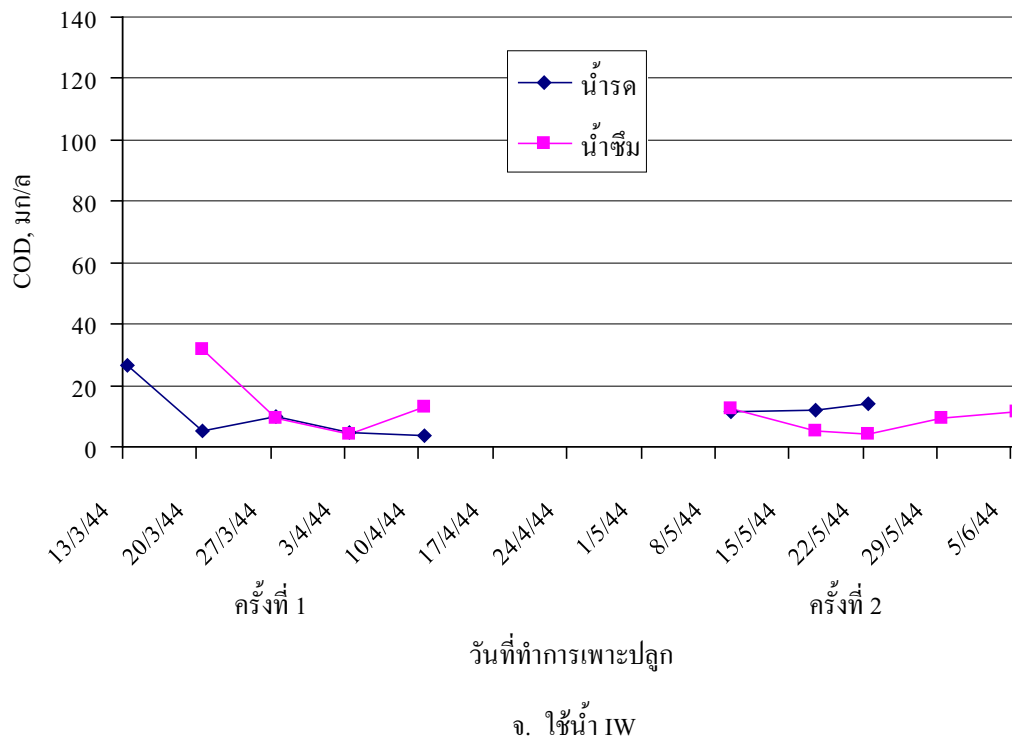


ก. ใช้น้ำ AS

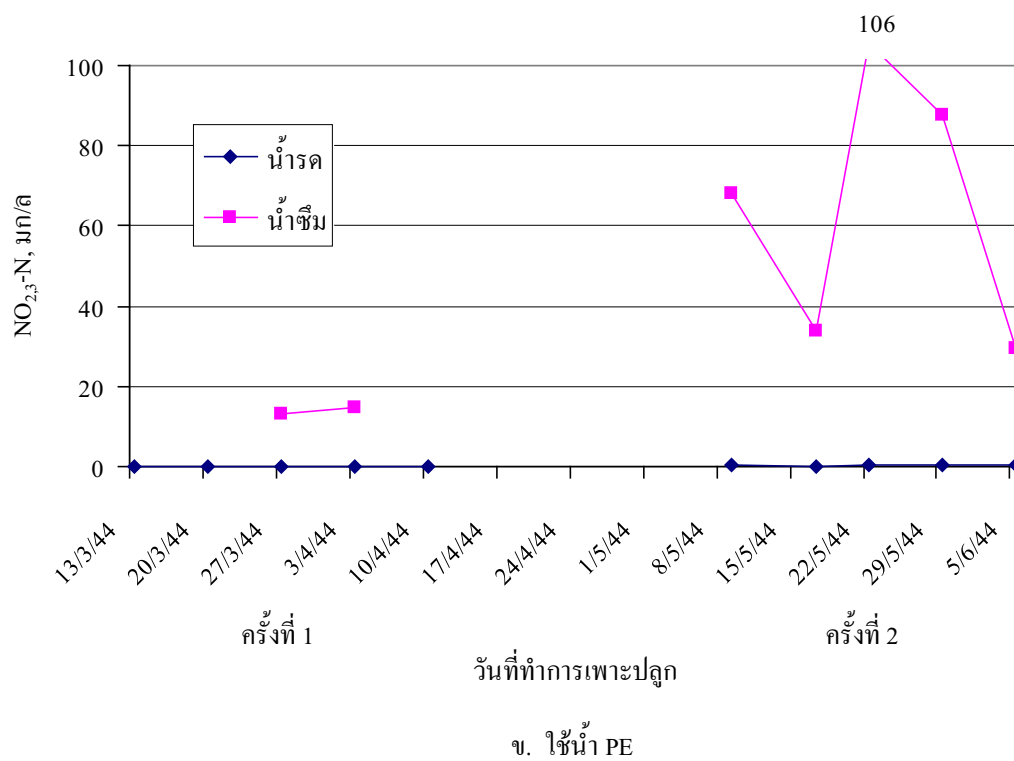
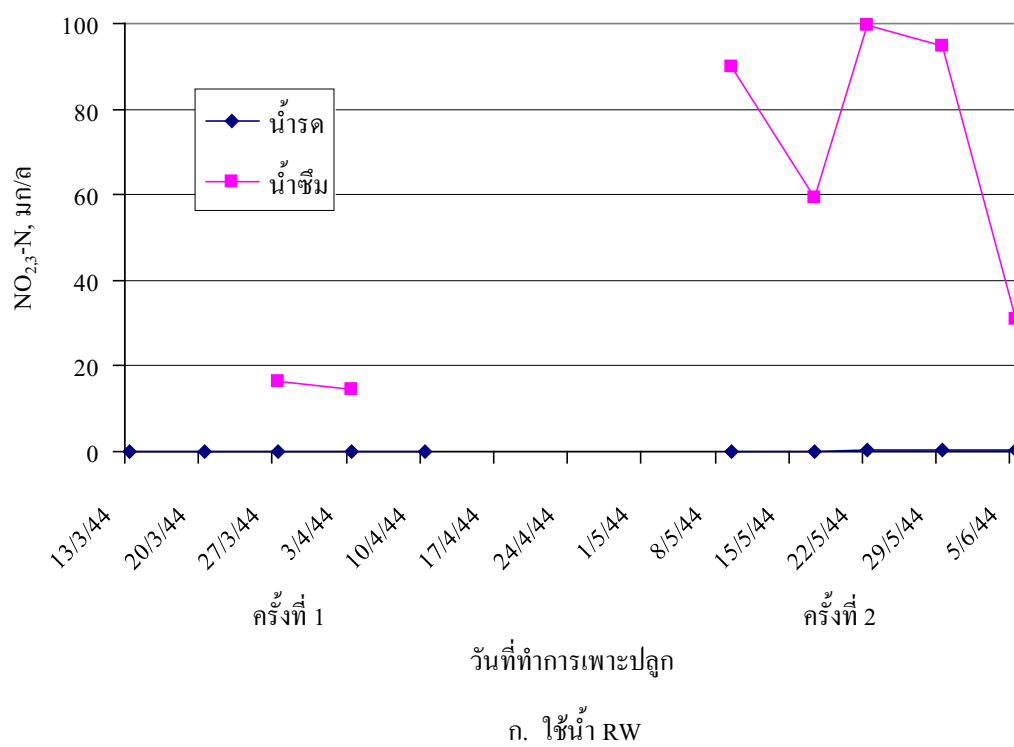


ง. ใช้น้ำ AL

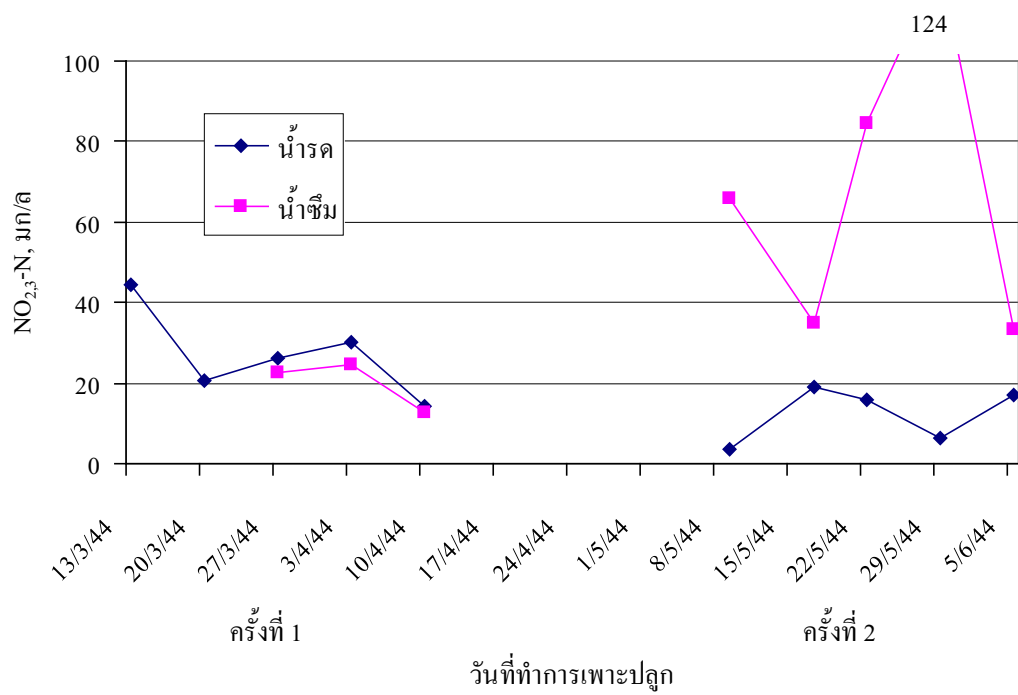
รูปที่ 2-32 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



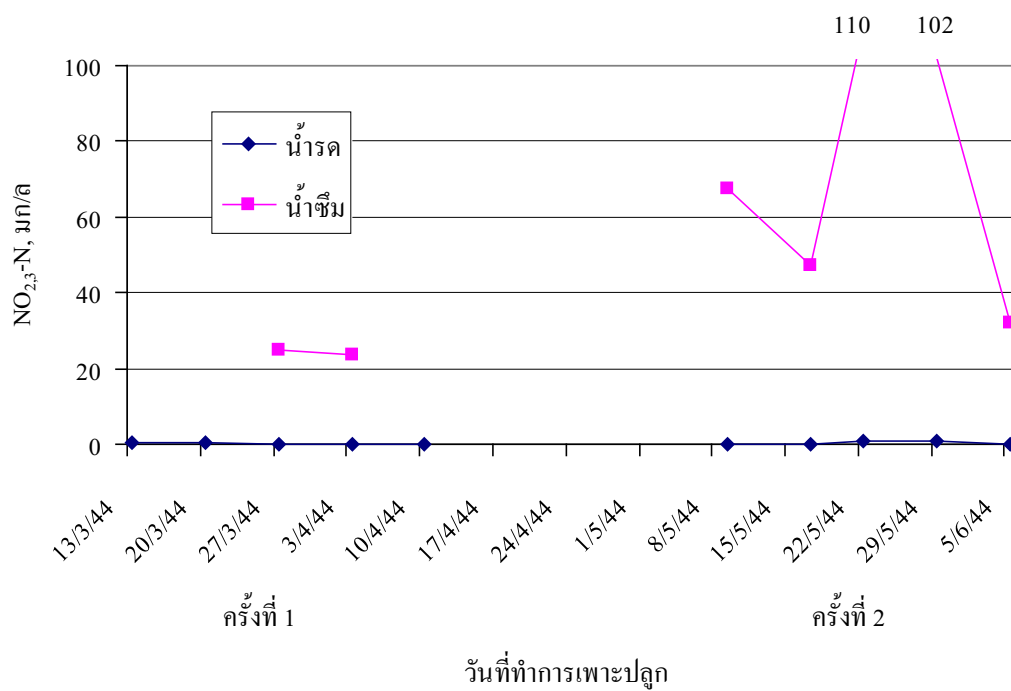
รูปที่ 2-32 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



รูปที่ 2-33 การแปรผันค่าไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า

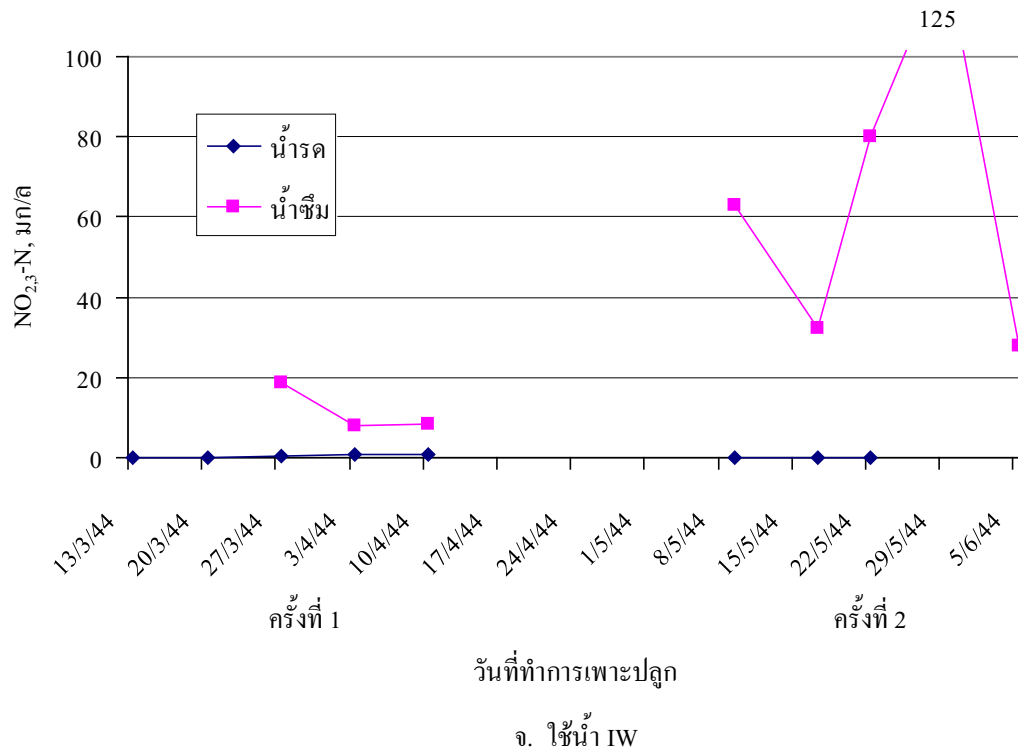


ก. ใช้ น้ำ AS

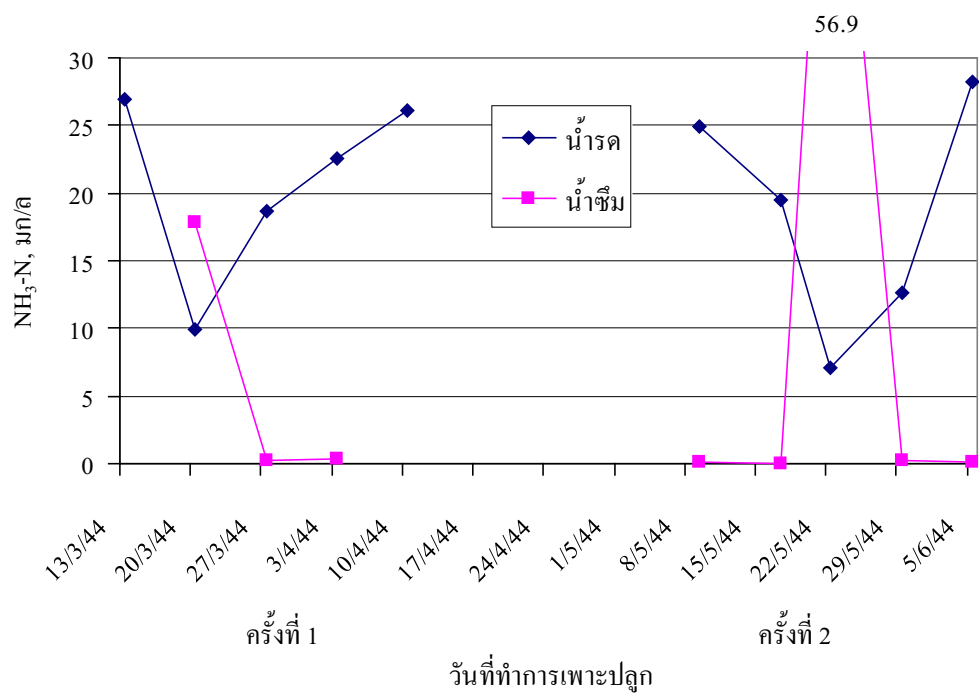


ง. ใช้ น้ำ AL

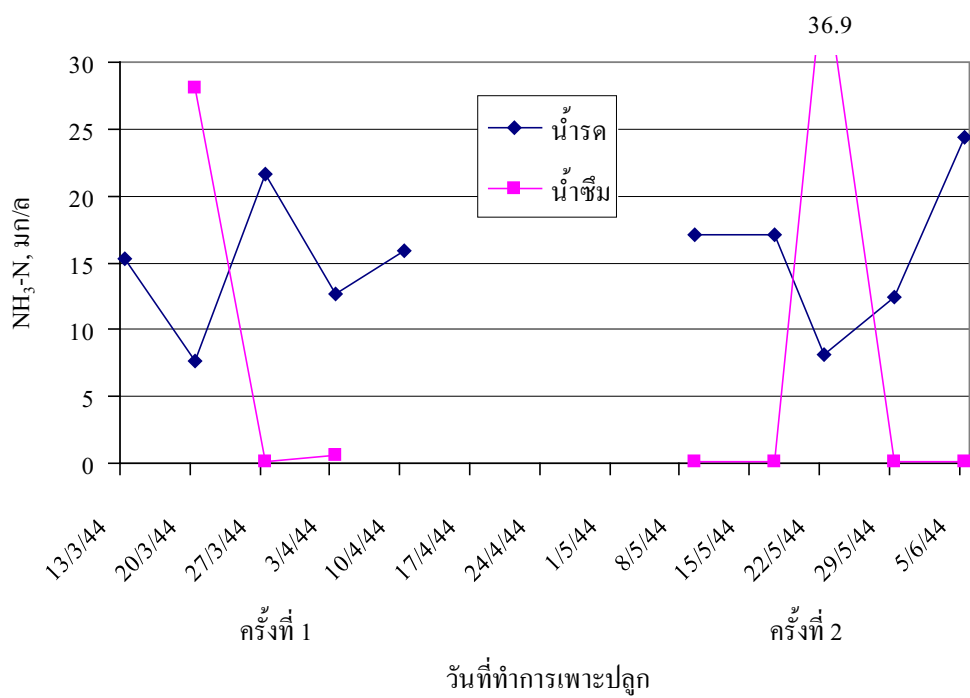
รูปที่ 2-33 การแปรผันค่าไนโตรเจนในไตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



รูปที่ 2-33 การแปรผันค่าไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)

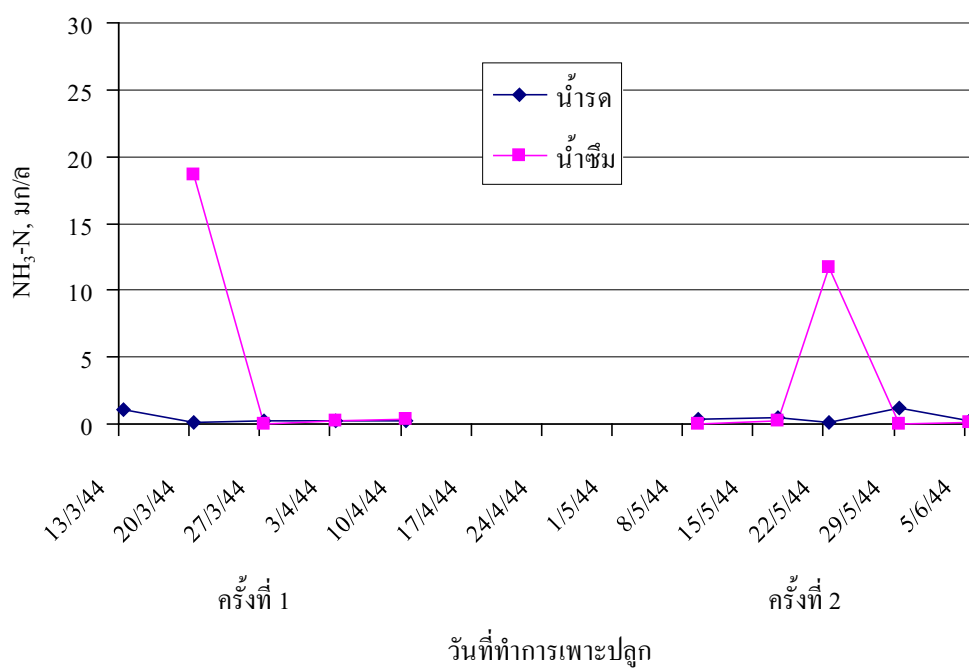


ก. ใช้ น้ำ RW

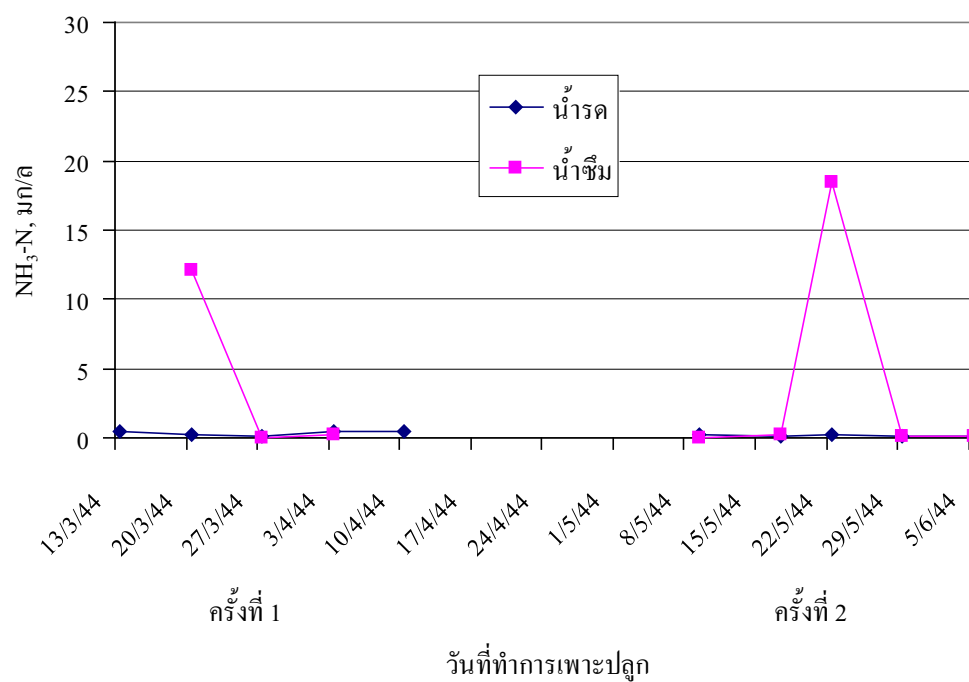


ข. ใช้ น้ำ PE

รูปที่ 2-34 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า

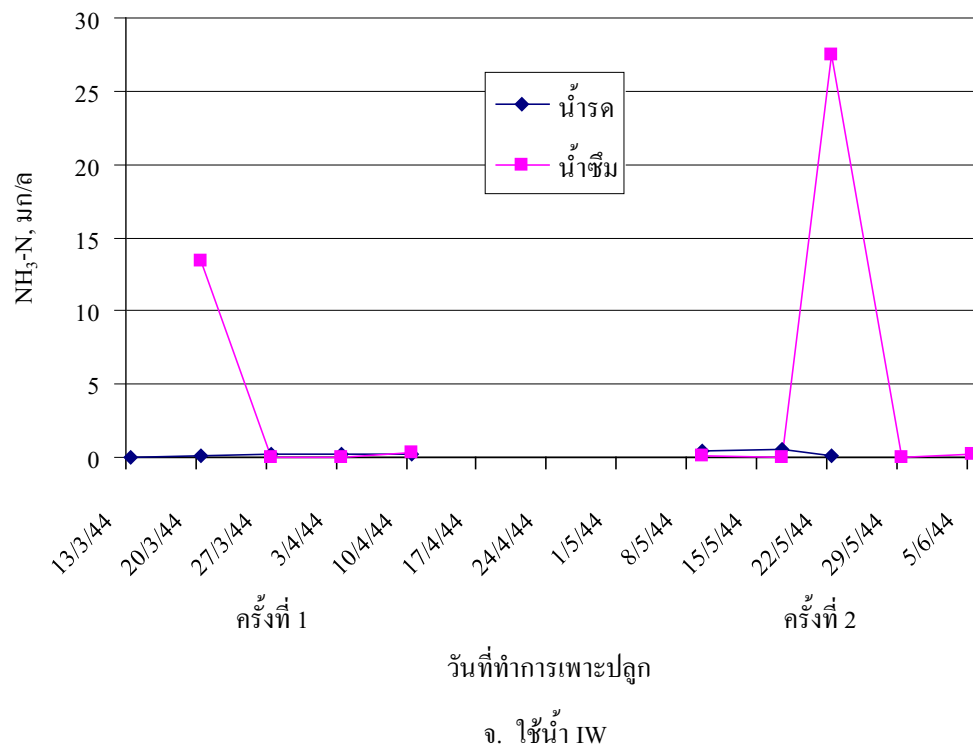


ก. ใช้น้ำ AS



ง. ใช้น้ำ AL

รูปที่ 2-34 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



รูปที่ 2-34 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)

ในส่วนของไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนของการปลูกผักคะน้า ก็พบเช่นเดียวกันกับการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ น้ำรดทุกชนิดมีสารดังกล่าวในปริมาณต่ำในการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง ยกเว้นน้ำ AS ซึ่งพบว่ามีไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนสูง และในการปลูกผักคะน้าครั้งที่ 1 มีช่วงค่าที่สูงกว่าของครั้งที่ 2 ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองในการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง ยกเว้นแปลง AS ของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 มีไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นจากของน้ำรด โดยเฉพาะในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก และมีค่าสูงกว่าของน้ำซึมในการปลูกพืชชนิดอื่น ๆ

สำหรับแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำรดของการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง พบว่าน้ำรดประเภทเดียวกันมีช่วงค่าที่ใกล้เคียงกันในการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง ในส่วนของน้ำซึมจากแปลงทดลองพบว่าส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าของน้ำรดและมีค่าใกล้เคียงกันในทุกแปลงทดลอง ยกเว้นในวันที่ 9 ของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และวันที่ 21 ของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก

ในส่วนของคุณลักษณะโดยเฉลี่ยและค่าพิสัยตลอดช่วงการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ดังแสดงในตารางที่ 2-36 และ 2-37 ซึ่งพบว่าลักษณะโดยเฉลี่ยของน้ำรดแต่ละประเภทมีค่าใกล้เคียงกันในการเพาะปลูกทั้ง 2 ครั้ง ยกเว้นน้ำ RW และ PE ที่มีบีโอดีและซีโอดีของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 สูงกว่าของครั้งแรกมาก และพบว่าน้ำซึมทุกแปลงมีพีเอชที่สูงขึ้นกว่าของน้ำรด ยกเว้นแปลง AL ซึ่งน้ำรดมีพีเอชเฉลี่ยสูงกว่าน้ำรดอื่น ๆ มีบีโอดีเฉลี่ยลดต่ำจากของน้ำรดและมีค่าที่ต่ำมาก (0.95-3.9 มก/ล) โดยในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าต่ำกว่าของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ในทางกลับกันพบว่า ไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นจากของน้ำรดอย่างมาก โดยเฉพาะในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงมาก นอกจากนี้ในการเพาะปลูกผักคะน้าทั้ง 2 ครั้งยังพบว่าน้ำซึมทุกแปลงมีทีเคเอ็นเพิ่มสูงขึ้นจากของน้ำรดอย่างมากด้วยเช่นกัน และจากปรากฏการณ์การเพิ่มขึ้นของไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนและทีเคเอ็นนี้เองที่ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำซึมมีค่าสูงกว่าของน้ำรดอย่างมาก ในส่วนของปริมาณฟอสฟอรัสรวมนั้นพบว่า น้ำรดทุกชนิดมีฟอสฟอรัสรวมต่ำ และน้ำซึมออกจากทุกแปลงมีฟอสฟอรัสรวมเฉลี่ยลดลงจากของน้ำรด ยกเว้นแปลง AL และ IW ซึ่งน้ำรดมีฟอสฟอรัสรวมที่ต่ำมากอยู่แล้วกลับมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าของน้ำรดเล็กน้อย

เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำซึมจากแปลงเพาะปลูกที่ใช้น้ำทิ้งกับน้ำธรรมชาติพบว่าน้ำซึมจากแปลง AS AL และ IW มีลักษณะไม่แตกต่างกัน ในส่วนของน้ำซึมจากแปลง RW และ PE ก็มีลักษณะที่ไม่แตกต่างจากของน้ำ IW มากนัก จะมีแต่เพียงซีโอดีและไนโตรเจนรวมเท่านั้นที่สูงกว่ากรณีของการใช้น้ำ IW

ตารางที่ 2-36 ลักษณะ โดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่ใช้และออกจากแปลงน้ำฤดูเพาะปลูกที่ 1 (ได้จากกาเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจำนวน 5 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
pH	min-max	6.54-7.04	7.57-8.06	6.72-7.00	7.82-8.60	6.58-6.86	6.90-8.15	7.71-8.57	6.38-8.24	7.37-8.02
	ave	6.81±0.18	7.84±0.20	6.88±0.10	8.33±0.36	6.67±0.097	7.58±0.44	8.01±0.31	7.31±0.76	7.79±0.25
Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max	368-515	893-918	320-470	856-1097	300-376	712-878	236-328	698-810	332-705
	ave	437±55.5	905±10.0	389±55.2	983±98.8	344±24.8	830±68.2	283±31.2	772±52.3	533±140
COD, มก/ล	min-max	22.1-120	9.75-44.3	18.4-90.2	7.09-29.5	11.6-13.4	10.9-21.0	33.4-57.8	20.1-26.7	4.16-32.0
	ave	76.8±32.1	27.2±14.1	55.0±22.8	19.0±9.20	12.4±0.66	16.5±3.76	41.3±9.36	24.3±2.99	14.6±10.5
BOD, มก/ล	min-max	19.6-87.6	3.36-4.46	9.33-53.0	1.70-4.06	1.28-3.95	0.90-3.06	3.66-5.53	2.03-3.06	1.40-4.80
	ave	49.8±22.0	3.91±0.55	29.7±14.0	2.88±1.18	2.21±0.92	1.98±1.08	4.50±0.62	2.54±0.52	3.10±1.70
TP, มก/ล	min-max	0.081-0.23	0.025-0.039	0.064-0.22	0.022-0.037	0.088-0.23	0.026-0.049	0.024-0.043	0.036-0.040	0.021-0.043
	ave	0.14±0.054	0.034±0.006	0.13±0.054	0.031±0.007	0.15±0.051	0.039±0.008	0.031±0.006	0.038±0.002	0.035±0.009
NO ₂ -N, มก/ล	min-max	0.039-0.10	14.5-16.4	0.017-0.047	13.3-14.8	14.4-44.6	12.6-24.7	0.054-0.47	23.4-24.7	7.79-18.6
	ave	0.065±0.028	15.4±0.96	0.036±0.010	14.1±0.76	27.2±10.2	20.0±5.30	0.18±0.16	24.1±0.66	11.6±4.92
NH ₃ -N, มก/ล	min-max	9.88-26.9	0.24-17.8	7.69-21.7	0.13-28.1	0.15-1.03	0.030-18.7	0.15-0.44	0.033-12.1	0.043-13.4
	ave	20.8±6.19	6.16±8.26	14.6±4.56	9.61±13.1	0.39±0.33	4.83±7.99	0.32±0.13	4.11±5.64	3.46±5.77
TKN, มก/ล	min-max	10.7-31.1	1.14-114	8.98-24.4	0.17-123	0.50-1.09	0.057-112	0.85-1.48	1.48-105	1.77-114
	ave	24.9±7.37	57.8±56.7	16.9±5.31	61.6±61.5	0.67±0.22	56.3±56.2	1.06±0.23	53.2±51.7	57.9±56.1
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min	400,000	500	200,000	500	8	50	<2	30	80
	max	13,000,000	90,000	8,000,000	50,000	110	2,400	<2	225	9,000

ตารางที่ 2-37 ลักษณะ โดยเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำที่ใช้และออกจากแปลงน้ำฤดูเพาะปลูกที่ 2 (ได้จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำจำนวน 5 ครั้ง)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	RW		PE		AS		AL		IW	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
PH	min-max	6.81-6.95	6.58-8.88	6.90-7.21	6.18-8.87	6.37-7.06	6.36-8.26	7.20-8.55	6.44-8.11	6.86-7.31
	ave	6.87±0.046	7.56±0.79	7.03±0.12	7.46±0.90	6.67±0.24	7.05±0.72	7.78±0.53	7.17±0.62	7.13±0.20
Conductivity, ไมโครโมห์/ซม.	min-max	388-578	615-1,215	348-555	505-1,195	332-378	477-1,045	280-398	419-1,115	122-219
	ave	460±76.3	994±205	431±70.4	938±234	350±15.1	880±207	337±50.5	820±236	166±40.2
COD, มก/ล	min-max	69.8-483	9.11-69.1	45.3-247	7.29-88.3	8.48-19.9	0.79-9.37	22.6-39.4	5.91-20.8	11.3-13.8
	ave	186±152	24.2±22.7	115±69.3	27.0±30.9	14.0±4.36	7.26±3.26	33.1±6.23	13.1±5.57	12.5±1.04
BOD, มก/ล	min-max	41.2-257	0.24-2.23	27.0-115	0.20-1.99	1.37-6.76	0.34-2.48	2.23-7.21	0.33-2.91	2.70-4.33
	ave	111±76.6	1.14±0.65	63.0±29.1	0.95±0.76	3.54±1.87	1.24±0.81	4.67±1.88	1.13±0.95	3.43±0.68
TP, มก/ล	min-max	0.056-0.34	0.011-0.061	0.047-0.34	0.012-0.062	0.006-0.32	0.009-0.061	0.004-0.055	0.012-0.062	0.009-0.055
	ave	0.14±0.10	0.025±0.019	0.13±0.11	0.026±0.019	0.13±0.11	0.025±0.019	0.019±0.019	0.030±0.018	0.030±0.019
NO ₂ -N, มก/ล	min-max	0.13-0.38	31.1-99.5	0.19-0.44	29.7-106	3.74-19.1	33.4-124	0.077-0.90	32.0-110	0.039-0.14
	ave	0.22±0.093	74.9±26.0	0.28±0.088	64.9±29.6	12.4±6.15	68.6±33.8	0.42±0.37	71.7±30.2	0.10±0.045
NH ₃ -N, มก/ล	min-max	7.08-28.2	0.056-56.7	8.09-24.4	0.060-36.9	0.071-1.16	0.039-11.7	0.071-0.22	0.051-18.4	0.15-0.49
	ave	18.5±7.77	11.4±22.7	15.8±5.44	7.46±14.7	0.48±0.37	2.42±4.63	0.13±0.064	3.78±7.33	0.35±0.15
TKN, มก/ล	min-max	9.56-34.2	0.083-208	8.27-26.6	0.075-153	0.33-9.75	0.18-129	0.54-1.36	0.30-1.20	0.48-0.68
	ave	22.6±9.59	42.1±83.2	18.6±6.45	31.3±60.7	2.65±3.58	26.3±51.6	0.75±0.32	0.57±0.37	0.57±0.084
Fecal Coliform, MPN/100 มล	min	1,700,000	300	800,000	300	13	2	<2	27	7,000
	max	90,000,000	16,000	50,000,000	11,000	30,000	230	<2	5,000	24,000
										800

2.5.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

2.5.3.1 ภาวะบรรทุกล้นของน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

เมื่อนำลักษณะโดยเฉลี่ยและปริมาณน้ำซึมได้แปลงผักคะน้า (ที่ระดับ 0.45 ม. จากผิวดิน) มาคำนวณหาภาวะบรรทุกล้น พบว่าได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2-38 ซึ่งจะเห็นว่าภาวะบรรทุกล้นสารอินทรีย์ทั้งในรูปของ บีโอดีและซีโอดีของน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าต่ำกว่าของครั้งที่ 1 โดยเฉพาะในกรณีของบีโอดี ซึ่งแปลงทดลองส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าของครั้งแรกมากกว่าครึ่งหนึ่ง โดยมีสาเหตุหลักมาจากค่าบีโอดีเฉลี่ยของการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ที่มีค่าต่ำกว่าของครั้งที่ 1 มากกว่าครึ่งหนึ่งนั่นเอง นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองมีภาวะบรรทุกล้นไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 สูงกว่าของครั้งที่ 1 มาก ในขณะที่ภาวะบรรทุกล้นที่เคเอ็นของทุกแปลงทดลอง ยกเว้นแปลง RW ในการเพาะปลูกครั้งที่ 2 มีค่าต่ำกว่าของครั้งที่ 1 อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณเป็นภาวะบรรทุกล้นไนโตรเจนรวมพบว่า น้ำซึมจากทุกแปลงทดลองมีภาวะบรรทุกล้นไนโตรเจนรวมสูงมาก โดยสูงจากการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆ อย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำซึมจากทุกแปลงทดลองในการปลูกผักคะน้านั้นนอกจากจะมีไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนที่สูงมากแล้วยังมีที่เคเอ็นที่สูงมากด้วย ซึ่งส่งผลให้ค่าไนโตรเจนรวมมีปริมาณสูงมากดังได้กล่าวมาแล้ว และโดยเฉพาะในน้ำซึมออกจากแปลง RW และ AS ซึ่งพบว่ามีภาวะไนโตรเจนรวมสูงกว่าของแปลงอื่น ๆ อย่างมาก

2.5.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินได้แสดงในตารางที่ 2-39

ตารางที่ 2-38 ภาวะบรรทุกของสารปนเปื้อนสำคัญในน้ำออกแปลงผักคะน้า

สารปนเปื้อน	ภาวะบรรทุก, กรัม/(วิน.ไร่)									
	RW		PE		AS		AL		IW	
	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2	ปลูกครั้งที่ 1	ปลูกครั้งที่ 2
BOD	26.6	8.44	15.4	4.39	13.7	9.27	16.1	8.14	25.6	7.42
COD	185	179	102	125	114	54.3	154	94.3	121	63.8
NO _{2,3} -N	105	554	75.5	300	139	513	152	516	95.8	492
NH ₃ -N	41.9	84.4	51.5	34.5	33.5	18.1	26.0	27.2	28.6	41.7
TKN	393	312	330	145	390	196	336	4.10	478	61.2
TN	498	866	406	445	529	709	488	520	574	553

ตารางที่ 2-39 โลหะหนักในดินก่อนและหลังปลูกผักคะน้า

ครั้งที่	ชนิดของ น้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มก.ก/ ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (27 ก.พ. – 11 เม.ย.44)	IW	0	0	35±4.8 ⁽¹⁾	33 ⁽²⁾	22±1.1	21	75±3.2	68
	RW	0	0	37±2.3	35	23±0.2	23	69±3.2	71
	PE	0	0	34±1.4	35	21±3.0	22	69±9.5	69
	AS	0	0	32±7.1	36	21±0.9	21	68±0.5	70
	AL	0	0	36±2.7	36	22±0.4	20	69±1.6	69
2 (2 พ.ค. – 11 มิ.ย. 44)	IW	0	0	33	32	21	21	68	78
	RW	0	0	35	36	23	19	71	76
	PE	0	0	35	34	22	18	69	75
	AS	0	0	36	38	21	19	70	77
	AL	0	0	36	38	20	22	69	78
ค่าความปลอดภัยสูงสุด* (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(2) วิเคราะห์จาก Composite Sample

จากตารางที่ 2-39 ไม่พบว่ามีแคดเมียมในดินทั้งก่อนและหลังปลูกผักคะน้า ไม่ว่าจะรดด้วยน้ำชนิดใดก็ตาม สำหรับตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีค่าค่อนข้างคงที่ ในการปลูก ทั้ง 2 ครั้ง ก่อนและหลังปลูกมีค่าไม่แตกต่างกัน โลหะหนักทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมาก และไม่พบการสะสมโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดหลังทดลองปลูกทั้ง 2 ครั้ง

2.5.3.3 การสะสมพยาธิในดิน

การตรวจหาพยาธิในดินแปลงผักที่รดด้วยน้ำชนิดต่าง ๆ ทั้ง 2 ครั้ง พบว่ามีพยาธิโดยทั่วไปคล้าย ๆ กัน และไม่มีความแตกต่างระหว่างดินจากแปลงที่ใช้น้ำรดประเภทต่าง ๆ และระยะเวลาการปลูก ดังแสดงในตารางที่ 2-40 และ 2-41

ตารางที่ 2-40 ผลเฉลี่ยการตรวจหาพยาธิในดินก่อนและหลังการปลูกผักคะน้าครั้งที่ 1

ชนิดของ น้ำรดแปลง	วิธีตรวจ	ผลของพยาธิ/ดิน 100 ก.น.น.สด	
		ก่อนปลูก (26 มี.ค. 44)	หลังปลูก(11 เม.ย. 44)
IW	Sed. Meth.	600 UFLN 400 HW	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	151 UFLN	117 UFLN
	Baermann	300 UFLN	400 UFLN 40 HW
RW	Sed. Meth.	400 UFLN	200 UFLN
	Centrifuge Floatation	235 UFLN	34 UFLN
	Baermann	700 UFLN 80 HW	400 UFLN 60 HW
PE	Sed. Meth.	200 UFLN 200 HW	200 UFLN
	Centrifuge Floatation	121 UFLN	30 UFLN
	Baermann	160 UFLN 100 HW	320 UFLN 20 HW
AL	Sed. Meth.	600 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	131 UFLN 3 HW	24 UFLN
	Baermann	280 UFLN	360 UFLN 80 HW
AS	Sed. Meth.	200 UFLN	400 UFLN
	Centrifuge Floatation	221 UFLN	57 UFLN
	Baermann	240 UFLN 120 HW	120 UFLN

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

HW Hookworm Larva

ตารางที่ 2-41 ผลเฉลี่ยการตรวจหาพยาธิในดินก่อนและหลังการปลูกผักคะน้าครั้งที่ 2

ชนิดของ น้ำรดแปลง	วิธีตรวจ	ผลของพยาธิ/ดิน 100 ก.น.น.สด	
		ก่อนปลูก (2 พ.ค. 44)	หลังปลูก (11 มิ.ย. 44)
IW	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	20 UFLN
	Centrifuge Floatation	57 UFLN	7 UFLN
	Baermann	60 UFLN 20 HW	130 UFLN
RW	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	24 UFLN	7 UFLN
	Baermann	80 UFLN	220 UFLN
PE	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	27 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Baermann	80 UFLN	380 UFLN
AL	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	40 UFLN	3 UFLN
	Baermann	260 UFLN	70 UFLN 10 HW
AS	Sed. Meth.	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Centrifuge Floatation	40 UFLN	ตรวจไม่พบพยาธิ
	Baermann	80 UFLN 20 HW	30 UFLN

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

HW Hookworm Larva

จากผลพยาธิในดินก่อนปลูกและหลังปลูกและแปลงที่รดด้วยน้ำต่างชนิดกัน สรุปได้ว่า การตรวจพบพยาธิในดินน่าจะขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติของดินโดยทั่ว ๆ ไป โดยไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำที่ใช้รดผัก และอาจจะขึ้นอยู่กับสภาวะภูมิอากาศในระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างดินก็ได้

หมายเหตุ ในการเพาะปลูกผักคะน้า ไม่ได้เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงไม่มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

2.5.4 ด้านการปนเปื้อนต่อผลผลิต

2.5.4.1 โลหะหนัก

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในผักคะน้าจากการปลูกทั้งสองครั้งได้แสดงในตารางที่ 2-42

ตารางที่ 2-42 โลหะหนักในผักคะน้าที่ปลูกในแปลงทดลองระดับห้องปฏิบัติการ

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในผักคะน้า, มก.ก. /100 ก. นน.สด			
		แคดเมียม	ตะกั่ว	ทองแดง	สังกะสี
1	IW	0	0	28	168
	RW	0	0	37	306
	PE	0	0	34	271
	AS	0	0	30	163
	AL	0	0	27	181
2	IW	0	0	19	265
	RW	0	0	36	467
	PE	0	0	35	391
	AS	0	0	24	256
	AL	0	0	119	244
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (APFAN, 1994)		5	200	1,000	15,000

หมายเหตุ วิเคราะห์จาก Composite Sample

จากตารางที่ 2-25 ไม่พบแคดเมียมและตะกั่วในผักคะน้าเลย ไม่ว่าจะรดด้วยน้ำชนิดใดก็ตามในการปลูกทั้ง 2 ครั้ง ส่วนทองแดงและสังกะสีมีพบบ้าง แต่มีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมาก (8-50 เท่า และ 30-80 เท่า ตามลำดับ) และในการปลูกทั้ง 2 ครั้งปริมาณทองแดงและสังกะสีในผักคะน้าไม่ได้แตกต่างกันเมื่อนำน้ำรดชนิดต่าง ๆ ยกเว้นการใช้น้ำ AL ในการปลูกครั้งที่ 2 ที่พบว่าทองแดงมีค่าสูงผิดปกติ แต่เมื่อดูโดยภาพรวมแล้วการใช้น้ำทั้ง 5 ชนิดจะได้ผักคะน้าที่มีโลหะหนักสะสมในระดับต่ำ ไม่เกินค่าความปลอดภัยสูงสุด

2.5.4.2 พยาธิ

ผลการตรวจพยาธิในผักคะน้าได้แสดงในตารางที่ 2-43

ตารางที่ 2-43 ผลการตรวจหาพยาธิในผักคะน้า

วัน/เดือน/ปี ที่เก็บตัวอย่าง	ปลูก ครั้งที่	ผลเฉลี่ยของพยาธิในผัก/100 ก.นน.สด				
		IW	RW	PE	AL	AS
11 เม.ย. 2544	1	ตรวจไม่พบ พยาธิ	3 UFLN	ตรวจไม่พบ พยาธิ	8 UFLN	5 UFLN
11 มิ.ย. 2544	2	1 UFLN	8 UFLN	ตรวจไม่พบ พยาธิ	ตรวจไม่พบ พยาธิ	3 UFLN

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

จากตารางที่ 2-43 ไม่พบพยาธิที่เป็นอันตรายต่อคนในผักคะน้าที่ปลูกทั้ง 2 ครั้ง ไม่ว่าจะรดด้วยน้ำชนิดใดก็ตาม

บทที่ 3 ผลการวิจัยในแปลงเกษตรกรรมจริง

3.1 ผลวิจัยในการปลูกข้าว

3.1.1 ด้านเกษตรกรรม

3.1.1.1 การเจริญเติบโต

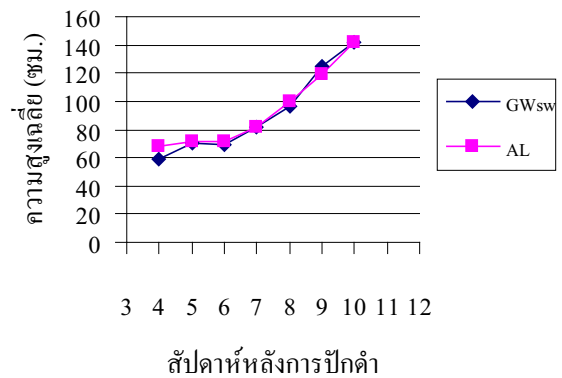
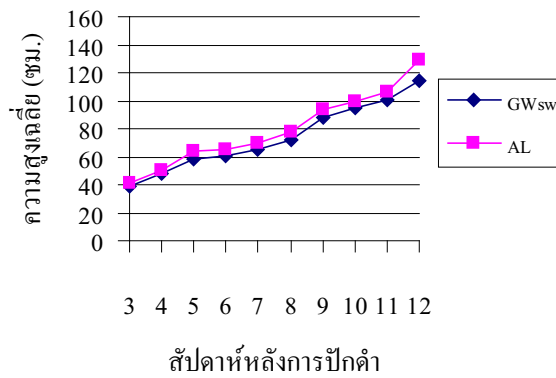
ก) ความสูง

ความสูงของข้าวที่ปลูกทั้ง 4 ฤดู ทำการวัดเมื่อปักดำข้าวได้ 3 สัปดาห์ และวัดต่อเนื่องไปจนถึงระยะข้าวแทงรวง ได้แสดงในรูปที่ 3-1 (ข้อมูลดิบได้แสดงในภาคผนวก ข)

ความสูงโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 1 (ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1) ที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และน้ำ GW_{sw} พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL มีความสูงโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าข้าวที่ใช้น้ำ GW_{sw} ตั้งแต่เริ่มทำการวัดไปจนถึงสิ้นสุดการวัดซึ่งเป็นระยะที่ข้าวออกรวง โดยความสูงเฉลี่ยสุดท้ายของข้าวที่ปลูกภายใต้้น้ำ AL เป็น 129.8 ซม. ขณะที่ข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ GW_{sw} มีความสูงโดยเฉลี่ย 114.7 ซม. ความสูงโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 2 (ข้าวพันธุ์ กข.6) พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้งสองชนิดมีความสูงโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาที่ทำการวัด และที่ระยะข้าวออกรวงนั้นข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GW_{sw} มีความสูงโดยเฉลี่ยเป็น 142.05 และ 141.90 ซม. ตามลำดับ ความสูงโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 3 (ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณ) พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้งสองชนิดมีความสูงโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันตลอดเวลาของการวัดและที่ระยะออกรวงนั้นข้าวพันธุ์หอมสุพรรณที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GW_{sw} มีความสูงโดยเฉลี่ยเป็น 110.85 และ 104.70 ซม. ตามลำดับ ความสูงโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 4 (ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1) พบว่าข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้งสองชนิดมีความสูงโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันตลอดช่วงของการวัด และที่ระยะออกรวงข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GW_{sw} มีความสูงโดยเฉลี่ยเป็น 100.96 และ 103.53 ซม. ตามลำดับ

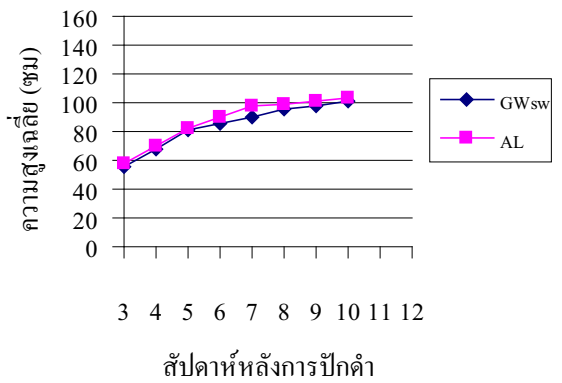
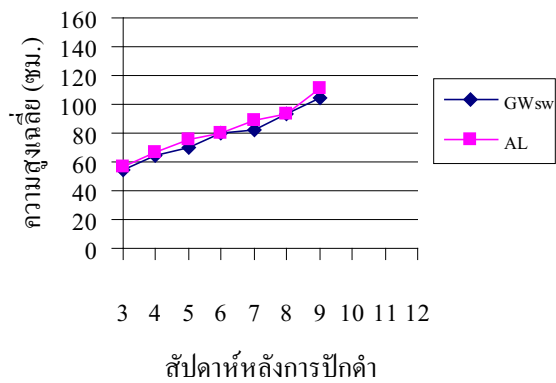
ข) จำนวนหน่อตอก

จำนวนหน่อตอกของการปลูก 3 ฤดู ทำการวัดเมื่อปักดำได้ 3 สัปดาห์ และวัดต่อเนื่องไปจนถึงระยะแทงรวง ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3-2 (ข้อมูลดิบได้แสดงในภาคผนวก จ) ทั้งนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลในการปลูกครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543)



ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543 ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1)

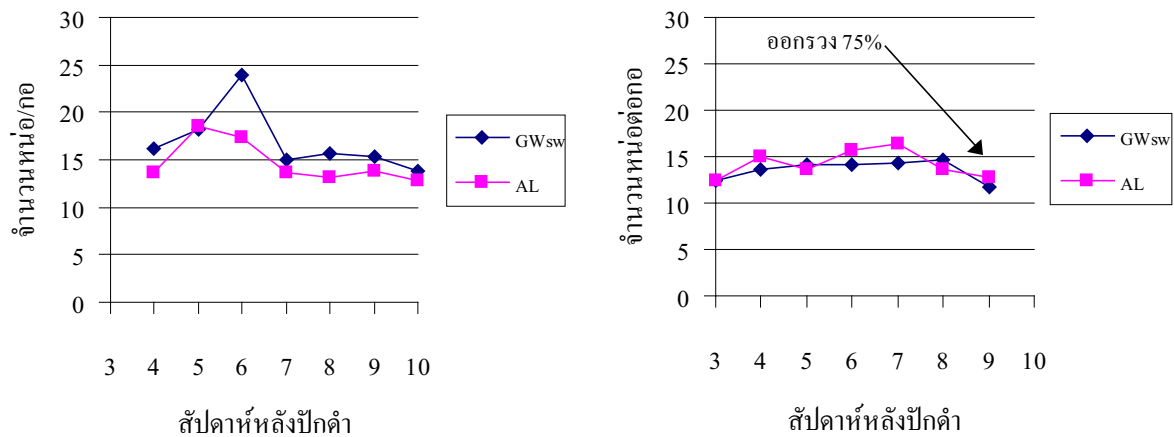
ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543 ข้าวพันธุ์ กข.6)



ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544 ข้าวพันธุ์หอมสุวรรณ)

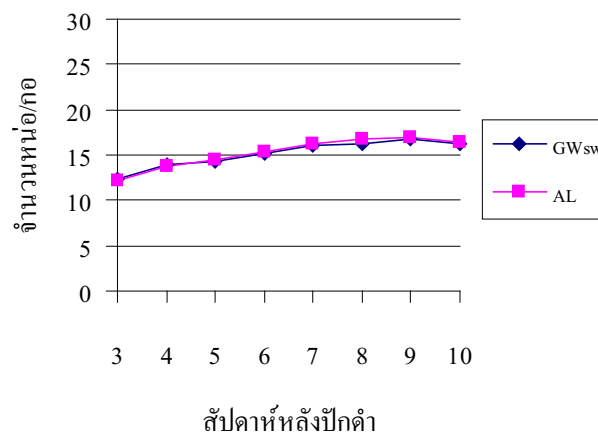
ง. ครั้งที่ 4 (ข้าวนาปี 2544 ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1)

รูปที่ 3-1 ความสูงโดยเฉลี่ยของข้าว



ก. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543 ข้าวพันธุ์ กข.6)

ข. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544 ข้าวพันธุ์หอมสุวรรณ)



ก. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปี 2544 ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1)

รูปที่ 3-2 จำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยของข้าว

จำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 2 (ข้าวพันธุ์ กข.6) พบว่าข้าวที่ใช้น้ำ GWsw มีจำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าข้าวที่ใช้น้ำ AL เล็กน้อย ที่ระยะออกทรงข้าวทั้งสองมีจำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยเป็น 13.8 และ 12.8 หน่อตามลำดับ จำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 3 (ข้าวพันธุ์หอมสุวรรณ) พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL มีแนวโน้มที่มีจำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าของที่ใช้น้ำ GWsw เล็กน้อยโดยที่ระยะออกทรงนั้นจำนวนหน่อตอกที่ผลิตได้เป็น 12.8 และ 11.8 หน่อ ตามลำดับ

จำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 4 (ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1) พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้งสองชนิดมีการสร้างจำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันตลอดช่วงของการวัด และที่ระยะออกรวงข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ปลูกโดยใช้น้ำ GWsw และ AL มีจำนวนหน่อตอกโดยเฉลี่ยเป็น 16.3 และ 16.5 หน่อตามลำดับ

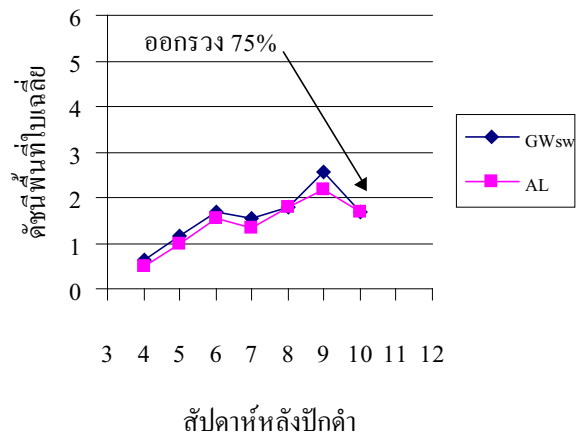
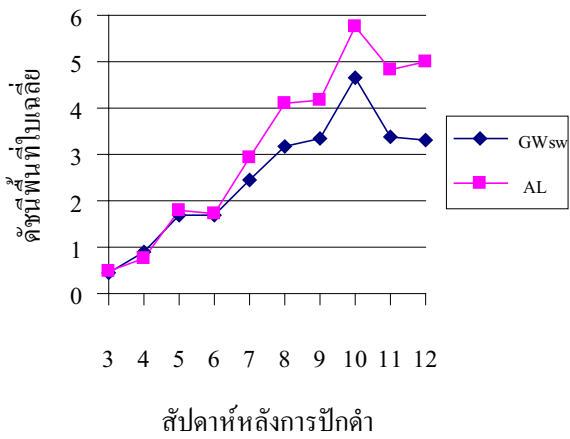
ก. ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index; LAI) นั้นหาได้จากสัดส่วนระหว่างพื้นที่ใบต่อพื้นที่ดินดังสมการที่ 3-1

$$\begin{aligned} \text{LAI} &= \text{LA/A} & (3-1) \\ \text{เมื่อ LA} &= \text{พื้นที่ของใบข้าวที่วัดไว้} \\ \text{A} &= \text{พื้นที่ดินที่วัดพื้นที่ใบข้าว} \end{aligned}$$

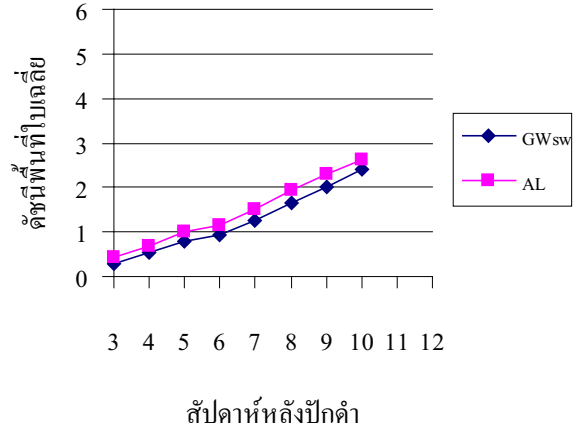
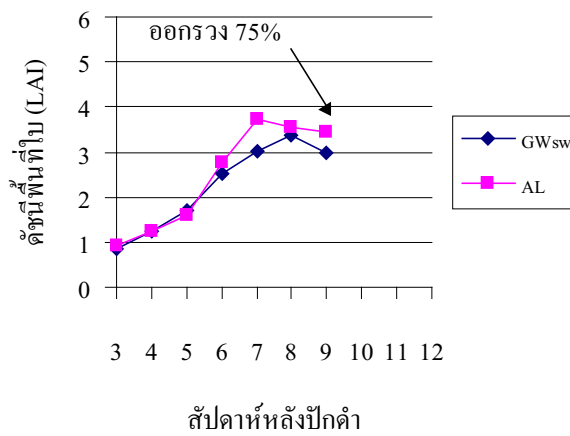
ค่าดัชนีพื้นที่ใบทำการวัดเมื่อปักดำ 3 สัปดาห์ และวัดต่อเนื่องไปจนถึงระยะแทงรวง ได้แสดงในรูปที่ 3-3 (ข้อมูลดิบได้แสดงในภาคผนวก ข)

ดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 1 (ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1) พบว่าตั้งแต่ 3-6 สัปดาห์หลังปักดำ ดัชนีพื้นที่ใบของข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้ง 2 ชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่หลังจากนั้นข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL มีค่าดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าข้าวที่ใช้น้ำ GWsw ระยะที่ข้าวมีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือที่ระยะ 10 สัปดาห์หลังปักดำ คือมีดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยเป็น 5.77 และ 4.67 ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 2 (ข้าวพันธุ์ กข.6) พบว่าข้าวที่ใช้น้ำทั้งสองชนิดมีดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันตลอดช่วงของการวัด และที่ระยะออกรวงข้าวที่ใช้น้ำ AL และ GWsw มีดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยเป็น 1.7 และ 1.668 ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 3 (ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณ) พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วในตลอดช่วงเวลาของการวัดข้าวพันธุ์หอมสุพรรณที่ใช้น้ำ AL มีดัชนีพื้นที่ใบที่ค่อนข้างสูงกว่าของที่ใช้น้ำ GWsw เล็กน้อย โดยที่ระยะออกรวงมีดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยเป็น 3.461 และ 2.972 ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 4 (ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1) พบว่าตลอดช่วงการวัดข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ใช้น้ำ AL มีแนวโน้มที่มีดัชนีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าของที่ใช้น้ำ GWsw ตลอดช่วงของการวัดและที่ระยะออกรวงข้าวสันป่าตอง 1 มีดัชนีพื้นที่ใบเป็น 2.61 และ 2.42 ตามลำดับ



ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543 ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1)

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543 ข้าวพันธุ์ กข.6)



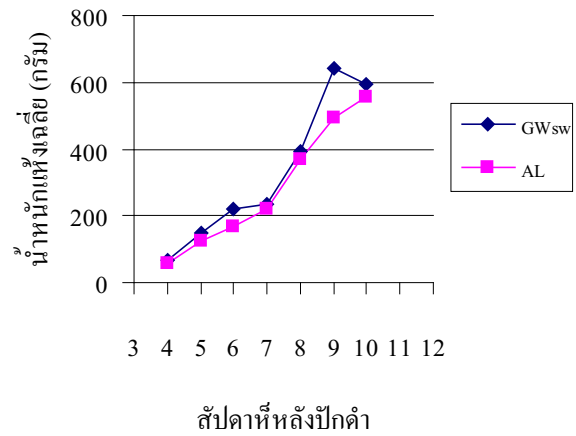
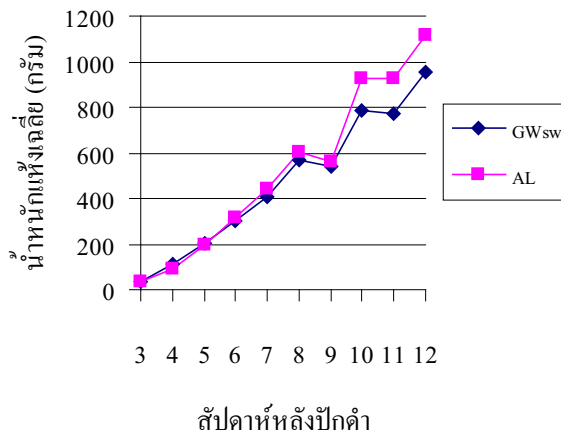
ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544 ข้าวพันธุ์หอมสุวรรณ)

ง. ครั้งที่ 4 (ข้าวนาปี 2544 ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1)

รูปที่ 3-3 ดัชนีพื้นที่ใบในระหว่างเพาะปลูก

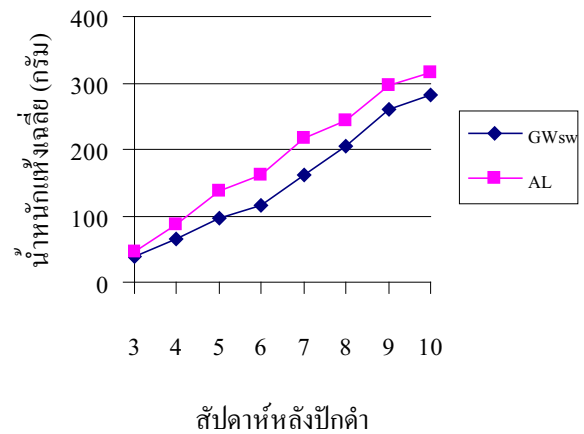
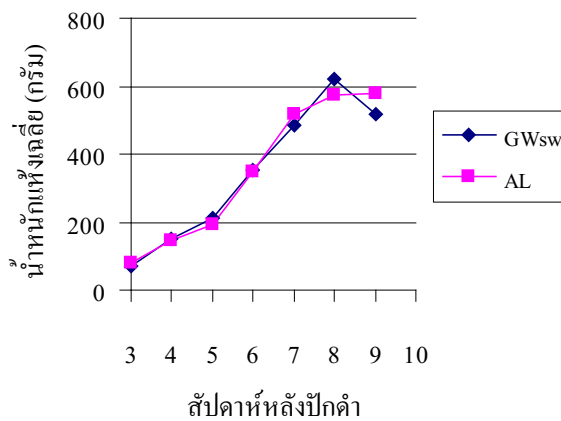
ง) น้ำหนักแห้งรวมต่อหน่วยพื้นที่

การวัดน้ำหนักแห้งรวมต่อหน่วยพื้นที่ (Total Dry Matters, TDM) ได้ทำในสัปดาห์ที่ 3 หลังปักดำ จนถึงระยะข้าวแทงรวง ข้อมูลได้แสดงในรูปที่ 3-4 (ข้อมูลดิบแสดงในภาคผนวก ฐ)



ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543 ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1)

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543 ข้าวพันธุ์ กข.6)



ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544 ข้าวพันธุ์หอมสุวรรณ)

ง. ครั้งที่ 4 (ข้าวนาปี 2544 ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1)

รูปที่ 3-4 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อตารางเมตร

น้ำหนักแห้งรวมต่อหน่วยพื้นที่โดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 1 (ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1) ที่ปลูกโดยใช้น้ำ 2 ชนิด พบว่าในระยะแรก ๆ นั้นมีค่าใกล้เคียงกันแต่พอถึงสัปดาห์ที่ 6 เริ่มพบความแตกต่างกันโดยที่ข้าวที่ใช้น้ำ AL มีน้ำหนักรวมโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าของที่ใช้น้ำ GWsw ไปจนถึงระยะสุดท้ายของการวัดคือที่ 12 สัปดาห์หลังปักดำซึ่งเป็นระยะที่ข้าวออกรวงที่ระยะดังกล่าวนี้ ข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL มีน้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยเป็น 1,112.5 กรัม/ตร.ม. ขณะที่ของน้ำ GWsw นั้นอยู่ที่ 956.5 กรัม/ตร.ม. น้ำหนักแห้งรวมต่อหน่วยพื้นที่โดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 2 (ข้าวพันธุ์ กข.6) พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้ง 2 ชนิดมีการผลิตน้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันตลอดช่วงของการวัด และที่ระยะออกรวงข้าวที่ใช้น้ำ AL และ GWsw มีน้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยเป็น 554.24 และ 592.96 กก./ตร.ม. ตามลำดับ น้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยต่อพื้นที่ข้าวในการปลูกครั้งที่ 3 (ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณ) พบว่า ข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GWsw มีน้ำหนักแห้งรวมต่อหน่วยพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ระยะออกรวงข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้งสองชนิดมีน้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยเป็น 577.5 และ 519 กรัม/ตร.ม. ตามลำดับ น้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 4 (ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1) พบลักษณะเช่นเดียวกันกับกรณีของดัชนีพื้นที่ใบกล่าวคือ ข้าวที่ใช้น้ำ AL มีการสร้างน้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าของข้าวที่ใช้น้ำ GWsw ตลอดช่วงของการวัดและที่ระยะออกรวงข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 มีน้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยเป็น 316.08 และ 281.92 กรัม/ตร.ม. ตามลำดับ

3.1.1.2 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว

ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว ของการเพาะปลูกทั้ง 4 ครั้ง ได้แสดงในตารางที่ 3-1 ถึง 3-4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-1 ผลผลิตโดยเฉลี่ย องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว ของการปลูกครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543 ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1)

ชนิดของ น้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
GWsw	891.7	36.2	90.52	31.81	0.51
AL	964.7	38.95	102.6	28.04	0.47
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	24.09	19.5	7.61	7.81	9.38

ตารางที่ 3-2 ผลผลิตโดยเฉลี่ย องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว ของการปลูกครั้งที่ 2
(ข้าวนาปี 2543 ข้าวพันธุ์ กข.6)

ชนิดของ น้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
GW _{sw}	650.8	47.8	103.5	21.9	0.45
AL	558.4	45.4	110.8	22.3	0.45
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	7.41	10.89	9.2	4.08	7.79

ตารางที่ 3-3 ผลผลิตโดยเฉลี่ย องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว ของการปลูกครั้งที่ 3
(ข้าวนาปรัง 2544 ข้าวพันธุ์หอมสุวรรณ)

ชนิดของ น้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
GW _{sw}	847.2	38.8	110.1	24.89	0.592
AL	769.6	41.7	108.1	25.02	0.546
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	7.13	6.46	11.7	1.39	11.18

ตารางที่ 3-4 ผลผลิตโดยเฉลี่ย องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว ของการปลูกครั้งที่ 4 (ข้าวนาปี 2544 ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1)

ชนิดของ น้ำที่ใช้	องค์ประกอบผลผลิต				
	ผลผลิต (กรัม/กอ)	รวง/กอ	เมล็ด/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ดัชนี เก็บเกี่ยว
GWsw	291.5	13.1	61.7	27.1	0.48
AL	337.4	15.2	14.3	27	0.46
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	11.42	9.32	8.09	2.35	12.3

หมายเหตุ CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

LSD (Least Significant Differentiation) คือค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

NS ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว (อัตราส่วนน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อน้ำหนักแห้งรวม) โดยเฉลี่ยของข้าวในปลูกครั้งที่ 1 (ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1) พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทั้ง 2 ชนิด มีผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GWsw มีผลผลิตเฉลี่ยเป็น 964.7 และ 891.7 กก./ไร่ ตามลำดับ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 2 (ข้าวพันธุ์ กข.6) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างผลผลิต องค์ประกอบ และดัชนีเก็บเกี่ยว ของข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GWsw โดยผลผลิตเฉลี่ยที่ได้รับเป็น 558.4 และ 650.8 กก./ไร่ ตามลำดับ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 3 (ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณ) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL และ GWsw ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้รับเป็น 760.6 และ 847.2 กก./ไร่ ตามลำดับ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยของข้าวในการปลูกครั้งที่ 4 (ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1) พบว่าผลผลิตของข้าวที่ใช้น้ำทั้ง 2 ชนิดให้ผลผลิตโดย องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามที่ใช้น้ำ AL ก็ยังมีแนวโน้มที่ให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยที่สูงกว่าของข้าวที่ใช้น้ำ GWsw โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเป็น 337.4 และ 291.5 กก./ไร่ ตามลำดับ

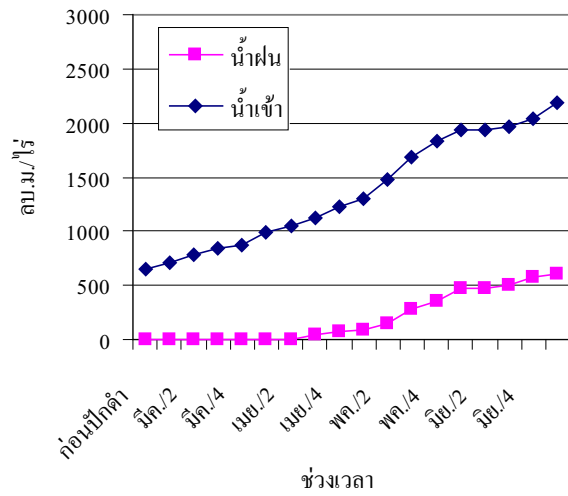
สรุปผลการทดลองข้าวในแปลงเกษตรกรรมจริง

จากการทดลองใช้น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครเชียงใหม่ (AL) เปรียบเทียบกับ น้ำบาดาล (GW_{sw}) ในการปลูกข้าวที่แปลงนาของนายดวงดี คำสิงห์ เกษตรกรตำบลสันผักหวาน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ต่อเนื่องกัน 4 ฤดูเพาะปลูกคือฤดูนาปรังปี 2543 ฤดูนาปี 2543 ฤดูนาปรัง 2544 และฤดูนาปี 2544 กับข้าว 4 พันธุ์คือพันธุ์คลองหลวง 1, กข.6 , หอมสุพรรณ และสันป่าตอง 1 ตามลำดับ พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียฯ ทั้ง 4 ฤดูเพาะปลูกมี ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และการให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยไม่ได้แตกต่างไปจากข้าวที่ใช้ น้ำบาดาลและจากการสังเกตในแปลงทดลองก็พบว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวก็ไม่ได้แสดงอาการผิดปกติหรืออาการที่เป็นพิษ (Toxicity) ให้เห็น นอกจากนี้แล้วผลโดย เฉลี่ยส่วนใหญ่ของข้าวที่ได้รับจากงานทดลองในครั้งนี้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าผลผลิตโดยเฉลี่ยทั่ว ๆ ไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2543) ยกเว้นในกรณีของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในการปลูกครั้งที่ 4 ในฤดูนาปี 2544 ซึ่งให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยค่อนข้างต่ำกว่าของการปลูกสามครั้งก่อน ทั้งนี้ก็เนื่อง เพราะว่าการปลูกในครั้งที่ 4 นี้ ในตอนแรกของการทดลองได้ทำการปลูกข้าวพันธุ์ กข.6 เช่นเดียว กับการปลูกครั้งที่สองในฤดูนาปี 2543 โดยทำการปักดำในวันที่ 30 กรกฎาคม 2544 แต่เนื่องจาก เกิดน้ำท่วมแปลงขึ้นในช่วงวันที่ 14 สิงหาคม 2544 และน้ำท่วมขังอยู่ประมาณ 1 สัปดาห์ทำให้ข้าว กข.6 ที่ปลูกไปแล้วเสียหาย จึงจำเป็นต้องทำการเพาะกล้าข้าวใหม่ ซึ่งไม่สามารถใช้ข้าวพันธุ์ กข.6 อย่างเดิมได้เนื่องจากข้าวพันธุ์ดังกล่าวเป็นข้าวที่ตอบสนองต่อช่วงแสงวันสั้น จึงต้องเปลี่ยนมาใช้ ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งเป็นข้าวเหนียวไม่ไวแสงโดยทำการเพาะกล้า เมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2544 และทำการปักดำใหม่เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2544 ซึ่งถือว่าเป็นการปลูกที่ค่อนข้างล่าช้ามาก และ ประกอบกับในช่วงออกรวงของข้าวคือประมาณวันที่ 25 พฤศจิกายน 2544 นั้นอุณหภูมิลดต่ำลงมา เป็นเหตุให้เกิดการระบาดของโรคใบสีส้มซึ่งเป็นจุดอ่อนของข้าวพันธุ์นี้จึงทำให้เกิดเมล็ดลีบไปเสีย ส่วนหนึ่ง

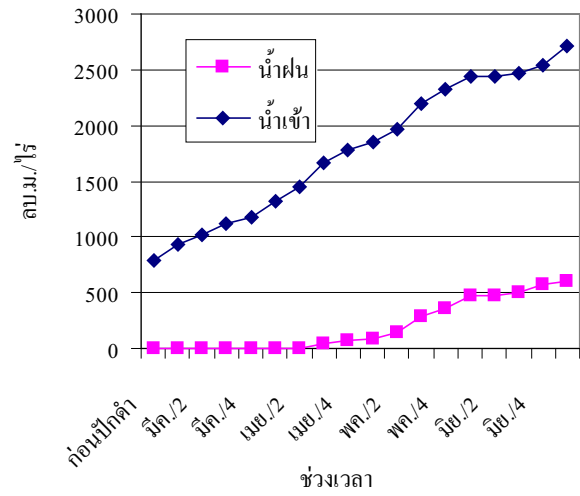
3.1.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

3.1.2.1 ปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลอง

ปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองมาจากน้ำารคและน้ำฝน ข้อมูลน้ำเข้าในการเพาะ ปลูกทั้ง 4 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 3-5 (ข้อมูลดิบแสดงในภาคผนวก ข)

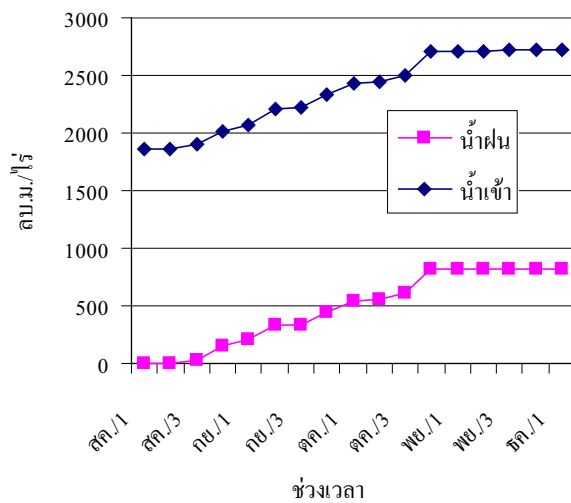


ก.1 ใช้น้ำ GWsw

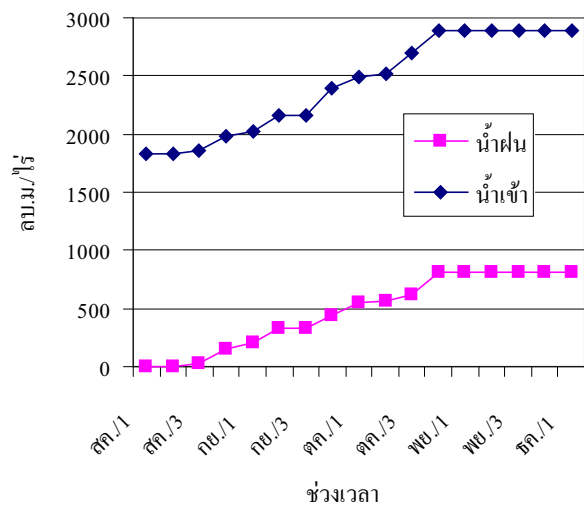


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543)



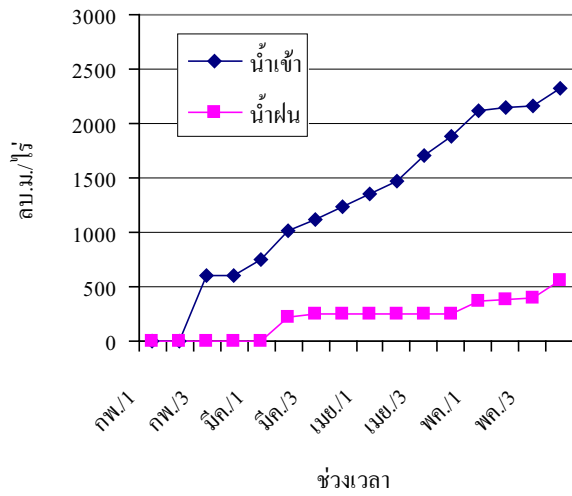
ข.1 ใช้น้ำ GWsw



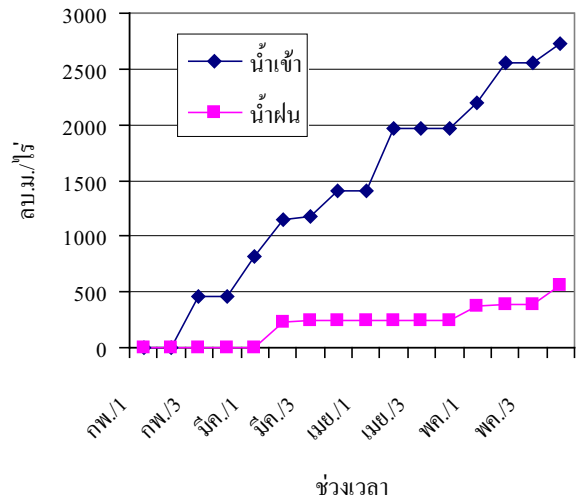
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543)

รูปที่ 3-5 ปริมาณน้ำเข้านาข้าวเกษตรกรรมจริง

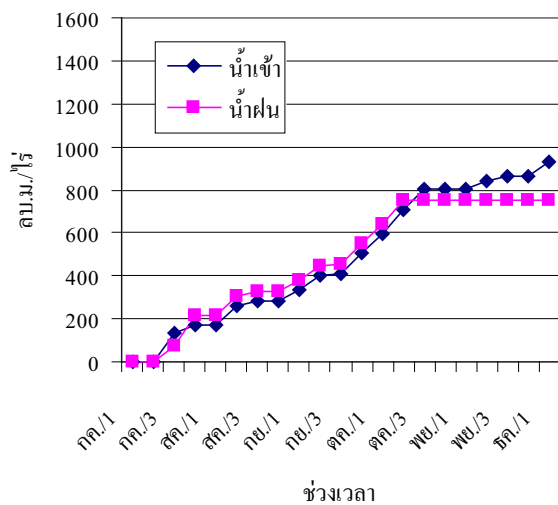


ค.1 ใช้น้ำ GWsw

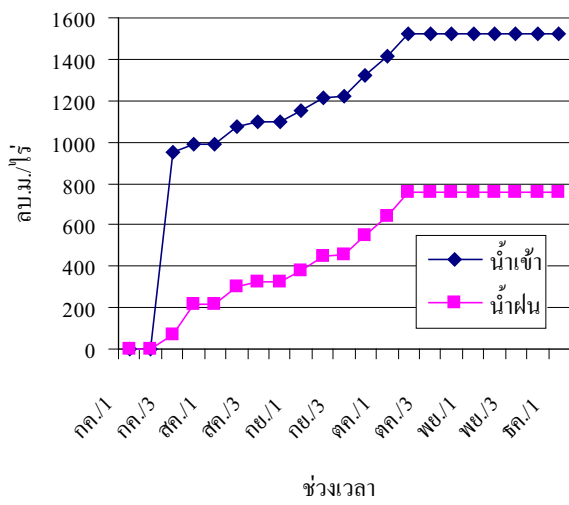


ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544)



ง.1 ใช้น้ำ GWsw



ง.2 ใช้น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4 (ข้าวนาปี 2544)

(หมายเหตุ ครั้งที่ 4 มีน้ำเข้าจริงมากกว่านี้ จากการไหลท่วมแปลงนา)

รูปที่ 3-5 ปริมาณน้ำเข้านาข้าวเกษตรกรจริง (ต่อ)

ปริมาณน้ำเข้านาข้าวเกษตรกรรมจริงตลอดฤดูการเพาะปลูกทั้ง 4 ครั้งได้แสดงในตารางที่ 3-5 ซึ่งในครั้งที่ 4 ค่าที่วัดได้มีความแตกต่างจากครั้งอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดน้ำท่วมในพื้นที่เพาะปลูก มีการไหลหลากของน้ำเข้านา ทำให้ปริมาณการสูบน้ำเข้าแปลงลดลง และมีผลต่อปริมาณน้ำรดและปริมาณน้ำเข้ารวม ในการอธิบายผลด้านคุณภาพน้ำจะไม่รวมถึงการเพาะปลูกครั้งนี้ จากตารางที่ 3-5 จะเห็นว่าปริมาณน้ำเข้าแปลงในการเพาะปลูกแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกัน โดยน้ำเข้าแปลงที่รดด้วยน้ำ AL จะสูงกว่า GWsw โดยทั่วไปปริมาณน้ำฝนต่อน้ำเข้ารวมของการเพาะปลูกครั้งที่ 1 ถึง 3 มีค่าอยู่ในช่วง 22-30% ซึ่งน้ำฝนเป็นน้ำส่วนที่ทำให้เกิดการเจือจางของสารปนเปื้อนในน้ำรดได้

ตารางที่ 3-5 ปริมาณน้ำเข้านาข้าวเกษตรกรรมจริงตลอดฤดูการเพาะปลูก

การเพาะปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้รด	ปริมาณน้ำรด, ลบ.ม./ไร่	ปริมาณน้ำฝน, ลบ.ม./ไร่	ปริมาณน้ำเข้ารวม, ลบ.ม./ไร่	ปริมาณน้ำฝนต่อน้ำเข้ารวม, %
1 (นาปี 2543)	GWsw	1,583	606	2,189	27.7
	AL	2,102	606	2,708	22.2
2 (นาปี 2543)	GWsw	1902.8	814.4	2717.2	30.0
	AL	2073.4	814.4	2887.8	28.2
3 (นาปี 2544)	GWsw	1767.6	563.2	2330.8	24.2
	AL	2165.5	563.2	2728.7	20.6
4* (นาปี 2544)	GWsw	279.81	651.2	931.01	69.95
	AL	874.82	651.2	1526.02	42.67

หมายเหตุ * เกิดน้ำหลากช่วงระยะเวลาการเพาะปลูก

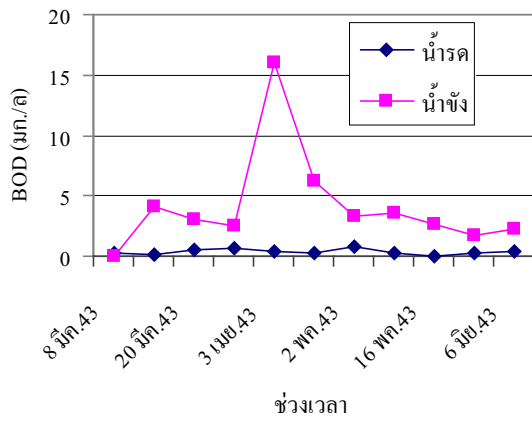
3.1.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำในแปลงทดลอง

การแปรผันคุณภาพน้ำรดและน้ำขังในนาข้าวจากการเพาะปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 ในบางพารามิเตอร์ที่สำคัญ (บีโอดี ซีโอดี ไนโตรในเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน) ได้แสดงในรูปที่ 3-6 ถึง 3-9 ค่าเฉลี่ยของน้ำรดและน้ำขังในการทดลองทั้ง 4 ครั้ง (การเพาะปลูกครั้งที่ 4 คัดเฉพาะค่าก่อนเกิดน้ำหลาก) ได้สรุปในตารางที่ 3-6

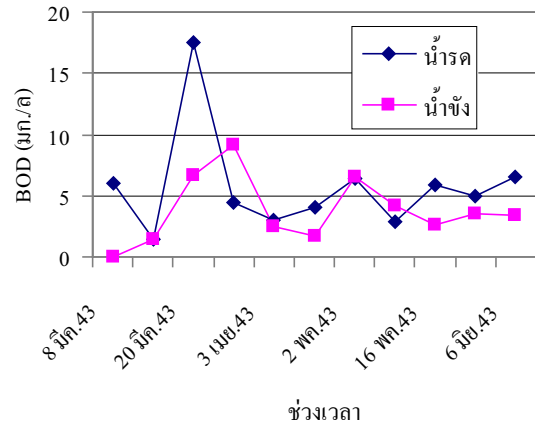
ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า pH ของน้ำขังทั้งสองชนิดมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 6.3–6.7 เมื่อพิจารณาปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของ BOD ในแปลงเพาะปลูก AL มีค่า BOD น้ำเข้าและน้ำขังไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่ BOD น้ำเข้าและน้ำขังของแปลงเพาะปลูก GWsw ค่า BOD ในน้ำขังมีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการละลายของเศษใบข้าวหรือปุ๋ยสู่น้ำขัง ในการเปลี่ยนแปลงของ COD พบว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกับ BOD ซึ่งอาจมาจากเหตุผลทางธรรมชาติที่มีสัตว์อาศัยอยู่ในนา และอาจเกิดจากการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์

การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียไนโตรเจนพบว่า ในน้ำเข้า AL มีค่าสูงกว่าน้ำเข้า GWsw อย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำ AL มีองค์ประกอบของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่มาจากน้ำเสียชุมชน และแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำขังในแปลงที่รดด้วย AL จะมีค่าสูงกว่าแปลงที่รดด้วยน้ำ GWsw เนื่องจากบางส่วนของ $\text{NH}_3\text{-N}$ เปลี่ยนเป็น $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ซึ่งพืชนำไปใช้ได้ แต่บางส่วนยังคงอยู่ในสภาพเดิม ขณะที่น้ำ GWsw มีปริมาณของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ต่ำ และเมื่อเวลาผ่านไปอาจเปลี่ยนรูปเป็น $\text{NO}_3^-\text{-N}$ และรากพืชใช้ไปทำให้มีค่า $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ต่ำ

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรทไนเตรทในน้ำเข้าและน้ำขังจากแปลง AL และ GW มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก อนึ่ง การใช้ปุ๋ยอาจมีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ในน้ำขัง

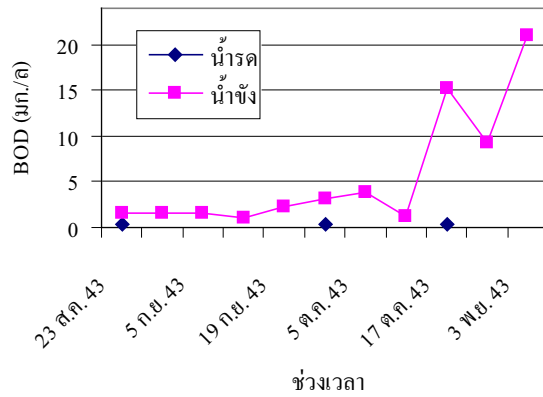


ก.1 ใช้น้ำ GWsw

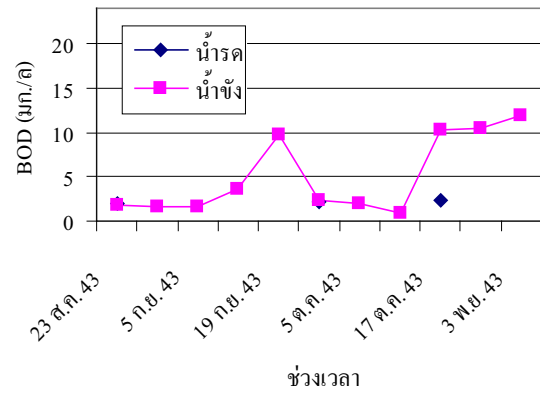


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543)

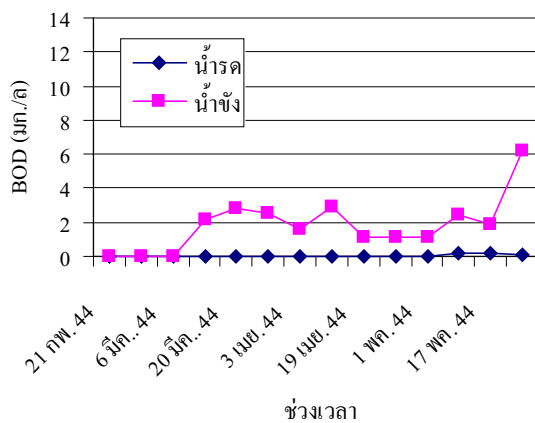


ข.1 ใช้น้ำ GWsw

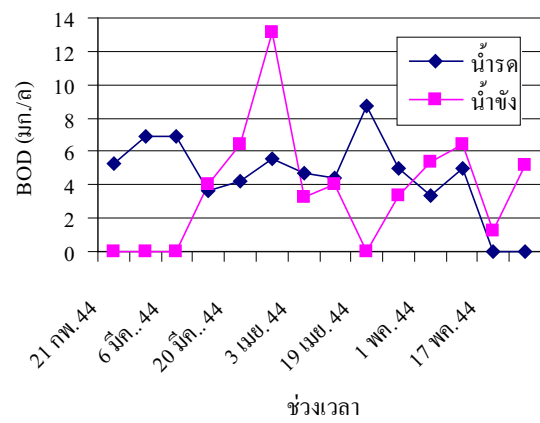


ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543)



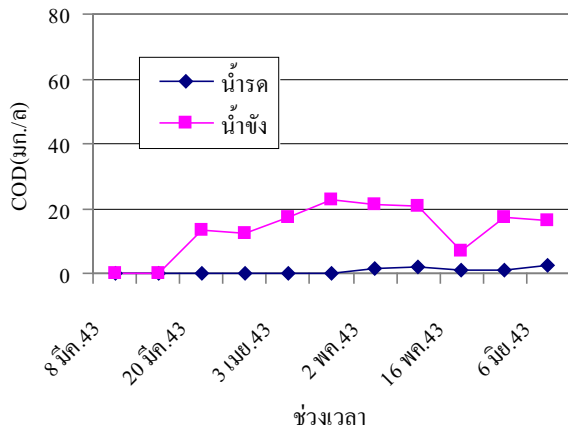
ค.1 ใช้น้ำ GWsw



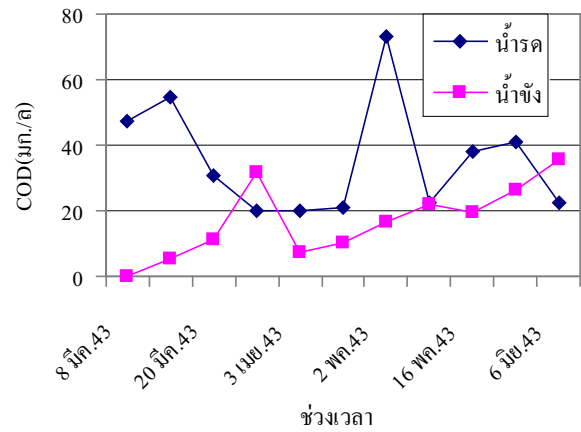
ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544)

รูปที่ 3-6 การแปรผันของค่าบีโอดีในนาข้าว

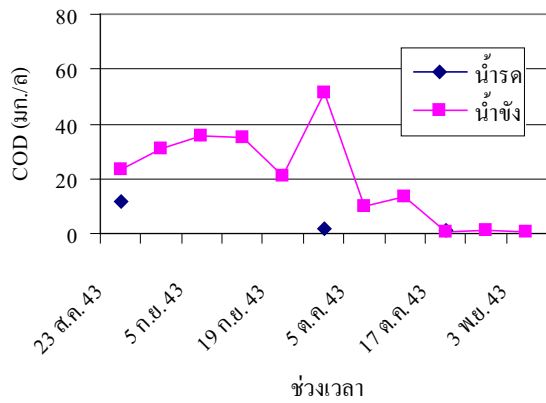


ก.1 ใช้ น้ำ GWsw

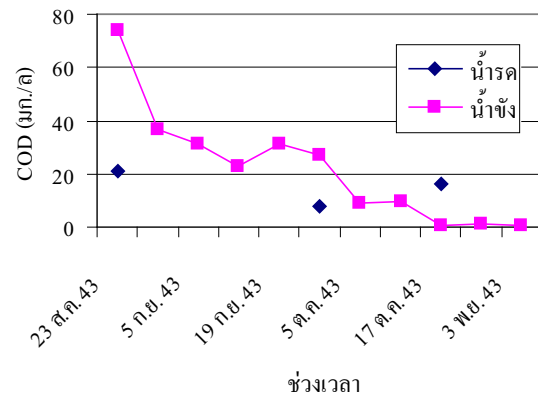


ก.2 ใช้ น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543)

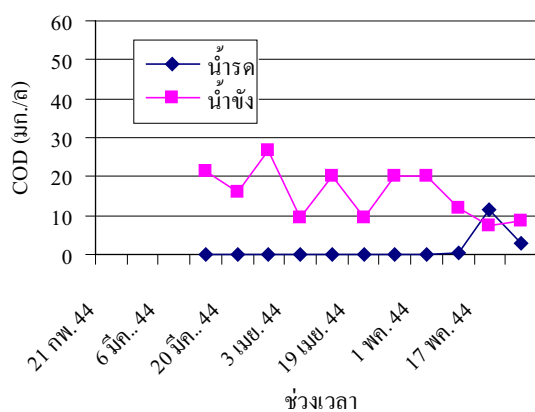


ข.1 ใช้ น้ำ GWsw

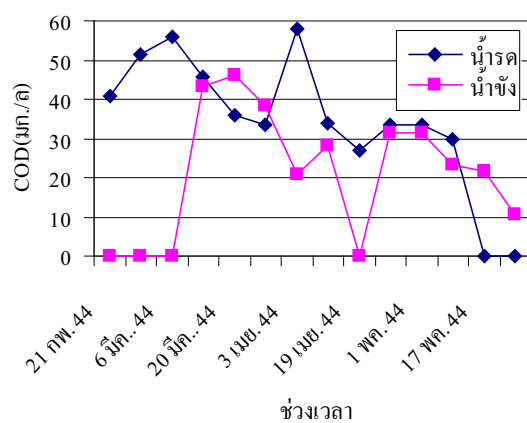


ข.2 ใช้ น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543)



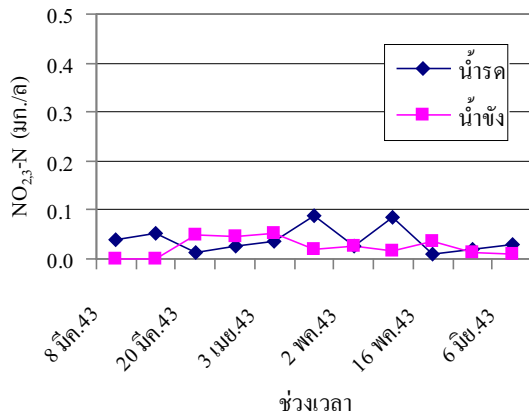
ค.1 ใช้ น้ำ GW



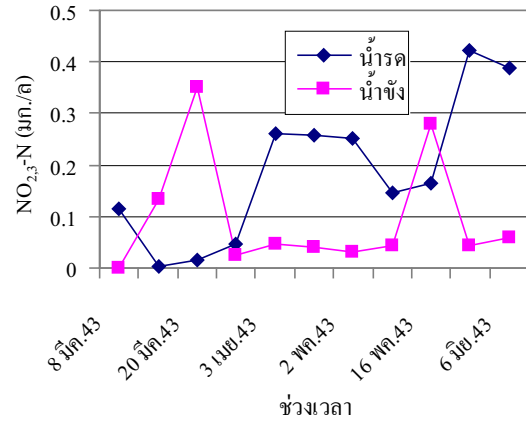
ค.2 ใช้ น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544)

รูปที่ 3-7 การแปรผันของค่าซีไอดีในนาข้าว

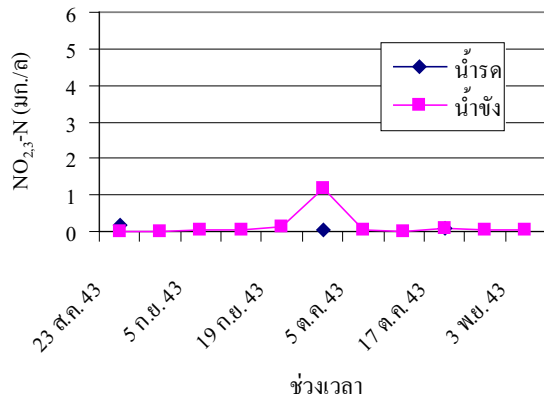


ก.1 ใช้น้ำ GWsw

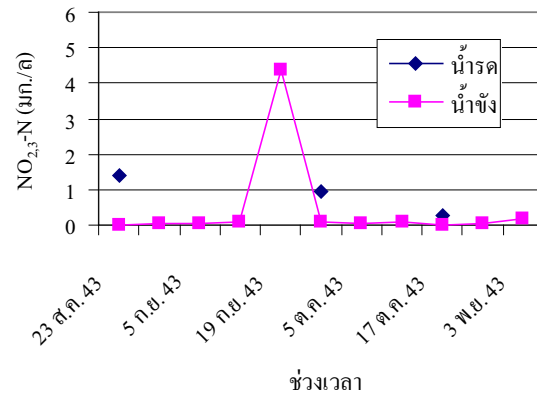


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543)

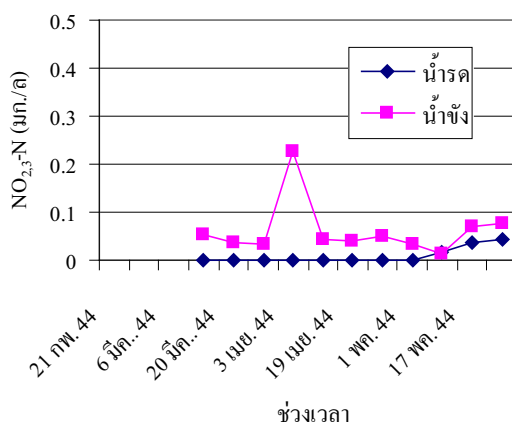


ข.1 ใช้น้ำ GWsw

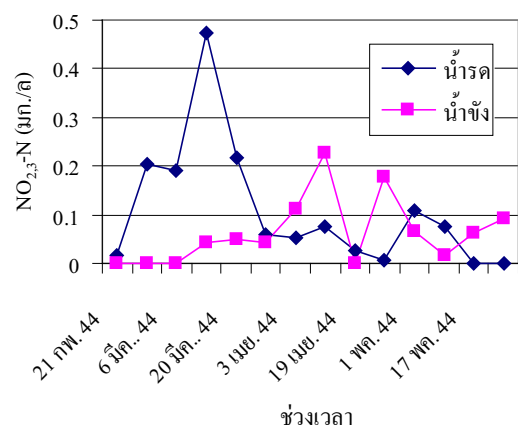


ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543)



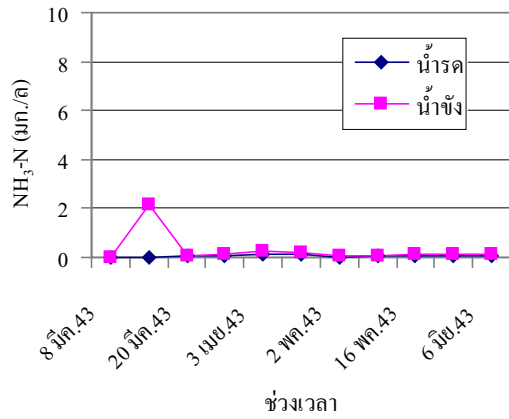
ค.1 ใช้น้ำ GWsw



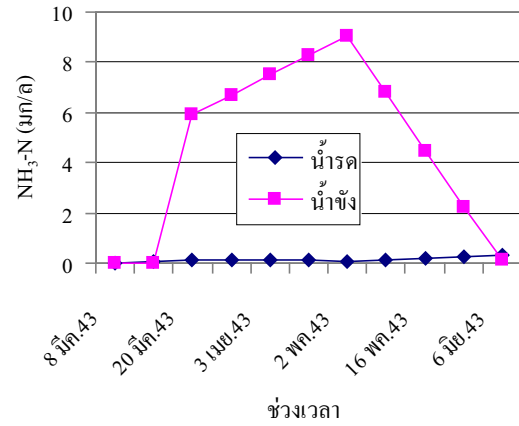
ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544)

รูปที่ 3-8 การแปรผันของค่าไนโตรเจนในนาข้าว

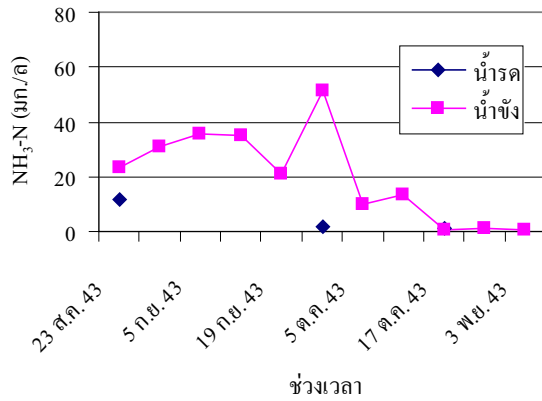


ก.1 ใช้ น้ำ GWsw

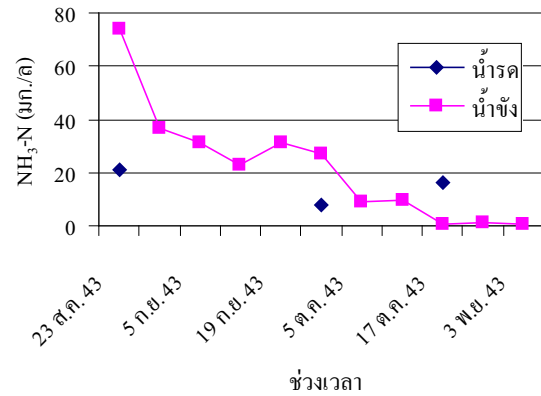


ก.2 ใช้ น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1 (ข้าวนาปรัง 2543)

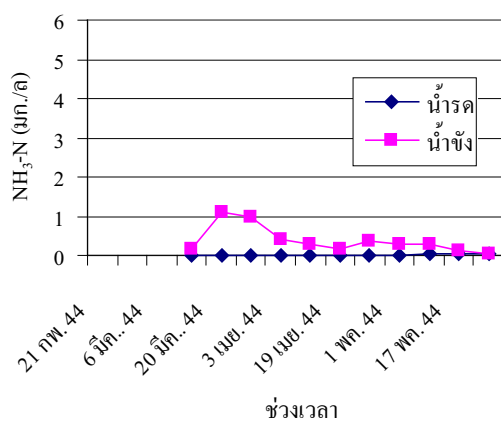


ข.1 ใช้ น้ำ GWsw

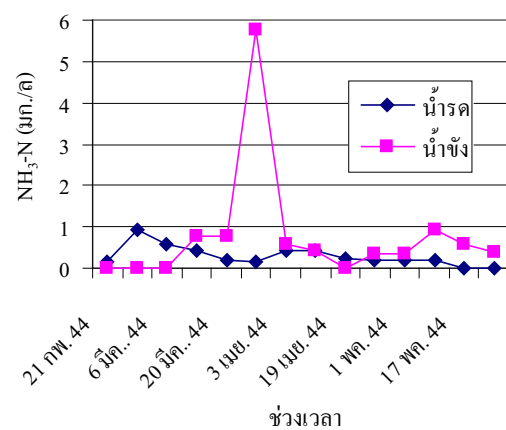


ข.2 ใช้ น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2 (ข้าวนาปี 2543)



ค.1 ใช้ น้ำ GWsw



ค.2 ใช้ น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3 (ข้าวนาปรัง 2544)

รูปที่ 3-9 การแปรผันของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในนาข้าว

ตารางที่ 3-6 ลักษณะน้ำรดและน้ำทิ้งในนาข้าวเกษตรกรรมจริง

ชนิดน้ำทิ้ง	ตัวอย่าง วิเคราะห์	พารามิเตอร์วิเคราะห์							
		pH	Conductivity	BOD	COD	NH ₃ -N	NO ₂ -N	TKN	TP
ปลูกครั้งที่ 1 (ปี.ค. 43 - ปี.ย. 43)	น้ำรด	7.55±0.75	434±83	5.74±4.24	35.59±17.42	0.142±0.143	0.188±0.142	1.354±1.367	0.402±0.377
	น้ำทิ้ง	6.64±0.46	334±121	4.17±2.51	18.59±10.33	5.013±4.522	0.105±0.166	0.327*	0.145±0.156
	น้ำรด	6.08*	101*	0.38±0.23	0.78±0.91	0.061±0.039	0.038±0.026	3.286±3.827	0.104*
	น้ำทิ้ง	6.64±0.46	215±124	4.54±4.21	14.53±7.39	0.343±0.648	0.027±0.018	2.512±4.209	0.134±0.066
ปลูกครั้งที่ 2 (ส.ค.-ธ.ค. 43)	น้ำรด	7.33±0.23	294±19	2.13±0.13	15.13±6.79	0.191±0.049	0.857±0.568	0.454±0.333	0.027±0.010
	น้ำทิ้ง	6.65±0.41	268±54	4.64±2.59	24.86±19.22	1.218±0.848	0.492±1.229	2.220±1.205	0.094±0.191
	น้ำรด	5.68±0.14	202±97	0.37±0.03	5.11±5.89	0.068±0.072	0.100±0.088	0.199±0.073	0.026±0.008
	น้ำทิ้ง	6.62±0.20	537±289	1.55±1.02	21.51±12.87	0.111±1.025	0.04±0.347	1.77±1.040	0.092±0.192
ปลูกครั้งที่ 3 (ก.พ.-พ.ค. 44)	น้ำรด	7.98±0.49	281±36	5.31±1.53	39.84±10.42	0.342±0.230	0.126±0.132	0.854±0.254	0.036±0.017
	น้ำทิ้ง	6.65±0.20	324±50	5.25±3.18	29.53±1094	1.088±1.656	0.084±0.066	2.713±1.501	0.035±0.019
	น้ำรด	5.40±0.10	113±2	0.16±0.02	14.50±5.82	0.041±0.008	0.032±0.013	0.197±0.057	0.026±0.025
	น้ำทิ้ง	6.31±0.33	146±30	2.36±1.45	15.57±6.49	0.383±0.344	0.061±0.057	1.092±0.744	0.035±0.017
ปลูกครั้งที่ 4 (ก.ค.-พ.ย. 44)	น้ำรด	8.28*	353*	552*	30.49*	0.017*	0.156*	0.979*	0.058*
	น้ำทิ้ง	6.1±0.38	147±46	1.72±2.31	20.43±1.68	0.315±1.71	0.048±0.015	0.518±0.97	0.142±0.010
	น้ำรด	5.71±0.12	132±68	0.15±0.12	2.0±6.13	0.065±0.021	0.027±0.011	0.236±0.113	0.061±0.008
	น้ำทิ้ง	6.37±0.21	276±46	0.90±1.01	24.03±4.36	0.192±	0.050±0.042	0.514±0.214	0.159±0.089

หมายเหตุ หน่วยเป็น มก/ล ยกเว้นพีเอช และหน่วย Conductivity คือ ไมโครโมห์/ซม.

* ตรวจวัดครั้งเดียว

3.1.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

3.1.3.1 ภาระบรรทุจากการระบายน้ำทิ้งก่อนการเก็บเกี่ยว

ในกรณีที่ต้องระบายน้ำทิ้งก่อนการเก็บเกี่ยว ได้ตั้งสมมติฐานที่น้ำขังต่ำสุด 0.10 ม. และสูงสุด 0.30 ม. ถ้าระบายน้ำออกจะมีปริมาตร 160 ม³/ไร่ และ 480 ม³/ไร่ ตามลำดับ เมื่อคำนวณภาระบรรทุคของน้ำที่ระบายซึ่งจะไหลลงสู่แหล่งน้ำผิวดินในการเพาะปลูกทั้ง 4 ฤดูกาล แสดงไว้ในตารางที่ 3-7 ซึ่งในการเพาะปลูกจริงไม่มีการระบายน้ำขังออกจากรานอกสู่ภายนอก แต่ใช้วิธีคดเคี้ยวและปล่อยให้น้ำขังแห้งไปเอง (แต่ในการเพาะปลูกในบางภูมิภาคเช่นภาคกลาง มีการระบายน้ำทิ้งให้น้ำแห้งก่อนเก็บเกี่ยว) ในการคำนวณภาระบรรทุคของน้ำที่ระบายจะคิดค่า BOD, COD, NH₃-N, NO_{2,3}-N, TKN และ TP ของน้ำขังในช่วงสุดท้ายของการเพาะปลูก

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าภาระบรรทุคในรูป BOD และ COD มีค่าแตกต่างกันในการใช้น้ำทั้งสองชนิดในการเพาะปลูกข้าวทั้งสามครั้ง ซึ่งอาจเกิดมาจากในน้ำ GWsw มีปริมาณ BOD และ COD น้อยกว่าน้ำรด AL ซึ่งความคลาดเคลื่อนอาจเกิดมาจากช่วงตอนทำการเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ จึงส่งผลต่อภาระบรรทุคนั่นเอง ส่วนภาระบรรทุคของน้ำขังในรูปไนโตรเจนรวมจะมีค่าสูงในแปลงที่รดด้วยน้ำ AL ในการเพาะปลูกทั้งสามครั้ง ซึ่งไนโตรเจนในตรพไนเตรทไนโตรเจนเป็นพารามิเตอร์หลักในการทำให้เกิดภาระบรรทุคของไนโตรเจนรวมในน้ำทั้งสองประเภท

3.1.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำรดช่วงเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 3-8 สำหรับผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-7 การประมาณการการระบายน้ำทิ้งในนาข้าว

การเพาะปลูก ครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้ เพาะปลูก	การะปรทุก, กรั้ม/(ไร.กรั้ม)											
		BOD		COD		NH ₃ -N		TKN		NO _{2,3} -N		TN	
		ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
1	AL	550.4	1651.2	5696	17088	17.6	52.8	-	-	9.28	27.84	330.9	992.64
	GW	352	1056	2592	7776	19.84	59.52	-	-	1.60	4.80	73.76	221.28
2	AL	139.2	417.6	1909	5726	24.6	73.9	91.4	274.1	27.7	83.0	119	357
	GW	64	192	3362	10085	9	26.9	78.9	236.4	3.7	11	82.6	247.7
3	AL	834	2501	1723	5170	64.48	193.44	286.4	859.2	148.8	446.4	435.2	1305.6
	GW	1011.2	3033.6	1357	4071	512	15.36	208	624	12.1	36.3	220.2	660.6
4	AL	169.6	508.8	3200	9600	22.4	67.2	46.4	139.2	10.08	30.24	56.48	169.4
	GW	292.8	578.4	3412.8	10238.4	82.9	248.6	82.9	248.6	8.16	24.48	91.04	273.12
												107.2	321.6
												107.2	321.6
												4.16	12.49
												4	12
												25.8	77.3
												24.2	72.5

ตารางที่ 3-8 โลหะหนักในน้ำรดที่ใช้ปลูกข้าว

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มก./ล.)			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1 (8 มี.ค. - 8 ธ.ค. 43)	AL	0.002 ± 0.003 ⁽¹⁾	0.011 ± 0.014	0.001 ± 0.002	0.018 ± 0.015
	GWsw	0.004 ± 0.005	0.008 ± 0.013	0.001 ± 0.002	0.393 ± 0.336
2 (17 ส.ค. - 30 พ.ย. 43)	AL	0.001 ± 0.002	0.012 ± 0.013	0.001 ± 0.001	0.048 ± 0.047
	GWsw	0.004 ± 0.006	0.006 ± 0.012	0	1.451 ± 1.244

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3-9 โลหะหนักในดินก่อนและหลังปลูกข้าว

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มก.ก./ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (8 มี.ค.-8 ก.ค.43)	AL	0	0	19 ± 1.7 ⁽¹⁾	16 ± 2.0	13 ± 1.5	14 ± 1.1	45 ± 8.1	38 ± 2.8
	GWsw	0	0	23 ± 2.2	22 ± 1.5	15 ± 1.0	14 ± 1.1	48 ± 2.5	48 ± 3.7
2 (17 ส.ค.-30 พ.ย.43)	AL	0	0	16 ± 2.0	20 ± 1.1	14 ± 1.1	14 ± 1.0	38 ± 2.8	40 ± 2.2
	GWsw	0	0	22 ± 1.5	26 ± 3.3	14 ± 1.1	16 ± 1.4	48 ± 3.7	49 ± 2.4
3 (5 มี.ค.-8 มิ.ย.44)	AL	0	0	18 ± 1.9	18 ⁽²⁾	12 ± 1.0	13 ⁽²⁾	40 ± 3.4	43 ⁽²⁾
	GWsw	0	0	23 ± 1.4	22 ⁽²⁾	14 ± 0.7	16 ⁽²⁾	47 ± 2.1	52 ⁽²⁾
4 (20 ก.ย.-8 ม.ค.44)	AL	ND	0	ND	17 ⁽²⁾	ND	10 ⁽²⁾	ND	44 ⁽²⁾
	GWsw	ND	0	ND	20 ⁽²⁾	ND	11 ⁽²⁾	ND	52 ⁽²⁾
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(2) วิเคราะห์จาก Composite Sample

ND ไม่ได้วิเคราะห์

จากตารางที่ 3-8 พบว่าโลหะหนักในน้ำรดอยู่ในระดับต่ำ และจากตารางที่ 3-9 แสดงให้เห็นว่าไม่พบแคดเมียมในดินทั้งก่อนและหลังปลูกข้าวทั้ง 4 ครั้ง ส่วนตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีค่าก่อนข้างคงที่ทั้งก่อนและหลังปลูกตลอดการทดลองปลูกทั้ง 4 ครั้ง และมีค่าน้อยกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดอยู่มาก ดังนั้นจึงกล่าวได้โดยสรุปว่าไม่พบการสะสมของโลหะทั้ง 4 ชนิดในดินปลูกข้าวเพิ่มขึ้น

3.1.3.3 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 คุณสมบัติทางเคมีของดินแปลงทดลองข้าวแปลงเกษตรกรรมจริง

ตัวอย่างดิน จากแปลงที่ใช้น้ำ	คุณสมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	OM (%)	N (%)	P (มก.ก./ก.)	K (มก.ก./ก.)
ก่อนเพาะปลูกทุกแปลง					
AL	5.4	1.25	-	7	38
GWsw	5.4	1.52	-	3	63
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 1					
AL	5.1	1.52	0.08	3	62
GWsw	5.3	2.12	0.11	8	68
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 2					
AL	5.8	1.31	0.07	13	72
GWsw	5.9	1.77	0.08	7	52
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 3					
AL	5.7	1.55	0.07	10	50
GWsw	5.6	1.76	0.08	7	51
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 4					
AL	5.3	1.50	0.09	7	45
GWsw	5.5	1.78	0.07	7	65

ดินก่อนทำการเพาะปลูก pH อยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลางทั้ง 2 แปลง อินทรีย์วัตถุแปลงที่ใช้น้ำ AL อยู่ในระดับต่ำ ขณะที่แปลงที่ใช้น้ำ GWsw อยู่ในระดับปานกลางเล็กน้อย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินค่อนข้างต่ำ คือต่ำกว่า 10 มก.ก./ก. โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินอยู่ในระดับต่ำสำหรับแปลงที่ใช้น้ำ AL คือต่ำกว่า 60 มก.ก./ก. ขณะที่แปลงที่ใช้น้ำ GWsw อยู่ในระดับปานกลาง ลักษณะของดินแปลงที่ใช้น้ำ AL เป็นดินร่วน (Loam) และแปลงที่ใช้น้ำ GWsw เป็นดินร่วนปนเหนียว (Clay Loam)

หลังเพาะปลูกครั้งที่ 1 pH ลดลงเล็กน้อยทั้งสองชนิด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินยังอยู่ในระดับที่ต่ำ ขณะที่โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ยังอยู่ในระดับเป็นกลาง หลังการเพาะปลูกครั้งที่ 2 พบว่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ยังอยู่ในระดับของความเป็นกรดปานกลาง เช่นเดิมทั้งสองชนิดของน้ำอินทรีย์วัตถุลดลงทั้งสองชนิดของน้ำ แต่ของน้ำ AL ลดลงไปในระดับที่ต่ำคือต่ำกว่า 1.5% ขณะที่ของ GWsw ยังอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินของน้ำ AL เพิ่มขึ้นเล็กน้อยไปในระดับปานกลาง ส่วนของ GWsw ยังอยู่ในระดับใกล้เคียงกันคืออยู่ในระดับต่ำ โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินของน้ำ AL เพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ปานกลาง ขณะที่ของน้ำ GWsw ลดลงไปในระดับที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ

หลังการเพาะปลูกครั้งที่ 3 พบว่าค่า pH ของสองชนิดน้ำลดลงอีกเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลาง อินทรีย์วัตถุในดินในกรณีของน้ำ AL เพิ่มขึ้นจากระดับที่ต่ำเป็นปานกลาง ขณะที่ของ GWsw ยังอยู่ใกล้เคียงกับก่อนการปลูกครั้งที่ 3 ค่าไนโตรเจนก็ไม่มีเปลี่ยนแปลง ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินของน้ำ AL ลดลงจากระดับปานกลางมาอยู่ที่ระดับต่ำของน้ำ GWsw ยังคงเท่ากับก่อนปลูกครั้งที่ 3 แต่ก็อยู่ระดับต่ำเช่น ค่าโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินก็ลดลงของน้ำ AL ลดลงมาอยู่ในระดับที่ต่ำและของน้ำ GWsw อยู่ใกล้เคียงกับก่อนปลูกแต่ก็อยู่ในระดับต่ำเช่นกัน หลังการปลูกครั้งที่ 4 พบว่าค่า pH ในดินที่ใช้น้ำทั้งสองชนิดลดลงเล็กน้อยแต่ก็อยู่ในระดับที่มีความเป็นกรดปานกลาง ค่าอินทรีย์วัตถุกับค่าไนโตรเจนก็มีค่าที่ใกล้เคียงกับก่อนปลูกครั้งที่ 4 ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินของน้ำ AL ลดลงมาเล็กน้อย ขณะที่ของที่ใช้น้ำ GWsw ยังอยู่ในระดับคงที่แต่ทั้งสองก็อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นประโยชน์ต่ำ ขณะที่ของโปแตสเซียมนั้นของดินที่ใช้น้ำ AL ลดลงอีกเล็กน้อย และอยู่ที่ระดับต่ำ ส่วนของน้ำ GWsw เพิ่มขึ้นจากระดับต่ำไปอยู่ที่ระดับปานกลาง

โดยสรุปในกรณีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน แปลงทดลองข้าวแปลงเกษตรกรรมจริงที่มีการใช้น้ำบาดาล (GWsw) และน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลนครเชียงใหม่ (AL) จากการทดลองปลูกข้าว 4 ถูติดต่อกันไม่พบความแตกต่างที่เด่นชัดในระหว่างดินที่ใช้น้ำ AL และ GWsw เช่นค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ถึงแม้ว่าจะมีการลดและเพิ่มบ้างแต่ก็อยู่ในช่วง 5-6 ก็ยังมีคุณสมบัติของการเป็นกรดปานกลาง ส่วนอินทรีย์วัตถุไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ก็เช่นกันอยู่ในลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ทั้งที่อาจจะเป็นเพราะว่าในแปลงทดลองได้มีการใส่ปุ๋ย 16-20-0 และ 46-0-0 (ยูเรีย) ทุกฤดูในอัตราที่ปฏิบัติกันทั่ว ๆ ไปก็เลยทำให้ข้าวใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ใส่ไปจนเกือบหมดคงเหลือไว้บ้างในดินไม่มากนัก

3.1.4 ด้านการปนเปื้อนต่อผลผลิต

3.1.4.1 โลหะหนักในข้าว

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในข้าวที่ปลูกโดยน้ำ AL และ GWsw ได้แสดงในตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 โลหะหนักในข้าวขาวและข้าวกล้องในการทดลองปลูกในนาข้าว

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในข้าว (มก.ก./100 ก.น.น.สด)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ขาว	กล้อง	ขาว	กล้อง	ขาว	กล้อง	ขาว	กล้อง
1 (8 มี.ค.- 8 ก.ค.43)	AL	0	0	$2 \pm 4.7^{(1)}$	9 ± 16.2	81 ± 41	105 ± 52	1641 ± 100	1891 ± 152
	GWsw	0	0	8 ± 10.3	1 ± 3.8	86 ± 26	101 ± 30	1577 ± 124	1874 ± 110
2 (17 ส.ค.-30 พ.ย.43)	AL	0.4 ± 1.0	0	2 ± 5.5	2 ± 5.5	61 ± 10	72 ± 18	1560 ± 218	1931 ± 96
	GWsw	0	0	2 ± 5.6	0	67 ± 17	54 ± 13	1608 ± 300	1820 ± 95
3 (5 มี.ค.- 8 มิ.ย.44)	AL	0	0	0	0	$174^{(2)}$	253	1617	1939
	GWsw	0	0	0	0	128	202	1623	2043
4 (20 ก.ย.- 8 ม.ค.44)	AL	0	0	0	0	366	435	2836	3302
	GWsw	0	0	0	0	285	350	2536	3007
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (APFAN, 1994)		5		200		1,000		15,000	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(2) วิเคราะห์จาก Composite Sample

จากตารางที่ 3-11 พบว่ามีแคดเมียมสะสมในข้าวน้อยมาก โดยตรวจไม่พบเป็นส่วนใหญ่ ส่วนตะกั่วก็พบในการปลูกครั้งที่ 1 และ 2 เท่านั้น สำหรับทองแดงและสังกะสีพบว่า ในข้าวกล้องเกิดการสะสมมากกว่าข้าวขาวอย่างเด่นชัด ในกรณีทองแดงพบการสะสมในการปลูกครั้งที่ 3 และ 4 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2 ครั้งแรก ส่วนสังกะสีในการปลูกครั้งที่ 4 มีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมมาก แต่ไม่พบข้อแตกต่างอย่างเด่นชัดระหว่างข้าวที่ปลูกโดยใช้น้ำ AL กับน้ำ GWsw อย่างไรก็ตาม โลหะหนัก 4 ชนิดที่พบก็มีค่าอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าปลอดภัยสูงสุดมาก และถือว่าข้าวที่ได้ปลอดภัยในการบริโภค

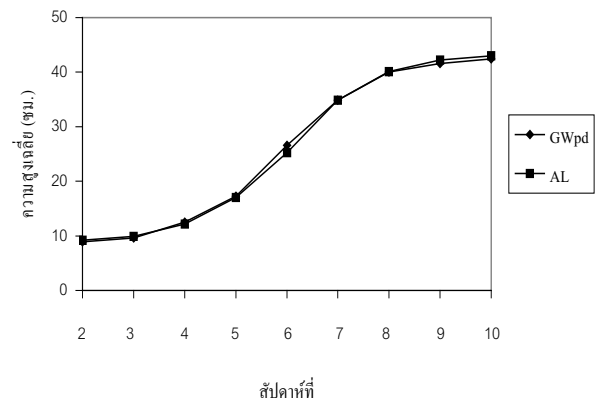
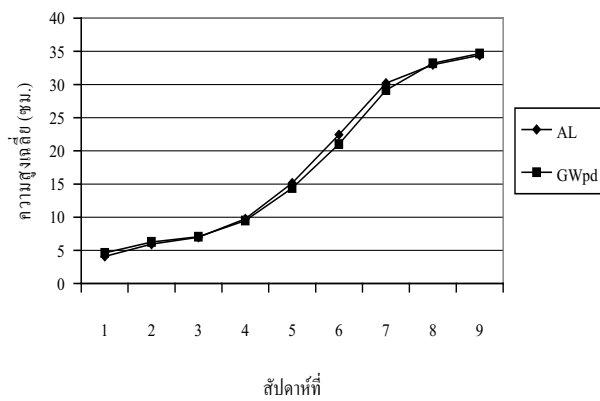
3.2 ผลการวิจัยในการปลูกดอกแอสเตอร์

3.2.1 ด้านเกษตรกรรม

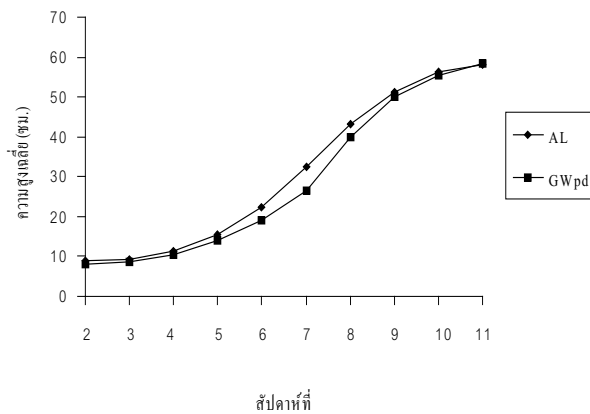
3.2.1.1 การเจริญเติบโต

ก) ความสูง

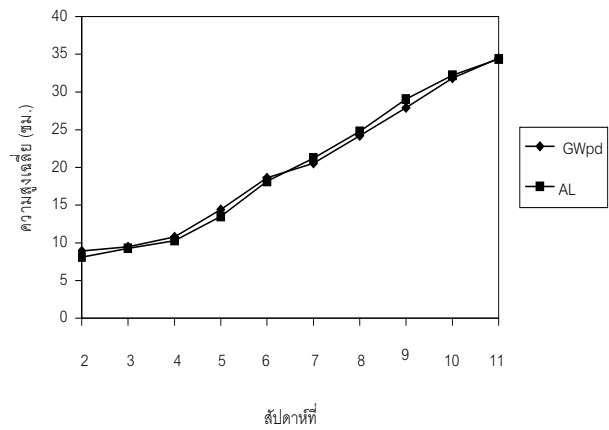
ความสูงเฉลี่ยของดอกแอสเตอร์เริ่มทำการวัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 หลังการย้ายกล้าปลูก ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3-10 (รายละเอียดข้อมูลดิบอยู่ในภาคผนวก ฉ)



ก. ปลูกครั้งที่ 1



ข. ปลูกครั้งที่ 2



ค. ปลูกครั้งที่ 3

ง. ปลูกครั้งที่ 4

รูปที่ 3-10 ความสูงเฉลี่ยดอกแอสเตอร์ในแปลงเกษตรกรรมจริง

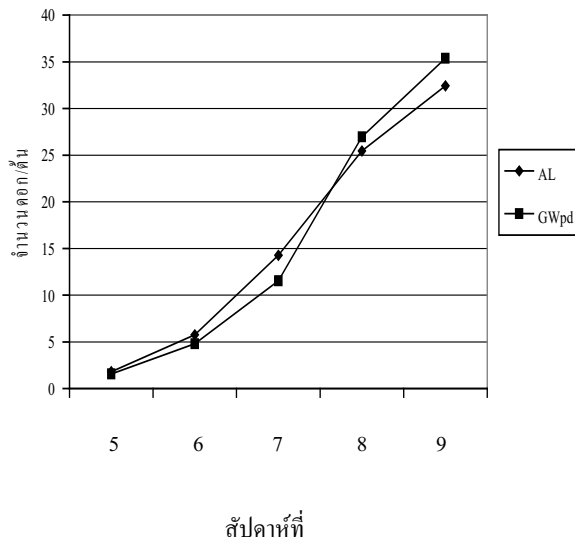
ความสูงโดยเฉลี่ยของการปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใช้น้ำ AL และ GWpd ได้ดอกแอสเตอร์ที่มีความสูงใกล้เคียงกัน เมื่อสิ้นสุดการวัดมีความสูงเฉลี่ยเป็น 34.41 ซม. และ 34.67 ซม. ตามลำดับ ในการปลูกครั้งที่ 2 ก็ได้ความสูงเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เมื่อสิ้นสุดการวัดในแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd มีความสูงเฉลี่ยเป็น 42.99 ซม. และ 42.43 ซม. ตามลำดับ ผลการวิจัยในการปลูกครั้งที่ 3 ก็เป็นทำนองเดียวกัน ความสูงเมื่อสิ้นสุดการวัดในแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd มีค่า 58.20 ซม. และ 58.25 ซม. ตามลำดับ ในการปลูกครั้งที่ 4 ก็พบความสูงเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการวัดในแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd 34.36 ซม. และ 34.47 ซม. ตามลำดับ แม้ว่าความสูงและระยะเวลาในการปลูกแต่ละครั้งจะแตกต่างกันเนื่องจากฤดูกาล แต่ไม่พบความแตกต่างจากการใช้น้ำ AL และ GWpd ต่อความสูงดอกแอสเตอร์

ข) จำนวนดอกต่อต้น

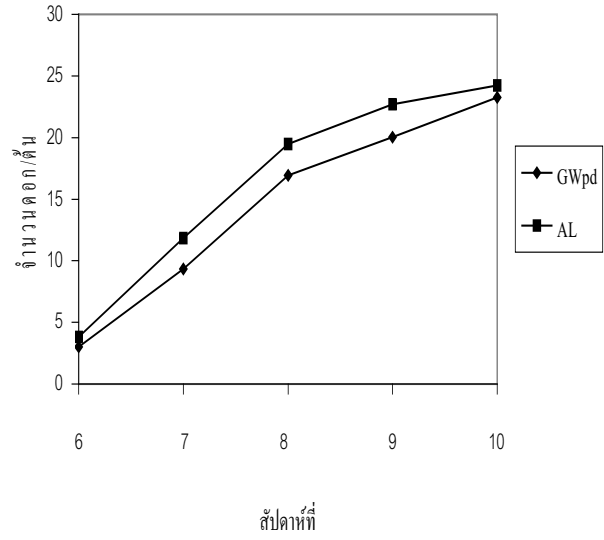
จำนวนดอกต่อต้นโดยเฉลี่ยของดอกแอสเตอร์ในแปลงเกษตรกรรมจริงจากการปลูก 4 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 3-11 (รายละเอียดข้อมูลคิอยู่ในภาคผนวก ฉ)

จำนวนดอกต่อต้นโดยเฉลี่ยของการปลูกครั้งที่ 1 ของแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd เมื่อสิ้นสุดการวัด พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันคือ 32.43 และ 35.37 ดอก/ต้น ตามลำดับ ในการปลูกครั้งที่ 2 ในแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd มีจำนวนดอกต่อต้นต่ำลง มีค่าเฉลี่ยลดลงเหลือ 24.23 และ 23.24 ดอก/ต้น ตามลำดับ สำหรับการปลูกครั้งที่ 3 พบว่าจำนวนดอกต่อต้นในแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd มีค่าสูงขึ้นเป็น 62.46 และ 58.40 ดอก/ต้น ตามลำดับ ในการปลูกครั้งที่ 4 จำนวนดอกต่อต้นเฉลี่ยในแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd มีค่า 43.20 และ 38.27 ดอก/ต้น ตามลำดับ แม้ว่าจำนวนดอกต่อต้นจะแปรผันตามฤดูกาลเพาะปลูก แต่ไม่พบความแตกต่างของแปลงที่ใช้น้ำ AL และ GWpd แต่อย่างใด

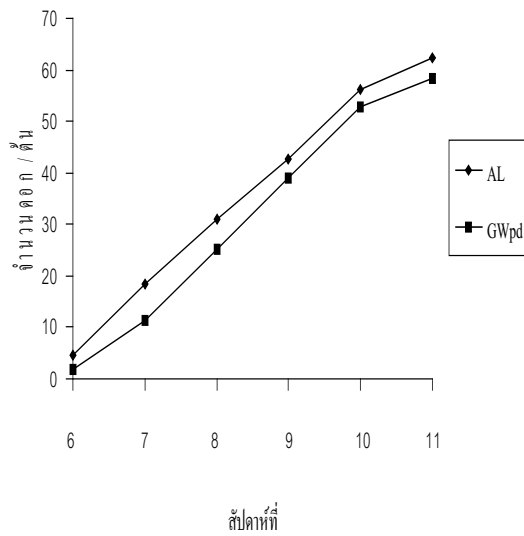
โดยสรุปพบว่าการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์โดยใช้น้ำ AL และ GWpd ไม่พบความแตกต่างในแง่การเจริญเติบโตจากการใช้น้ำทั้ง 2 ชนิดแต่อย่างใด



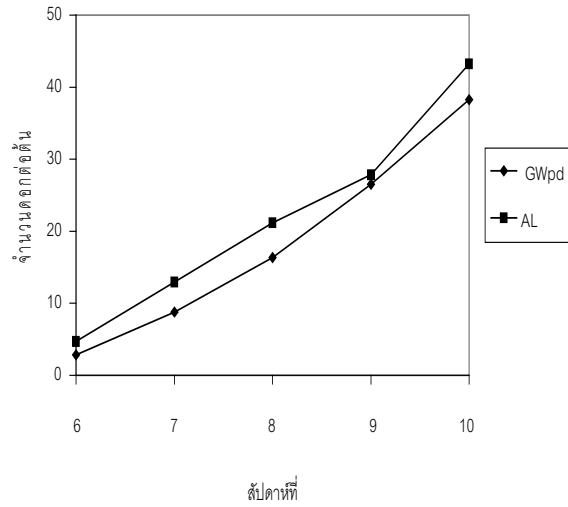
ก. ปลูกรั้งที่ 1



ข. ปลูกรั้งที่ 2



ค. ปลูกรั้งที่ 3



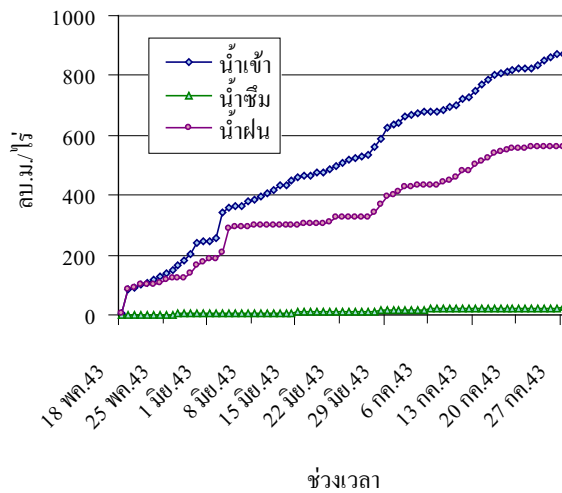
ง. ปลูกรั้งที่ 4

รูปที่ 3-11 จำนวนดอกต่อต้นในแปลงเกษตรกรรมจริง

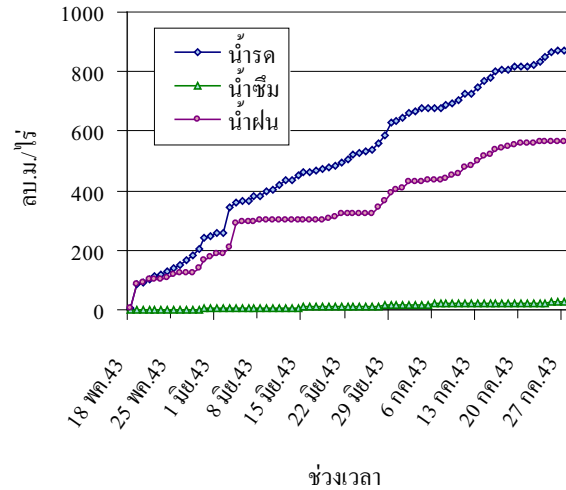
3.2.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

3.2.2.1 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ปริมาณน้ำเข้า (น้ำรดและน้ำฝน) และน้ำซึมออกจากแปลงทดลองจากการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ทั้ง 4 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 3-12 ข้อมูลสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3-12

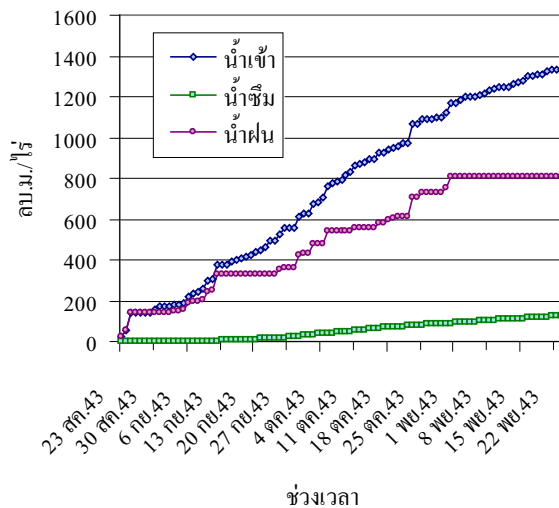


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

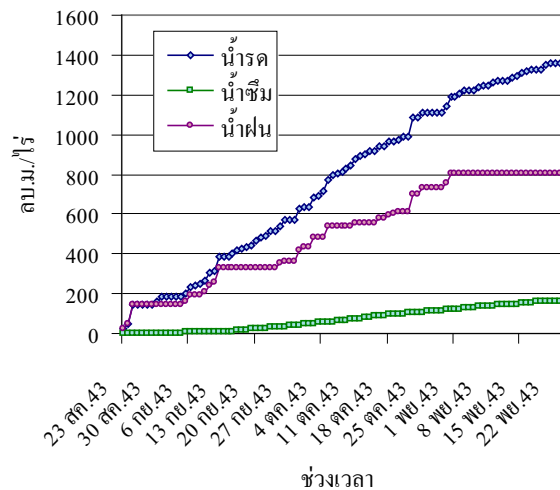


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



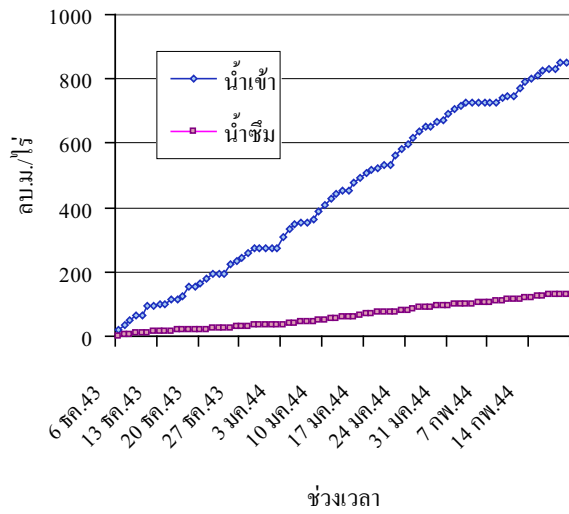
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



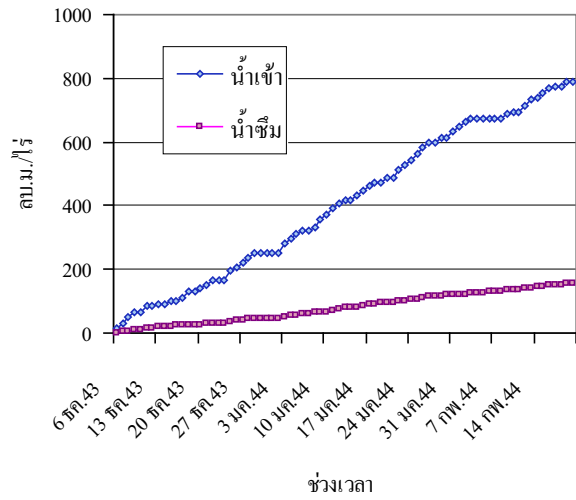
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-12 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์

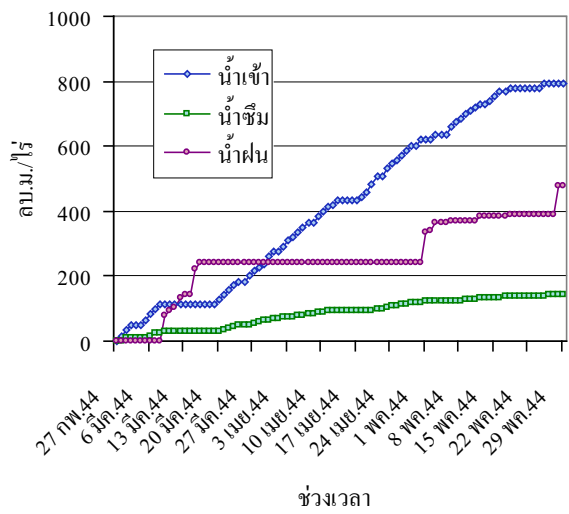


ค.1 ใช้น้ำ GWpd

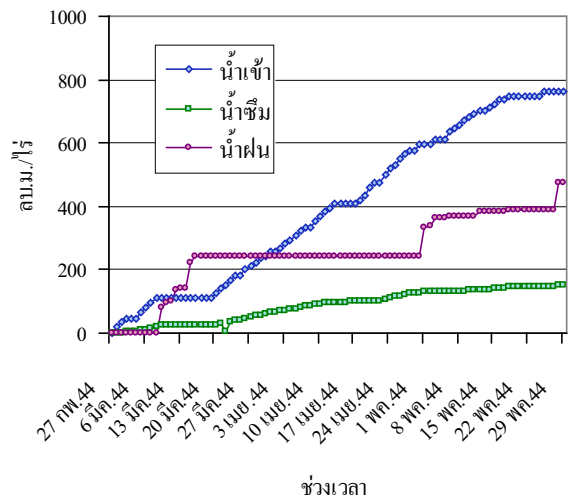


ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3



จ.1 ใช้น้ำ GWpd



จ.2 ใช้น้ำ AL

จ. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-12 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

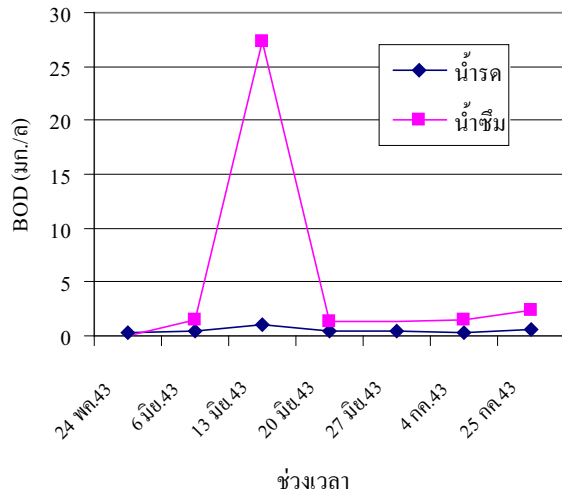
ตารางที่ 3-12 ปริมาณน้ำในการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ตลอดฤดูการเพาะปลูกในแปลง
เกษตรกรรมจริง

การเพาะปลูก ครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้รด	ปริมาณน้ำเข้า, ลบ.ม./ไร่			ปริมาณ น้ำซึม, ลบ.ม./ไร่	ปริมาณน้ำซึม ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %	ปริมาณน้ำรด ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %
		น้ำรด	น้ำฝน	น้ำเข้ารวม			
1 (พ.ค.-ก.ค. 2543)	GWpd	306.28	563.07	869.35	24.69	2.8	35.2
	AL	306.45	563.07	869.35	26.34	3.0	35.2
2 (ส.ค.-พ.ย. 2543)	GWpd	528.82	804.8	1,333.62	123.19	9.2	39.6
	AL	556.31	804.8	1,361.11	164.69	12.1	40.9
3 (ธ.ค. 2543 – ก.พ. 2544)	GWpd	851.30	0	851.30	131.83	15.5	100
	AL	787.52	0	787.52	153.92	19.5	100
4 (ก.พ.-พ.ค. 2544)	GWpd	791.24	476.80	1,268.04	143.88	11.4	62.4
	AL	760.72	476.80	1,237.52	151.57	12.2	61.4

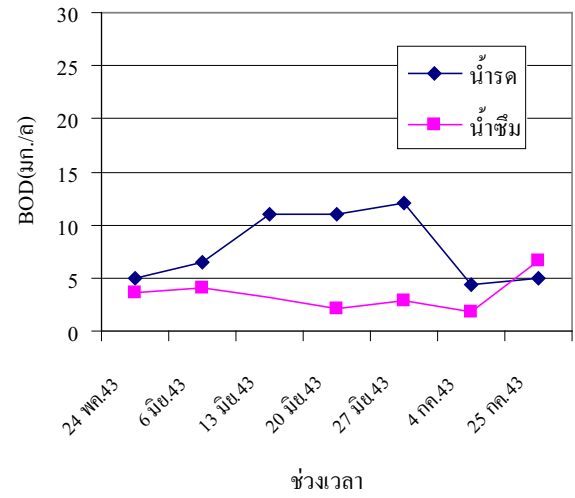
จากตารางที่ 3-12 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำเข้ารวมในแต่ละช่วงของเวลาเพาะปลูกมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่เข้าแปลงแตกต่างกัน ซึ่งในการทดลองเพาะปลูกดอกแอสเตอร์จะมีปริมาณน้ำซึมประมาณ 3-19% ของปริมาณน้ำรดรวม นอกจากนี้ในการเพาะปลูกครั้งที่ 3 ไม่มีฝน จึงทำให้ต้องใช้น้ำรดในปริมาณสูงกว่าการเพาะปลูกครั้งอื่น ๆ ดังนั้นปริมาณของการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในรูป BOD COD ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และอื่น ๆ จึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำซึมและสัดส่วนของน้ำที่เข้าสู่แปลงทดลองด้วย ปริมาณน้ำซึมในน้ำรดทั้งสองชนิดที่มีความแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากเป็นค่าเฉลี่ยของน้ำซึมในแต่ละแปลง ซึ่งอาจเกิดจากการไหลล้นอุดตันของแปลงดอกแอสเตอร์ในขณะที่เพาะปลูกได้

3.2.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

การแปรผันคุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงปลูกดอกแอสเตอร์บางพารามิเตอร์ (บีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน) ตลอดการเพาะปลูกทั้ง 4 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 3-13 ถึง 3-16 และค่าโดยสรุปได้แสดงในตารางที่ 3-13

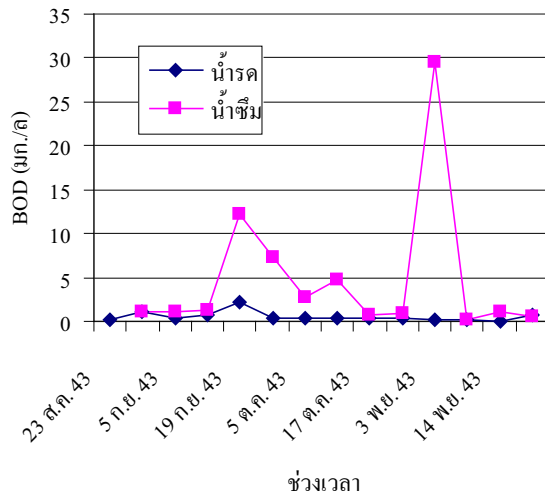


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

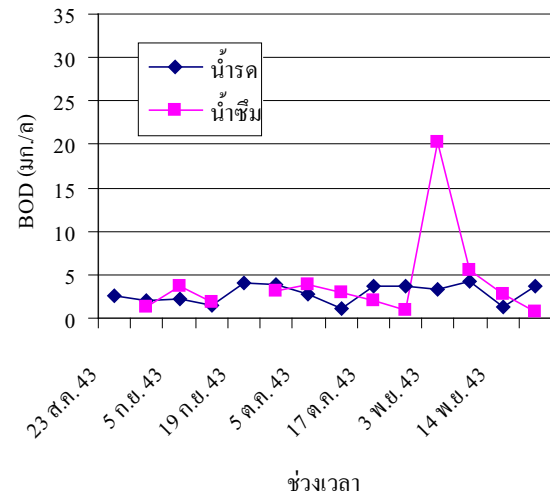


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



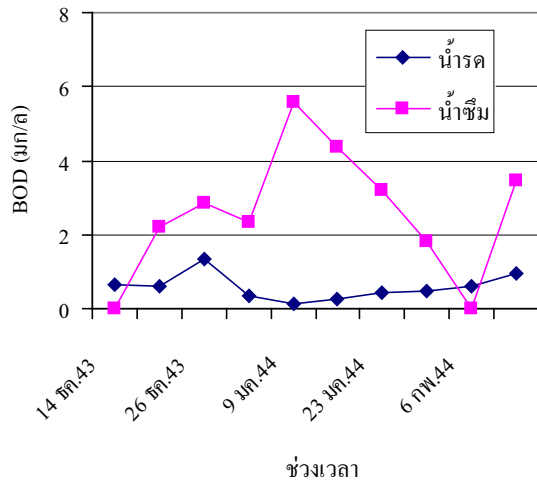
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



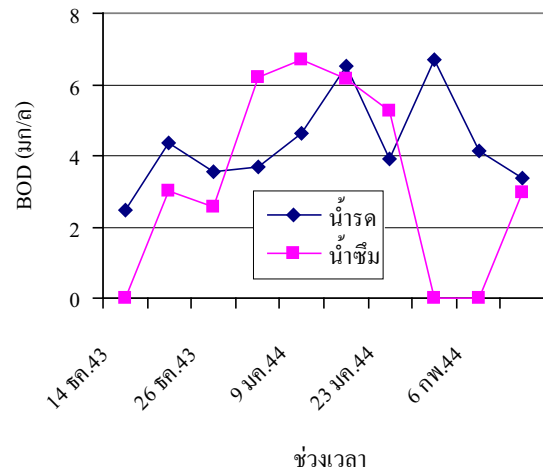
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-13 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์

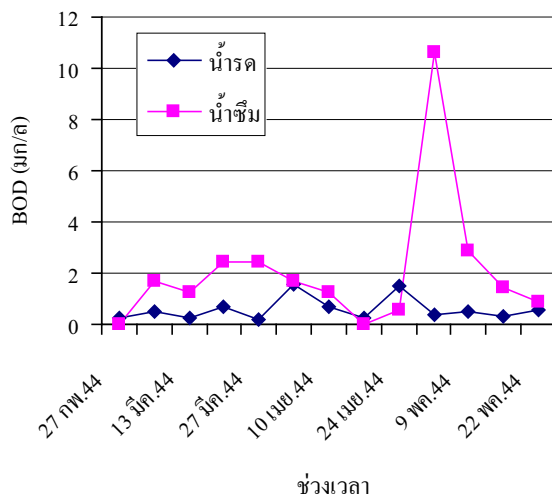


ค.1 ใช้น้ำ GWpd

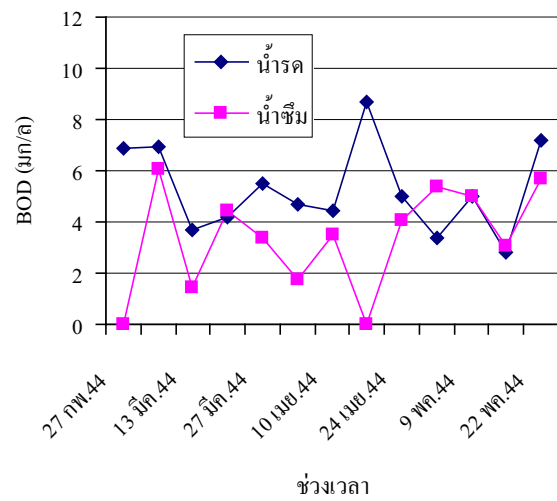


ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3



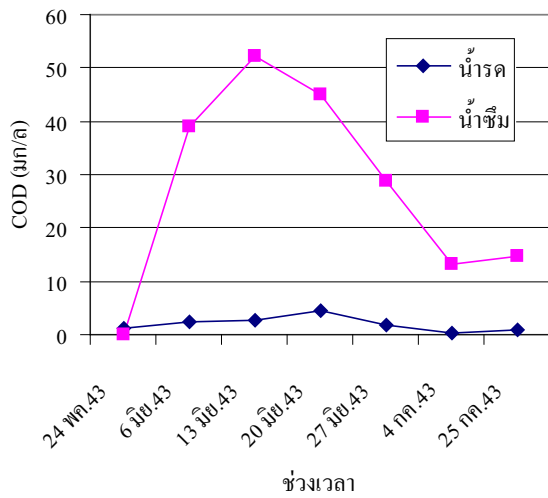
ง.1 ใช้น้ำ GWpd



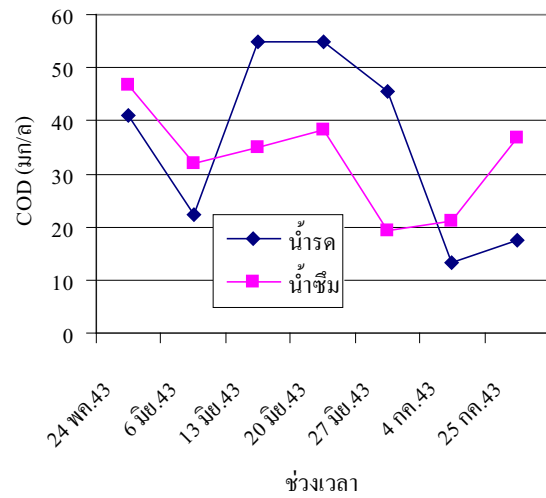
ง.2 ใช้น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-13 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

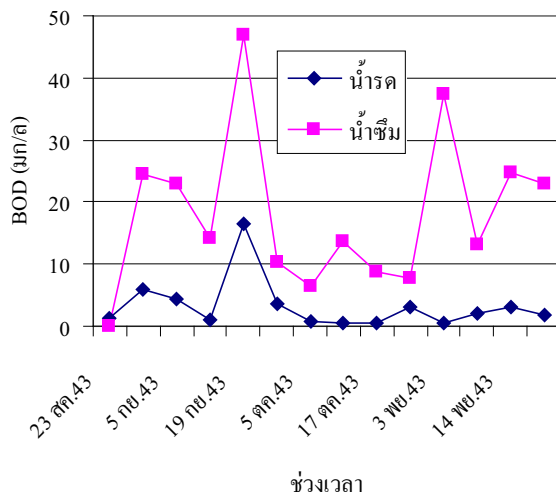


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

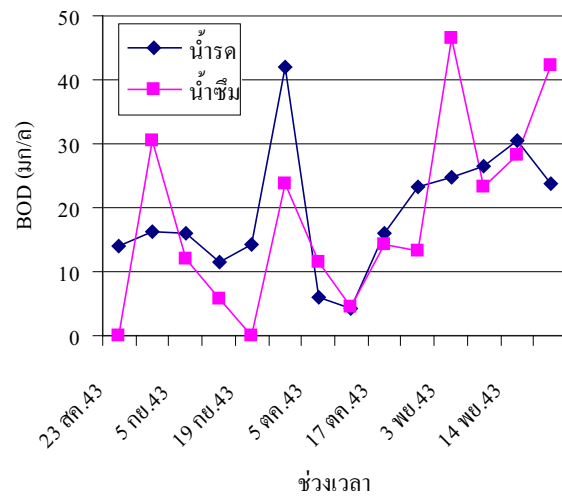


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



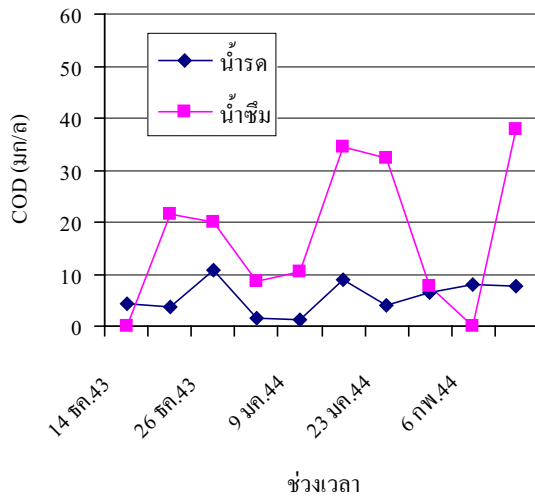
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



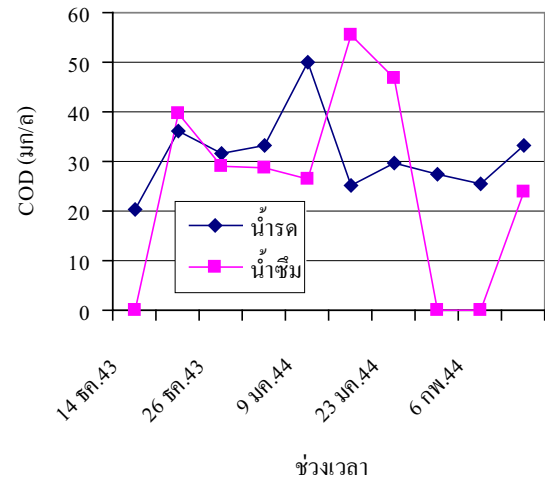
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-14 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์

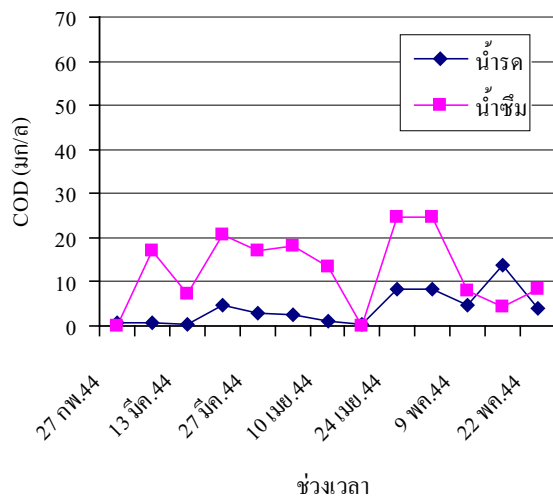


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

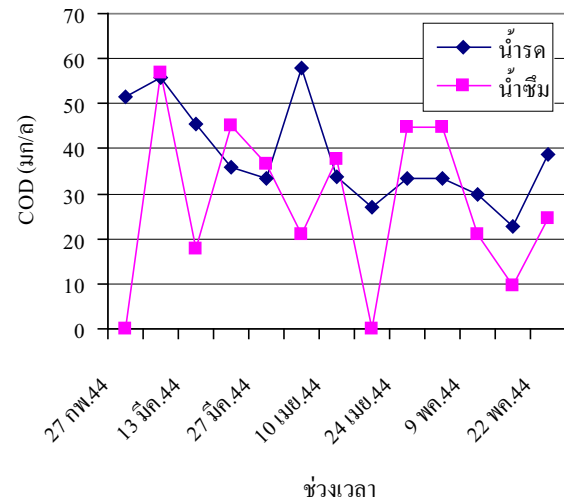


ก.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3



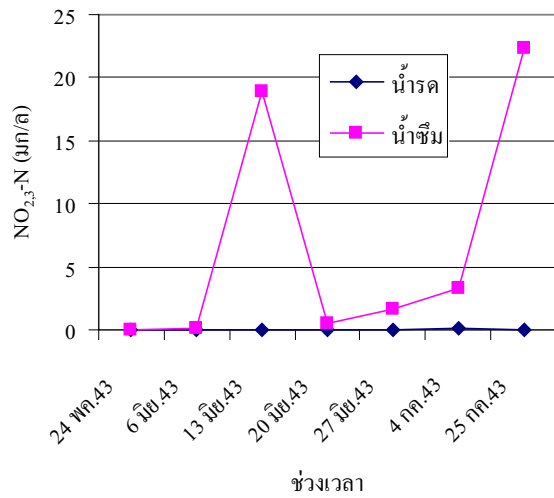
ง.1 ใช้น้ำ GWpd



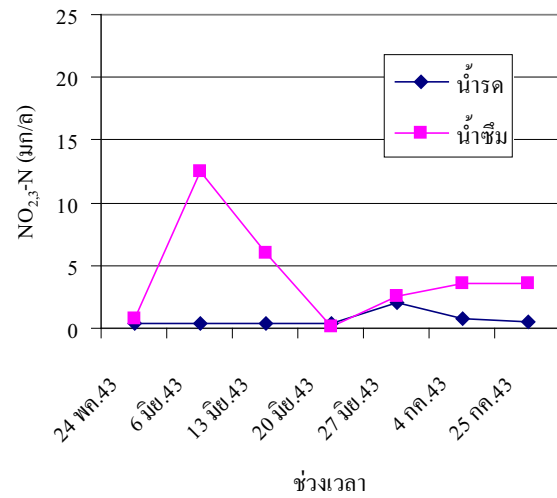
ง.2 ใช้น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-14 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

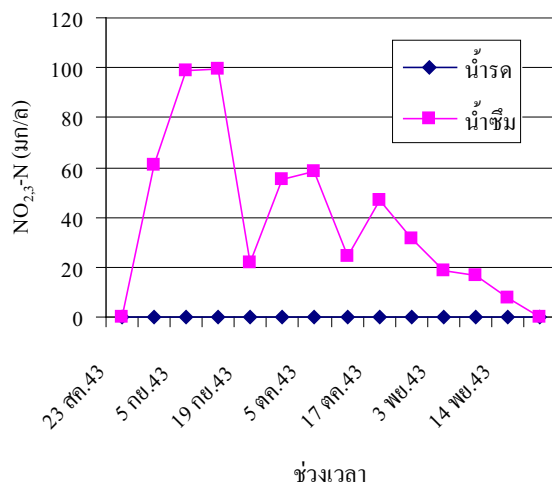


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

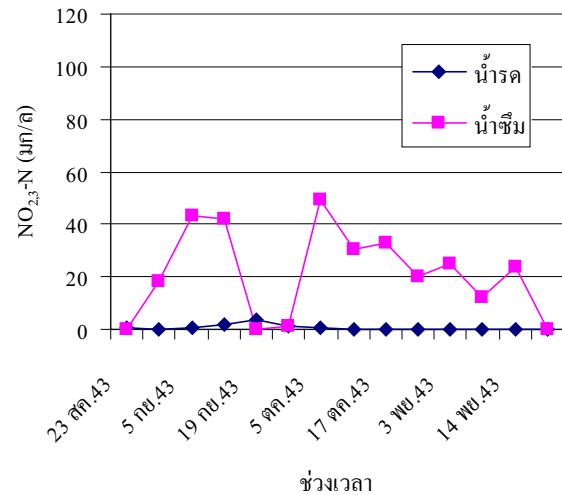


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



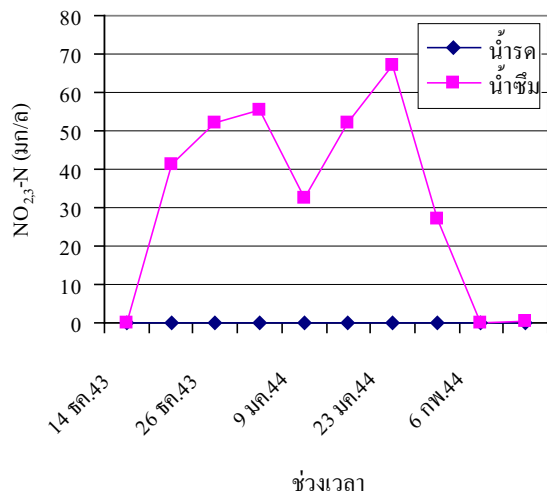
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



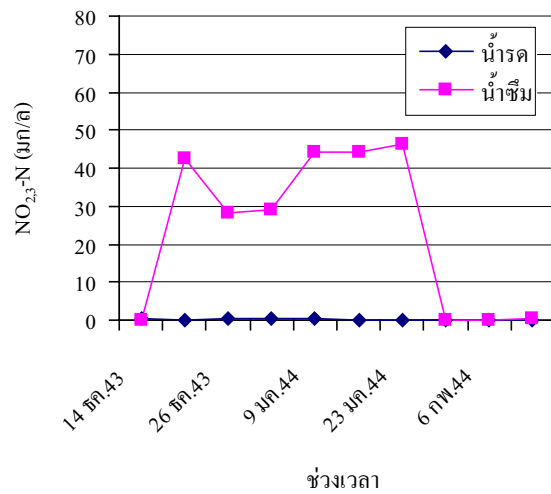
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-15 การแปรผันค่าไนโตรเจนไนเตรตในไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลง
เพาะปลูกดอกแอสเตอร์

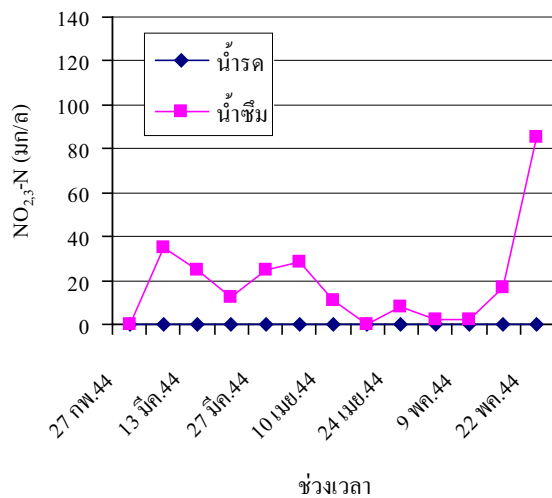


ค.1 ใช้น้ำ GWpd

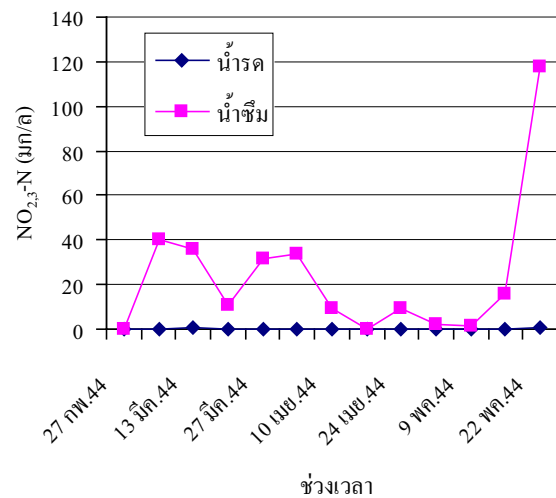


ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3



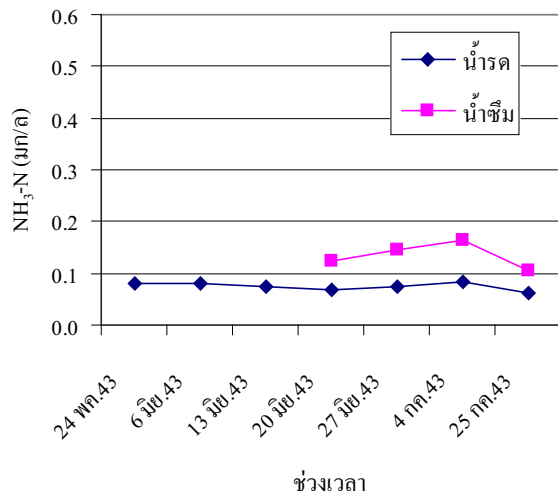
ง.1 ใช้น้ำ GWpd



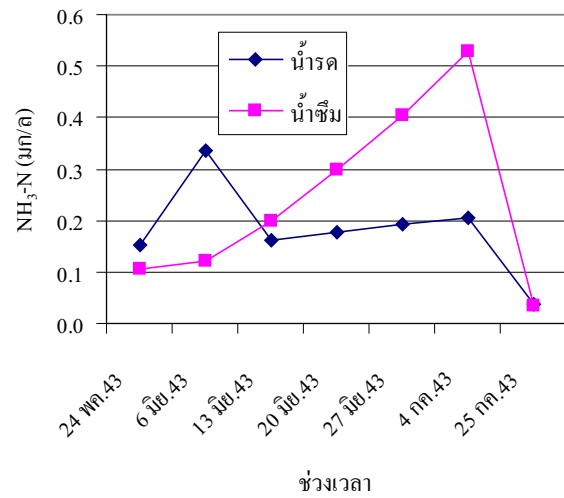
ง.2 ใช้น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-15 การแปรผันค่าไนโตรเจนไนเตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลง
เพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

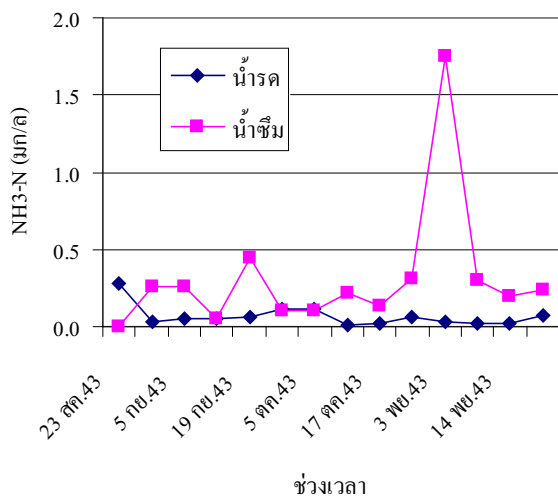


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

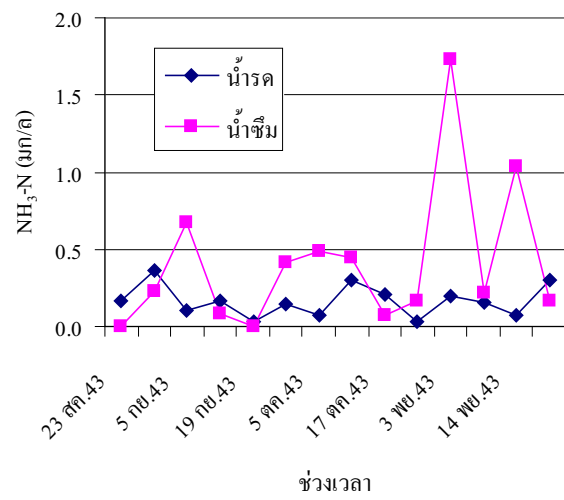


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



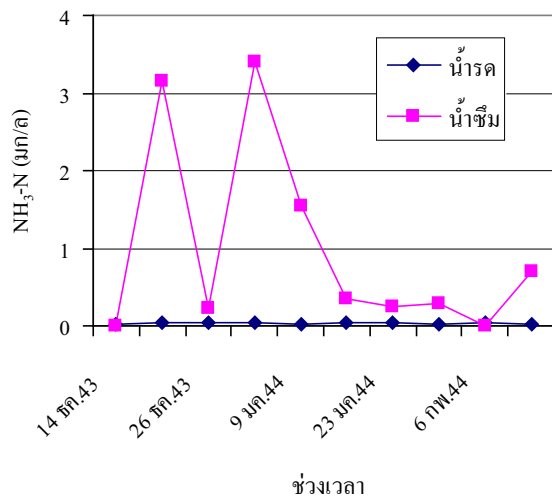
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



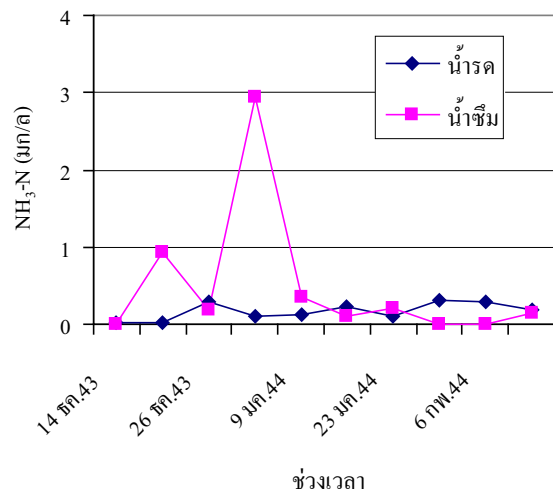
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-16 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลง
เพาะปลูกดอกแอสเตอร์

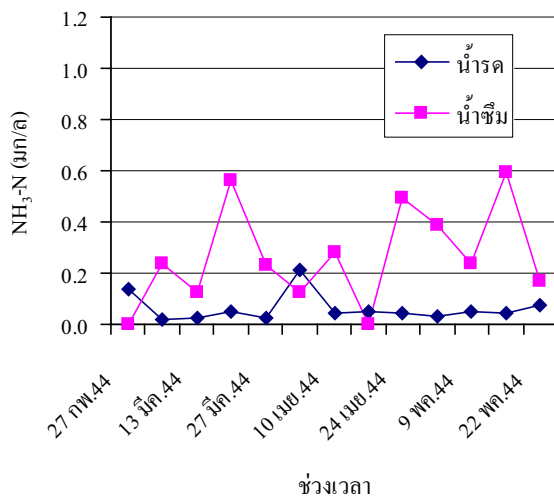


ค.1 ใช้น้ำ GWpd

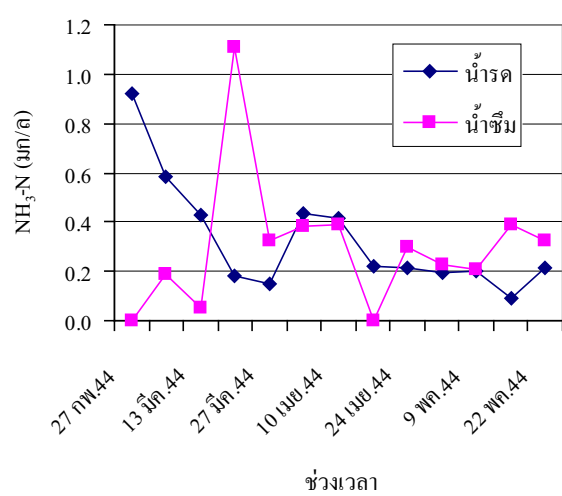


ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3



ง.1 ใช้น้ำ GWpd



ง.2 ใช้น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-16 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลง
เพาะปลูกดอกแอสเตอร์ (ต่อ)

ตารางที่ 3-13 ลักษณะน้ำดิบและน้ำดื่มจากการเพาะปลูกดอกแอสเตอร์

ชนิดน้ำที่ใช้	ตัวอย่าง วิเคราะห์	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์							
		pH	Conductivity	BOD	COD	NH ₃ -N	NO _{2,3} -N	TKN	TP
ปลูกครั้งที่ 1 (พ.ค.-ก.ค. 43) AL GWpd	น้ำรด	7.46±0.77 ⁽¹⁾	360±72	7.84±3.37	35.64±17.75	0.122±0.124	3.902±7.410	0.629±0.468	0.038±0.061
	น้ำดื่ม	8.09±1.19	561±117	3.93±1.96	32.82±9.70	5.949±13.959	19.238±14.967	1.739±0.353	0.120±0.260
	น้ำรด	5.27±0.18	159±18	0.049±0.023	1.84±1.30	0.070±0.018	0.052±0.036	0.204±0.117	0.030±0.052
	น้ำดื่ม	7.95±1.42	543±242	6.77±10.26	31.20±21.12	10.231±15.536	51.578±85.302	6.143±9.957	0.026±0.018
ปลูกครั้งที่ 2 (ส.ค.-พ.ย. 43) AL GWpd	น้ำรด	7.83±0.55	308±33	2.88±1.10	19.24±10.06	0.165±0.102	0.628±1.071	0.598±0.218	0.043±0.022
	น้ำดื่ม	6.95±0.56	550±164	4.06±5.26	21.33±13.62	0.447±0.489	24.90±15.84	2.204±2.661	0.051±0.023
	น้ำรด	5.66±0.40	167±38	0.54±0.52	3.26±4.15	0.068±0.070	0.051±0.072	0.179±0.096	0.049±0.033
	น้ำดื่ม	6.68±0.30	521±201	4.89±8.19	19.50±12.12	0.335±0.438	41.58±32.05	2.314±2.999	0.052±0.023
ปลูกครั้งที่ 3 (ธ.ค. 43 - ก.พ. 44) AL GWpd	น้ำรด	8.09±0.36	312±31	4.33±1.34	31.25±8.09	0.17±0.11	0.16±0.14	1.32±1.58	0.06±0.019
	น้ำดื่ม	7.28±0.95	513±197	4.69±1.79	35.74±11.80	0.70±1.03	33.52±16.46	1.84±1.34	0.064±0.022
	น้ำรด	5.60±0.14	153±19	0.58±0.35	5.67±3.25	0.034±0.012	0.019±0.009	0.21±0.08	0.055±0.012
	น้ำดื่ม	6.69±0.32	536±284	3.23±1.24	21.60±12.08	1.24±1.33	41.02±20.94	2.95±2.60	0.063±0.026
ปลูกครั้งที่ 4 (ก.พ.-พ.ค. 44) AL GWpd	น้ำรด	7.87±0.54	303±53	5.27±1.72	38.38±11.04	0.33±0.23	0.19±0.23	0.878±0.294	0.030±0.014
	น้ำดื่ม	7.01±0.64	429±152	3.98±1.54	32.67±14.74	0.54±0.27	28.0±32.90	2.32±1.74	0.036±0.016
	น้ำรด	5.62±0.28	138±10	0.59±0.45	4.06±4.05	0.061±0.054	0.026±0.012	0.181±0.068	0.029±0.015
	น้ำดื่ม	6.50±0.25	354±233	2.47±2.80	32.67±14.74	0.35±0.27	28.00±32.90	1.57±1.14	0.040±0.017

หมายเหตุ หน่วยเป็น มก/ล ยกเว้นพีเอช และหน่วย Conductivity คือ ไมโคร โมห์/ซม.

(1) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

3.2.3.1 ภาระบรรทุกของน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ภาระบรรทุกของน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกดอกแอสเตอร์ทั้งสี่ครั้ง แสดงไว้ในตารางที่ 3-14 จะเห็นได้ว่าปริมาณภาระบรรทุกของน้ำซึมจากการรดด้วยน้ำ AL จะมีค่าภาระบรรทุกของ BOD และ COD สูงกว่าภาระบรรทุกของน้ำซึมที่รดด้วยน้ำ GWpd ทั้งนี้มีผลมาจากปริมาณการใช้น้ำและปริมาณของ BOD และ COD ในน้ำรดดังกล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2.2.2 ค่าภาระบรรทุกน้ำซึม AL ในรูป BOD และ COD มีค่าอยู่ในช่วง 1.46-9.39 และ 12.18-71.44 กรัม/(ไร่.วัน) ตามลำดับ ในขณะที่ภาระบรรทุกน้ำซึม GW ในรูป BOD และ COD มีค่าอยู่ในช่วง 2.35-6.48 และ 10.85-36.98 44 กรัม/(ไร่.วัน) ตามลำดับ

ภาระบรรทุกของน้ำซึมที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อม (น้ำใต้ดิน) ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนในน้ำซึมทั้งสองชนิดในการเพาะปลูกทั้งสี่ครั้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการชะล้างไนเตรทจากปุ๋ยที่ใช้ในปริมาณที่มาก และจากการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนอินทรีย์เป็นไนโตรเจนในเตรท ดังนั้นถ้ามีการควบคุมการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับพืชและการให้น้ำให้พอเหมาะก็จะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณน้ำซึมหรือภาระบรรทุกน้ำซึมลงได้

ตารางที่ 3-14 ภาระบรรทุกน้ำซึมออกจากแปลงปลูกดอกแอสเตอร์ที่ระดับ 0.3 ม. จากผิวดิน

การเพาะปลูก ครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้ เพาะปลูก	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์, กรัม/(ไร่.วัน)						
		BOD	COD	NH ₃ -N	TKN	NO _{2,3} -N	TN	TP
1	AL	1.46	12.18	0.07	-	7.14	7.80	-
	GW	2.35	10.85	0.04	-	17.94	20.07	-
2	AL	7.19	37.77	0.84	3.90	44.09	48.00	0.09
	GW	6.48	25.83	0.44	21.42	55.08	76.50	0.07
3	AL	9.39	71.44	1.40	3.68	66.98	70.66	0.13
	GW	5.53	36.98	2.12	5.05	70.23	75.28	0.11
4	AL	6.56	53.82	0.89	3.82	46.13	49.95	0.059
	GW	3.86	23.25	0.49	2.46	35.51	37.96	0.063

3.2.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำรดช่วงเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 3-15 สำหรับผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินได้แสดงในตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-15 โลหะหนักในน้ำรดที่ใช้ปลูกดอกแอสเตอร์

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มก./ม.ล.)			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1 (18 พ.ค. – 28 ก.ค. 43)	AL	0	$0.014 \pm 0.017^{(1)}$	0.001 ± 0.002	0.013 ± 0.012
	GWpd	0	0.019 ± 0.022	0.003 ± 0.008	0.009 ± 0.020
2 (26 ส.ค. - 22 พ.ย.43)	AL	0	0.012 ± 0.013	0.001 ± 0.001	0.048 ± 0.047
	GWpd	0	0.016 ± 0.010	0	0.026 ± 0.012
3 (1 ธ.ค.43 – 20 ก.พ.44)	AL	0	0.012 ± 0.021	0	0.034 ± 0.019
	GWpd	0	0.011 ± 0.018	0	0.043 ± 0.070

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3-16 โลหะหนักในดินที่ใช้ปลูกดอกแอสเตอร์

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มก.ก./ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (18 พ.ค. – 28 ก.ค. 43)	AL	$0.2 \pm 0.2^{(1)}$	0	31 ± 3.6	33 ± 2.2	21 ± 1.1	20 ± 1.0	74 ± 3.8	68 ± 2.4
	GWpd	0.3 ± 0.2	0	32 ± 1.5	33 ± 2.9	20 ± 0.4	21 ± 0.5	73 ± 3.1	70 ± 3.0
2 (26 ส.ค. – 22 พ.ย.43)	AL	0	0	33 ± 2.2	35 ± 2.1	20 ± 1.0	22 ± 0.7	68 ± 2.4	72 ± 3.0
	GWpd	0	0	33 ± 2.9	35 ± 1.5	21 ± 0.5	22 ± 0.9	70 ± 3.0	72 ± 2.8
3 (1 ธ.ค.43 – 20 ก.พ.44)	AL	0	0	33 ± 2.1	36 ± 3.7	22 ± 0.7	22 ± 0.3	72 ± 3.0	73 ± 3.0
	GWpd	0	0	35 ± 1.5	38 ± 2.0	22 ± 0.9	21 ± 1.2	72 ± 2.8	73 ± 6.2
4 (27 ก.พ. – 29 พ.ค.44)	AL	0	0	36 ± 3.7	37 ± 2.8	22 ± 0.3	22 ± 0	73 ± 3.1	76 ± 3.1
	GWpd	0	0	38 ± 2.0	34 ± 0.4	21 ± 1.2	21 ± 0.2	73 ± 6.2	75 ± 1.1
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 3-15 พบว่าโลหะหนักในน้ำรดอยู่ในระดับต่ำ และจากตารางที่ 3-16 พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ในดินก่อนและหลังปลูกดอกแอสเตอร์ทั้ง 4 ครั้งมีค่าไม่แตกต่างกันและน้อยกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมาก และพบว่าไม่มีการสะสมของโลหะหนักในดินหลังทดลองปลูกไปแล้ว 4 ครั้ง ไม่ว่าจะใช้น้ำ AL หรือน้ำ GWpd

3.2.3.3 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

ผลวิเคราะห์ดินในแปลงปลูกดอกแอสเตอร์ได้แสดงในตารางที่ 3-17

ลักษณะของดินในแปลงปลูกเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) มีค่า pH อยู่ในระดับที่เป็นกลาง อินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำคือต่ำกว่า 1.5% ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินในระดับที่สูง คือเป็น 45 มก.ก./ก และ 120 มก.ก./ก. ตามลำดับ

หลังทำการเพาะปลูกครั้งที่ 1 พบว่า pH ลดลงจากเดิมเล็กน้อย อินทรีย์วัตถุมีค่าใกล้เคียงกับก่อนปลูก ส่วนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงอย่างเห็นได้ชัดทั้งสองกรรมวิธีการให้น้ำ หลังการเพาะปลูกครั้งที่ 2 พบว่า pH ของดินทั้งสองกรรมวิธีการให้น้ำลดลงมาอยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลาง อินทรีย์วัตถุนั้นยังมีค่าใกล้เคียงกันเช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ส่วนฟอสฟอรัสนั้นเพิ่มจากระดับค่อนข้างสูงถึงสูงไปอยู่ในระดับที่สูงมาก คือเกิน 45 มก.ก./ก. ขึ้นไป ส่วนโปแตสเซียมนั้นพบว่าดินที่ใช้น้ำ GWpd มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ของดินที่ใช้น้ำ AL มีค่าใกล้เคียงกันกับก่อนทำการปลูก

หลังการเพาะปลูกครั้งที่ 3 พบว่าค่า pH เพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ระดับที่เป็นกลางคืออยู่ในช่วง 6.2-6.3 ค่าอินทรีย์วัตถุก็อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันกับหลังเก็บเกี่ยวการปลูกครั้งที่ 2 แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำ ค่าไนโตรเจนก็อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ก็เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่เป็นประโยชน์สูงมาก ส่วนโปแตสเซียมลดลงเล็กน้อยแต่ก็อยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ในดินสูงมาก หลังการเพาะปลูกครั้งที่ 4 ทั้งดินที่ใช้น้ำ AL และ GWpd มีค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในลักษณะของดินที่เป็นกลาง อินทรีย์วัตถุในดินของน้ำทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ของน้ำ GWpd ยังอยู่ในระดับต่ำขณะที่ของ AL อยู่ในระดับปานกลาง ค่าไนโตรเจนรวมก็อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันกับหลังการเก็บเกี่ยวของการปลูกครั้งที่ 3 ฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์ก็ค่อนข้างคงที่ของทั้งน้ำสองชนิด และยังอยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูงถึงสอง ในกรณีโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ก็เช่นเดียวกันก็ยังอยู่ในระดับที่สูงมาก

ตารางที่ 3-17 คุณสมบัติทางเคมีของดินแปลงทดลองแอสเตอร์แปลงเกษตรกรรมจริง

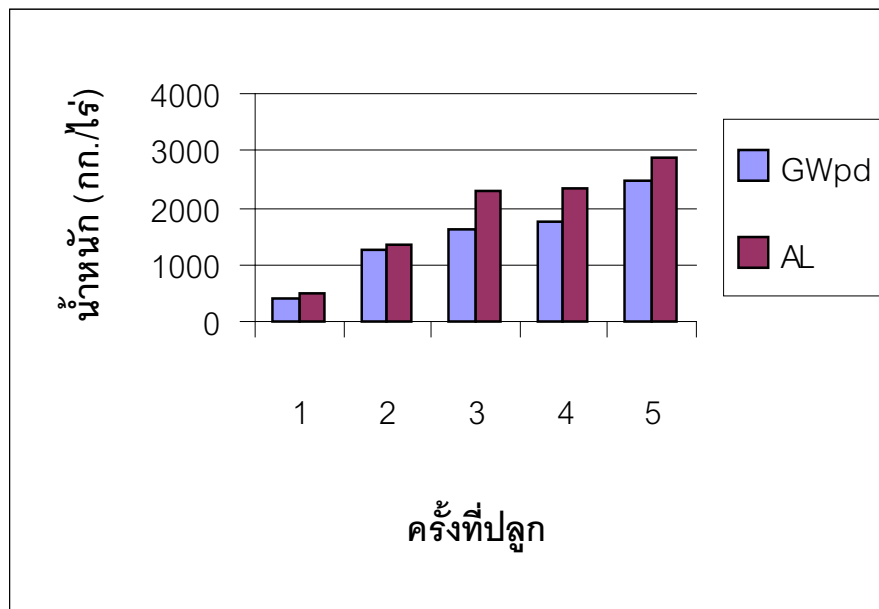
ตัวอย่างดิน จากแปลงที่ใช้น้ำ	คุณสมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	OM (%)	N (%)	P (มก.ก./ก.)	K (มก.ก./ก.)
ก่อนเพาะปลูกทุกแปลง	6.3	0.99	-	65	199
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 1					
AL R1	6.7	1.33	-	32	163
R2	6.3	1.13	-	39	158
GWpd R1	6.5	1.16	-	30	129
R2	6.7	0.90	-	24	103
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 2					
AL R1	6.0	1.54	0.07	65	210
R2	6.0	1.34	0.08	45	200
GWpd R1	6.0	1.41	0.07	49	242
R2	6.1	1.44	0.07	59	180
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 3					
AL R1	6.1	1.27	0.06	40	141
R2	6.1	1.10	0.06	31	137
GWpd R1	6.1	1.10	0.06	30	140
R2	6.0	1.00	0.05	27	119
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 4					
AL R1	6.2	1.52	0.07	45	147
R2	6.3	1.51	0.06	34	149
GWpd R1	6.3	1.42	0.07	35	143
R2	6.1	1.40	0.05	30	135

3.3 ผลการวิจัยในการปลูกผักคะน้า

3.3.1 ด้านเกษตรกรรม

3.3.1.1 ผลผลิต

การเพาะปลูกผักคะน้าในแปลงเกษตรกรรมจริงทั้ง 5 ครั้ง ได้ผลผลิตสรุปดังรูปที่ 3-17 ข้อมูลการวิเคราะห์ผลผลิตทางสถิติได้แสดงในตารางที่ 3-18



รูปที่ 3-17 ผลผลิตเฉลี่ยผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรรมจริง

ตารางที่ 3-18 ข้อมูลผลผลิตของคะน้ำในแปลงเกษตรกรรมจริง

ชนิดน้ำที่ใช้ เพาะปลูก	น้ำหนักสด (กก./ไร่)				
	ครั้งที่ 1 (คะน้ำยอด)	ครั้งที่ 2 (คะน้ำใบ)	ครั้งที่ 3 (คะน้ำใบ)	ครั้งที่ 4 (คะน้ำใบ)	ครั้งที่ 5 (คะน้ำใบ)
GWpd	411.9	1246.6	1626.0	1740.0	2488.7
AL	510.8	1332.8	2305.1	2315.0	2890.7
LSD (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	7.5	9.65	11.13	15.79	5.28

หมายเหตุ LSD (Least Significant Differentiation) คือค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

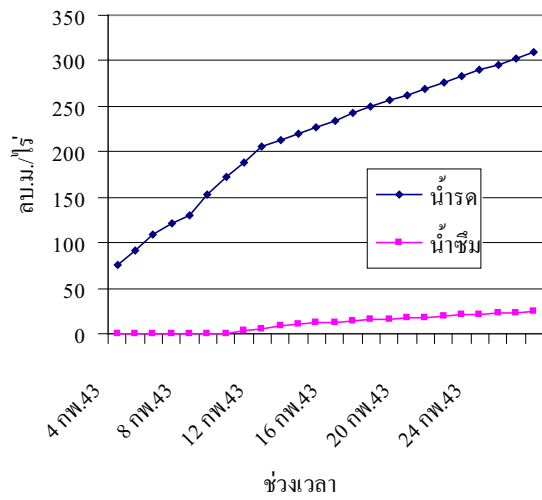
NS ไม่แตกต่างในทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในการปลูกครั้งที่ 1-5 นั้น ผักคะน้ำที่ใช้ น้ำ AL ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าน้ำ GWpd แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และผลผลิตของคะน้ำจากการใช้น้ำทั้ง 2 ชนิดในการปลูกครั้งที่ 1 น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อไร่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากใช้พันธุ์คะน้ำยอด ส่วนการปลูกครั้งที่ 2-5 ใช้พันธุ์คะน้ำใบจึงทำให้ได้น้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่า

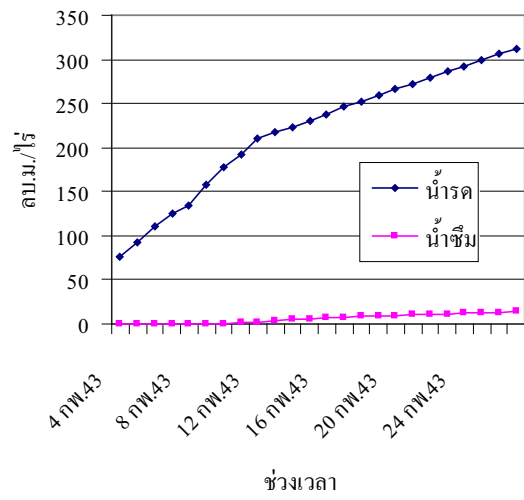
3.3.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

3.3.2.1 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ในการปลูกผักคะน้ำได้ทำการเพาะปลูก 5 ครั้ง ซึ่งช่วงเวลาการเพาะปลูกมีดังนี้คือ ครั้งที่ 1 : ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2543 ครั้งที่ 2 : เมษายน-พฤษภาคม 2543 ครั้งที่ 3 : มิถุนายน-กรกฎาคม 2543 ครั้งที่ 4 : สิงหาคม-กันยายน 2543 และครั้งที่ 5 : กุมภาพันธ์-มีนาคม 2544 ปริมาณน้ำเข้าแปลงทดลองประกอบด้วยน้ำรดและน้ำฝน การแปรผันของน้ำเข้าในช่วงเวลาเพาะปลูกได้แสดงในรูปที่ 3-18 และปริมาณโดยสรุปแสดงในตารางที่ 3-19

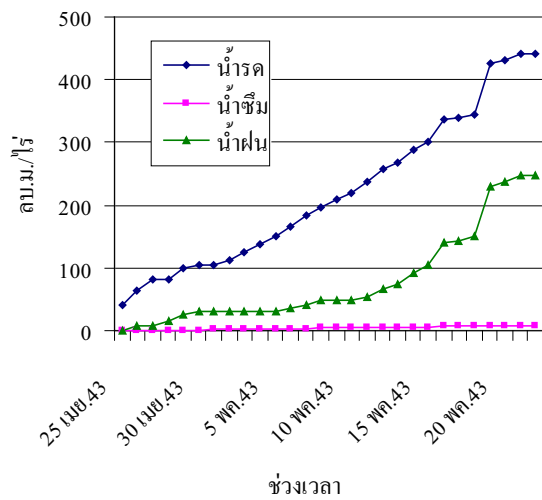


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

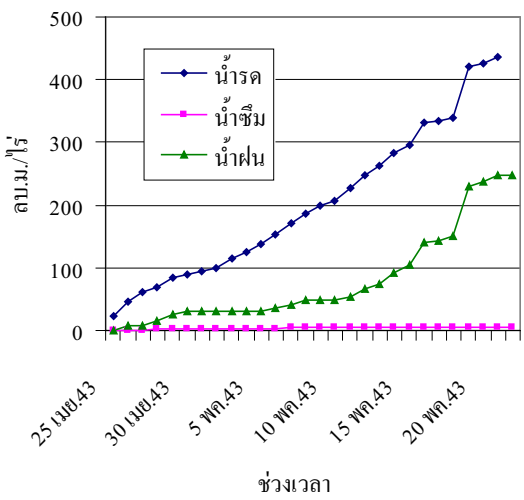


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



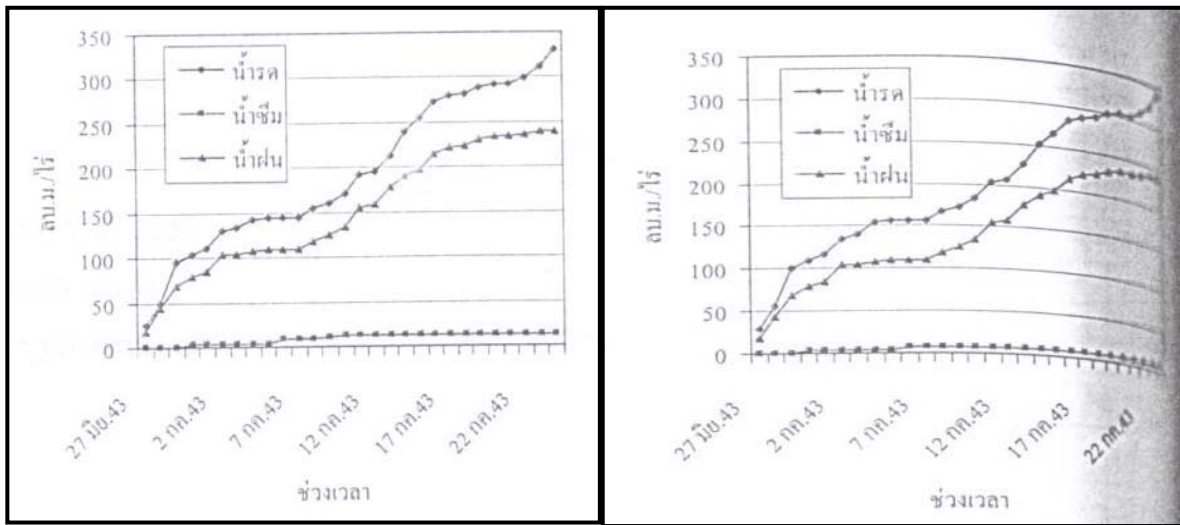
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

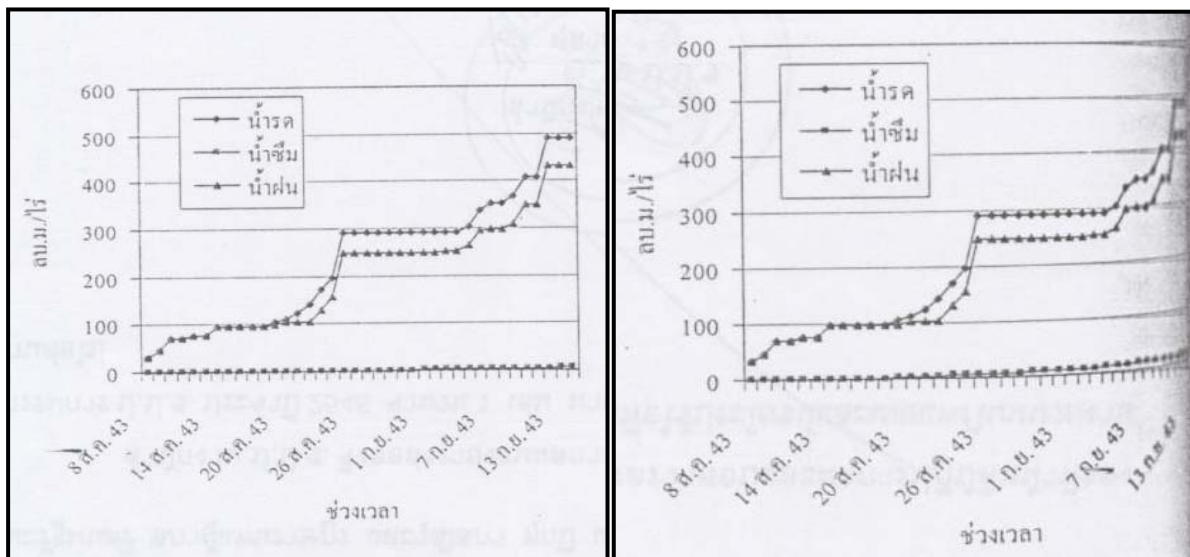
รูปที่ 3-18 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกสะสมจากแปลงปลูกผักคะน้า



ก.1 ใช้น้ำ GWpd

ก.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3

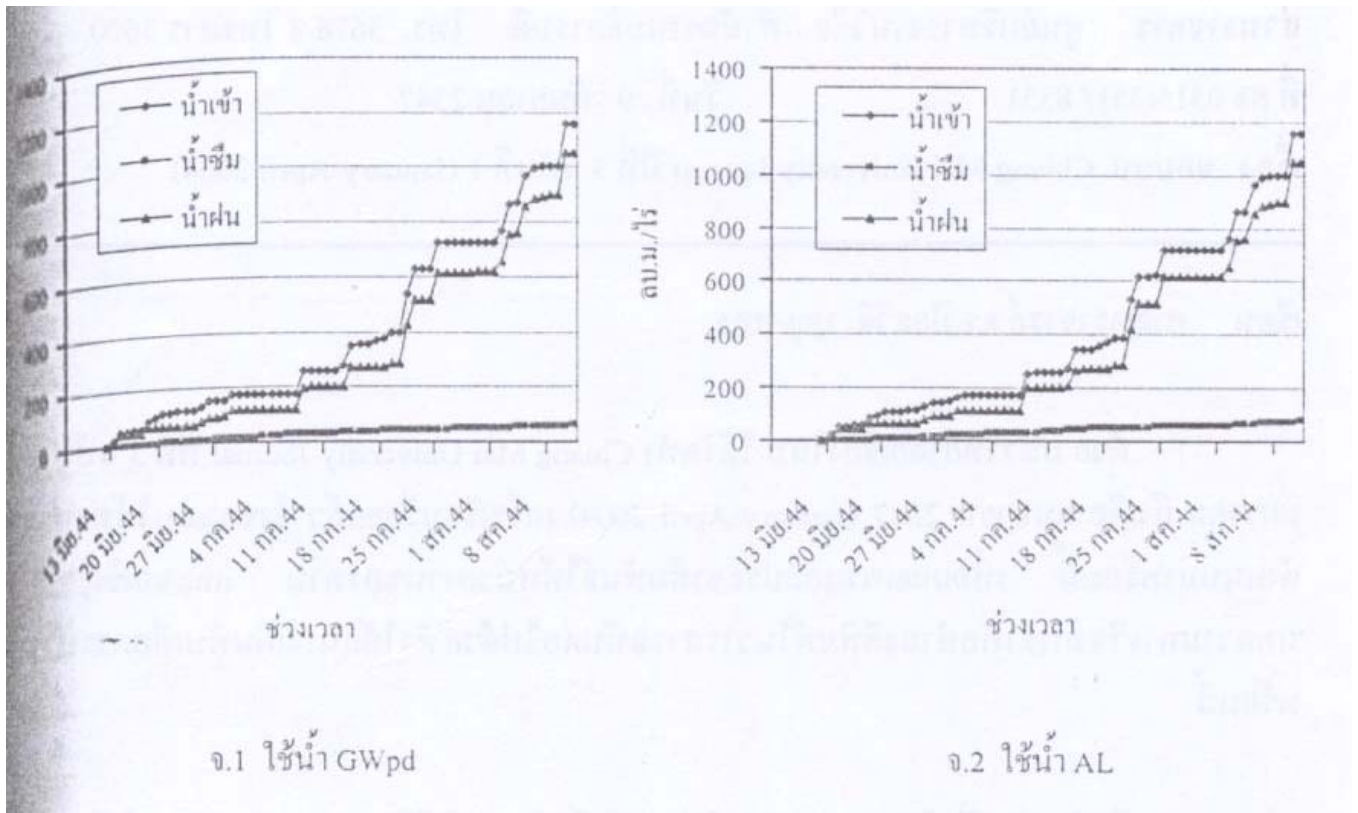


ง.1 ใช้น้ำ GWpd

ง.2 ใช้น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-18 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกสะสมจากแปลงปลูกผักคะน้า (ต่อ)



จ. ครั้งที่ 5

รูปที่ 3-18 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกสะสมจากแปลงปลูกผักคะน้า (ต่อ)

ตารางที่ 3-19 ปริมาณน้ำในการปลูกผักคะน้าของแปลงทดลองเกษตรกรรมจริง

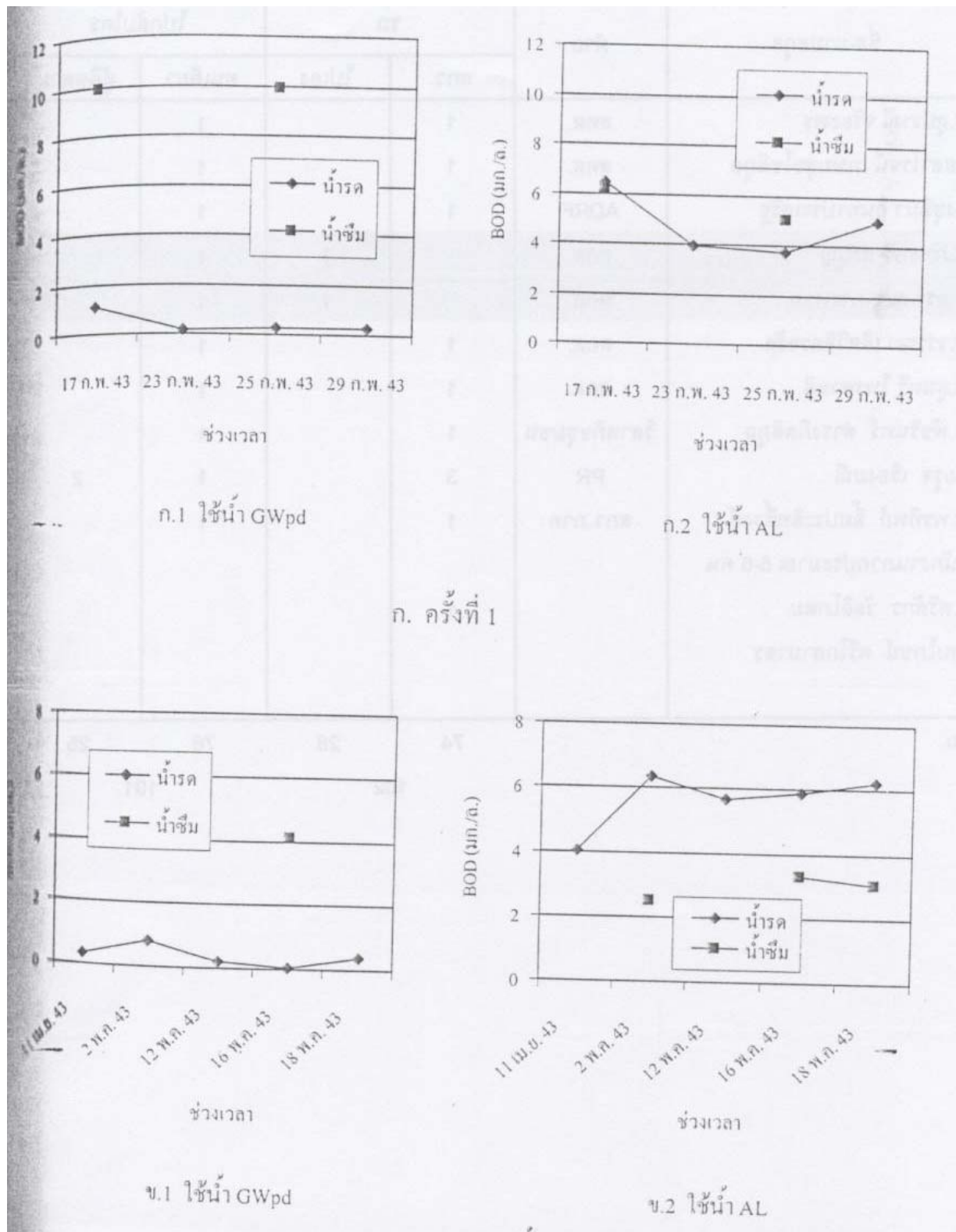
การ เพาะปลูก ครั้งที่	ชนิดน้ำที่ ใช้รด	ปริมาณน้ำเข้า, ลบ.ม./ไร่			ปริมาณ น้ำซึม ลบ.ม./ไร่	ปริมาณน้ำซึม ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %	ปริมาณน้ำรด ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %
		น้ำรด	น้ำฝน	น้ำเข้ารวม			
1	GWpd	308.91	0	308.91	24.58	8.1	100
	AL	312.25	0	312.25	13.92	4.5	100
2	GWpd	194.85	246.4	441.25	7.318	1.7	44.2
	AL	189.9	246.4	436.3	5.085	1.2	43.5
3	GWpd	115.3	238.4	353.7	12.198	3.4	32.6
	AL	124.65	238.4	363.05	7.151	2.0	34.3
4	GWpd	58.24	432	490.24	5.59	1.1	11.9
	AL	55.18	432	487.18	19.57	4.0	11.3
5	GWpd	309.2	80	389.2	46.45	11.9	79.4
	AL	331.6	80	411.6	58.09	14.1	80.6

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าในช่วงที่มีปริมาณฝนตกสูงจะมีการใช้น้ำรดน้อยลง ซึ่งส่งผลปริมาณน้ำซึม กล่าวคือ ในกรณีที่มีปริมาณฝนตกมาก ๆ น้ำซึมมีปริมาณลดน้อยลง อาจเกิดจากการอึดตัวของชั้นดินจนทำให้เกิดน้ำไหลกลับบนแปลงแล้วไหลล้นแปลง จึงทำให้น้ำซึมมีค่าน้อยลง ปริมาณน้ำซึมยังขึ้นอยู่กับสภาพของแปลงทดลองซึ่งอาจมีการรั่วซึมของแผ่นพลาสติกกันซึม ทำให้ไม่สามารถเก็บรวบรวมน้ำซึมมายังถังพักน้ำได้ ซึ่งช่วงเวลามีผลต่อปริมาณน้ำซึม โดยที่ปริมาณน้ำซึมต่อน้ำเข้าทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 1-14%

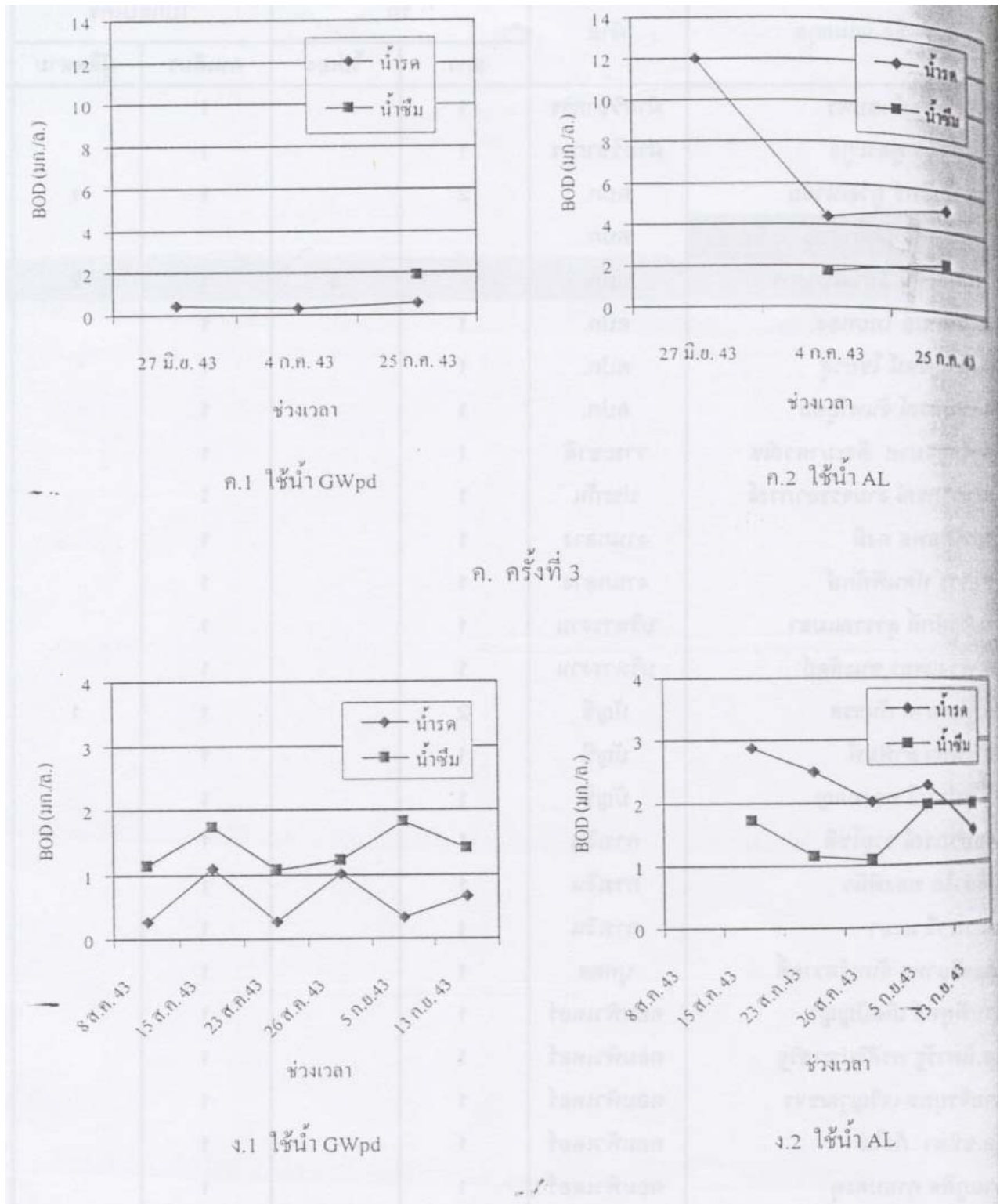
เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำซึมในช่วงการเพาะปลูกช่วงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีปริมาณน้ำซึมต่อน้ำเข้าสูงกว่าช่วงอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพดินแห้งและไม่อึดตัวในช่วงเพาะปลูก จึงทำให้น้ำที่รดลงไปซึมลงแปลงทั้งหมดและถูกรวบรวมโดยท่อ

3.2.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ในการปลูกผักคะน้าทั้ง 5 ครั้ง ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.2.1 เนื่องจากผักคะน้าเพาะปลูกในช่วงเวลาสั้น ข้อมูลลักษณะน้ำรดและน้ำซึมซึ่งวิเคราะห์ค่าห้แต่ละครั้งมีจำนวนน้อย บางครั้งก็ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำซึมได้ การแปรผันของพารามิเตอร์สำคัญ (บีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน) ในน้ำรดและน้ำซึมได้แสดงในรูปที่ 3-19 ถึง 3-22 ค่าโดยสรุปได้แสดงในตารางที่ 3-20

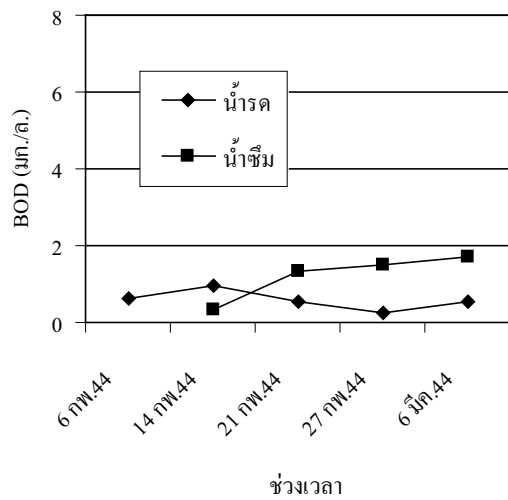


รูปที่ 3-19 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า

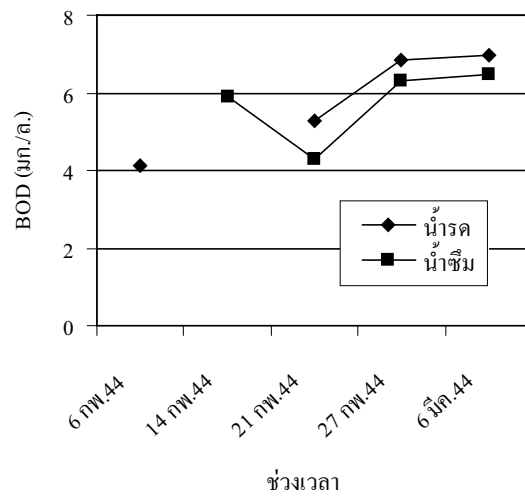


ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-19 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



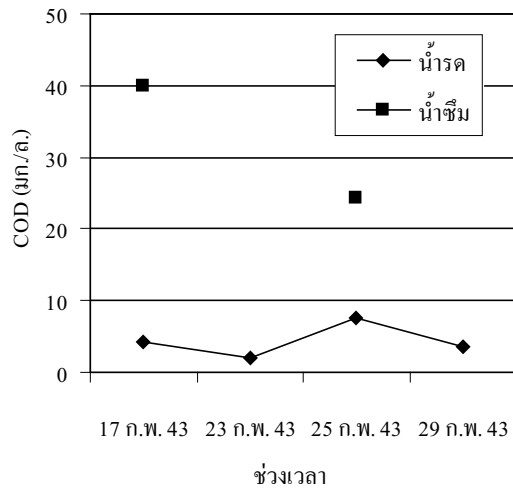
จ.1 ใช้น้ำ GWpd



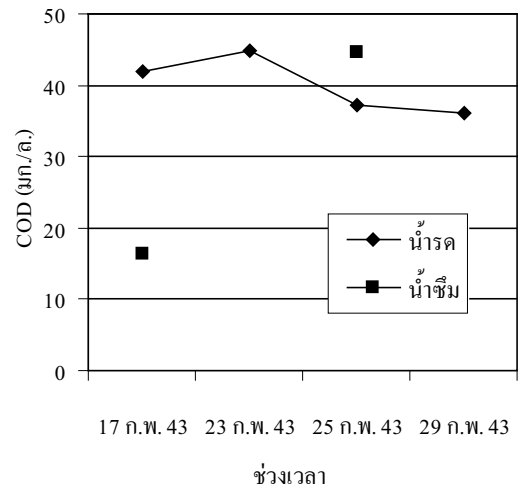
จ.2 ใช้น้ำ AL

จ. ครั้งที่ 5

รูปที่ 3-19 การแปรผันค่าบีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)

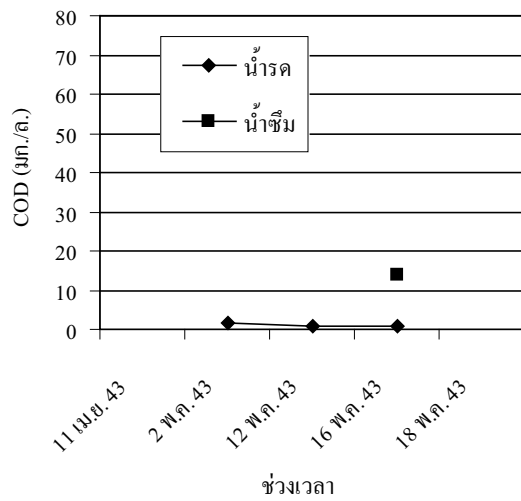


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

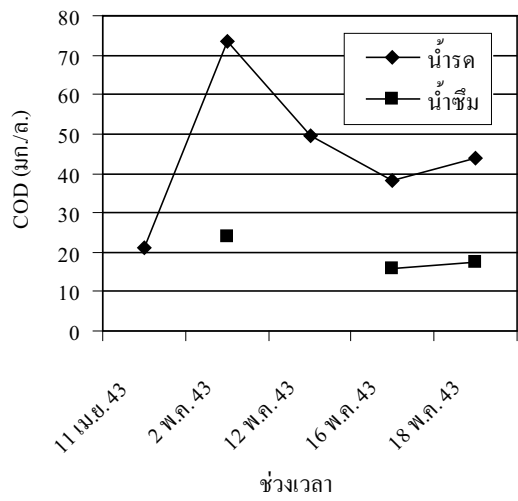


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



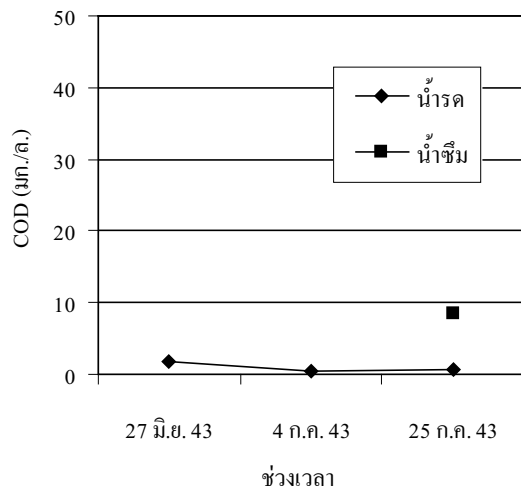
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



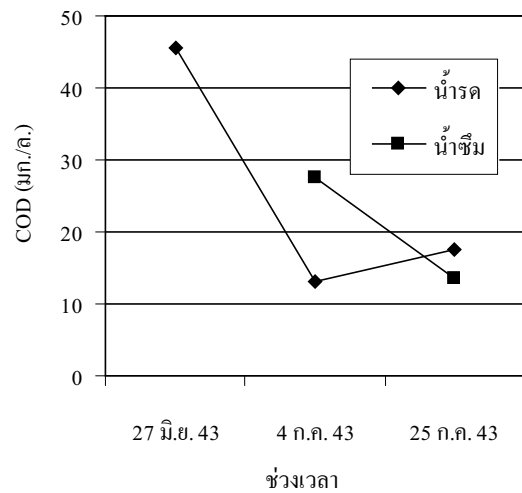
ข.2 ใช้น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-20 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า

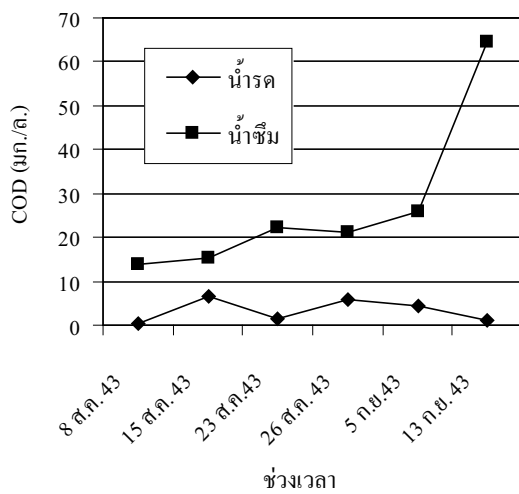


ค.1 ใช้ น้ำ GWpd

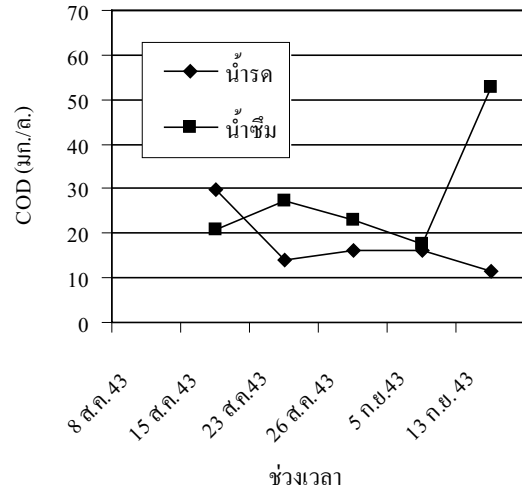


ค.2 ใช้ น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3



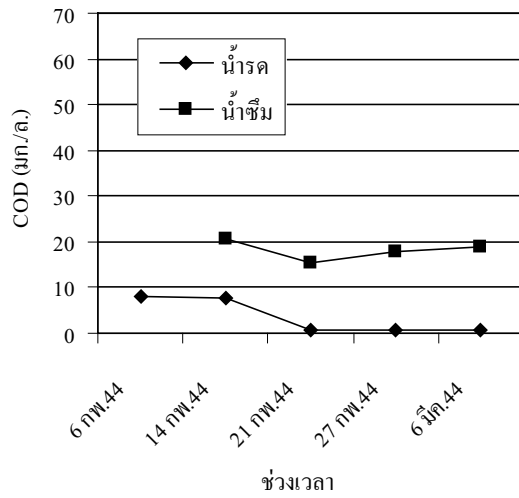
ง.1 ใช้ น้ำ GWpd



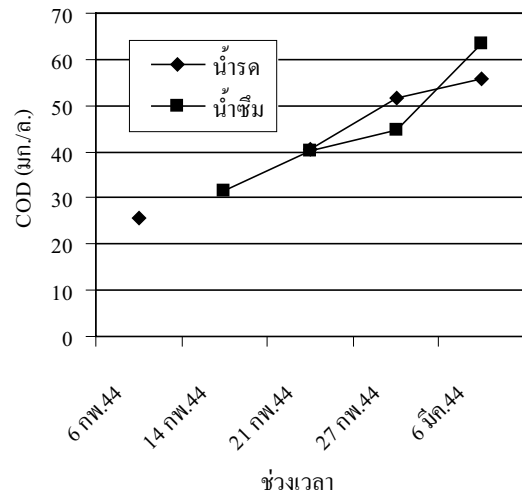
ง.2 ใช้ น้ำ AL

ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-20 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



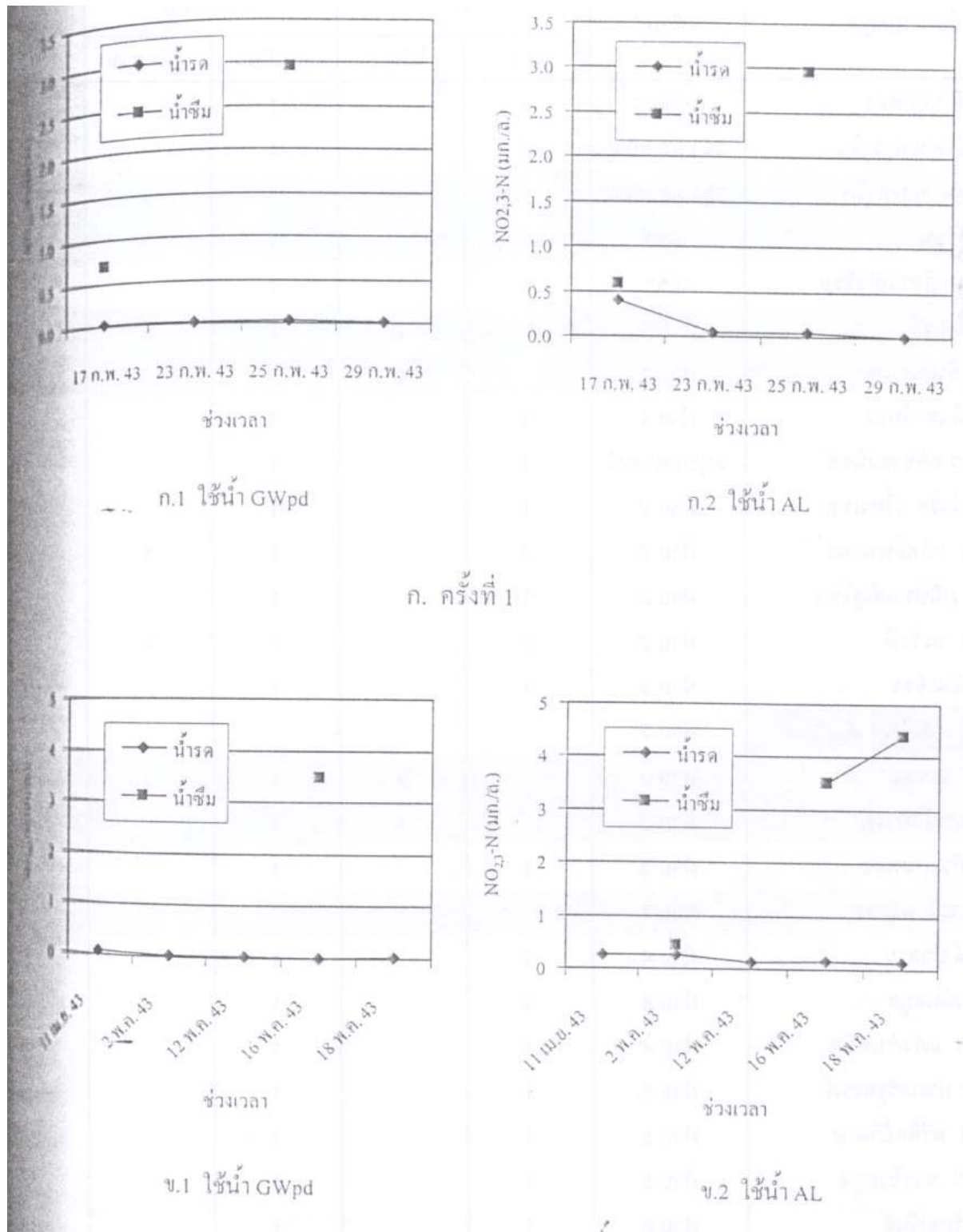
จ.1 ใช้น้ำ GWpd



จ.2 ใช้น้ำ AL

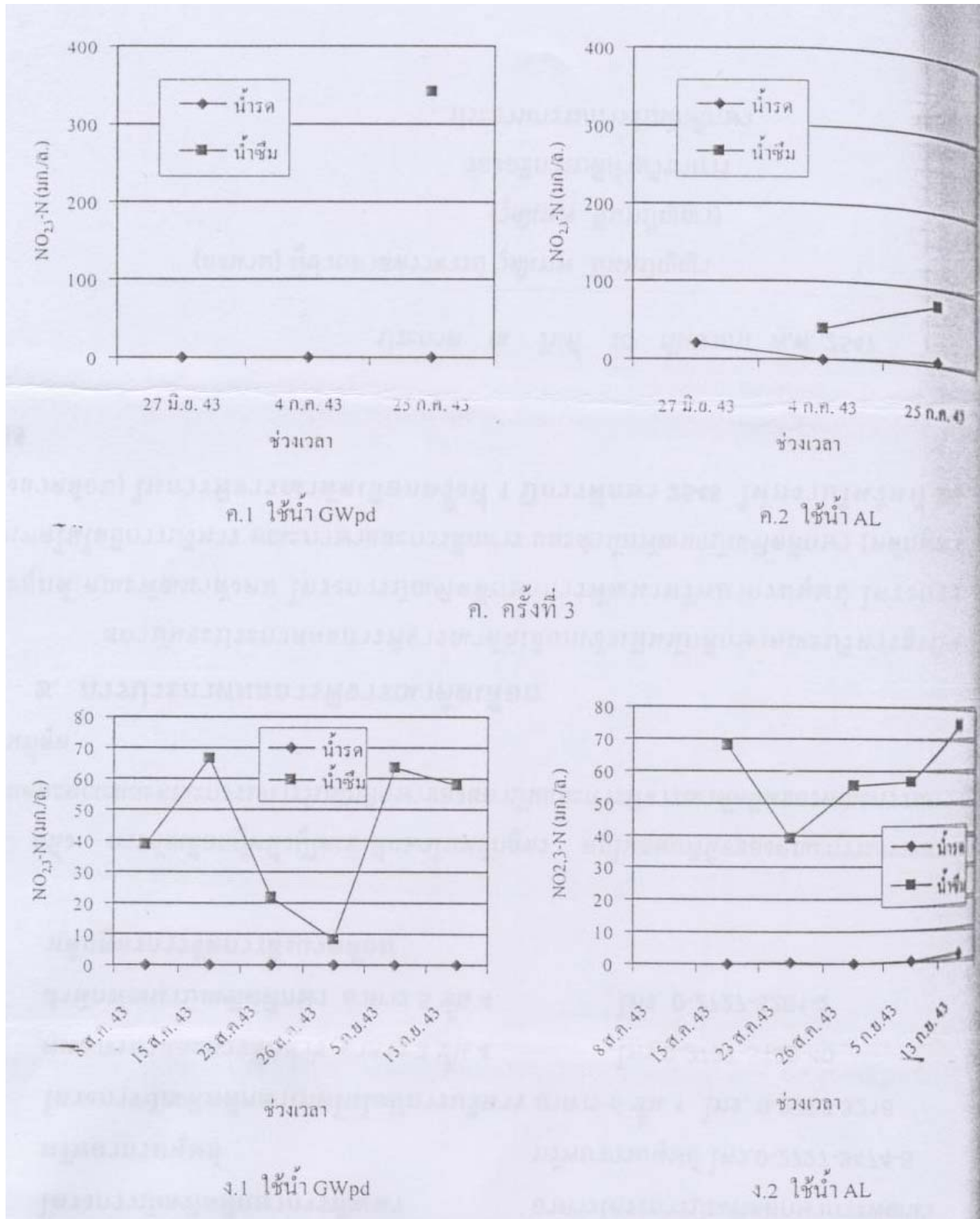
จ. ครั้งที่ 5

รูปที่ 3-20 การแปรผันค่าซีโอดีของน้ำรดและน้ำซึมในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



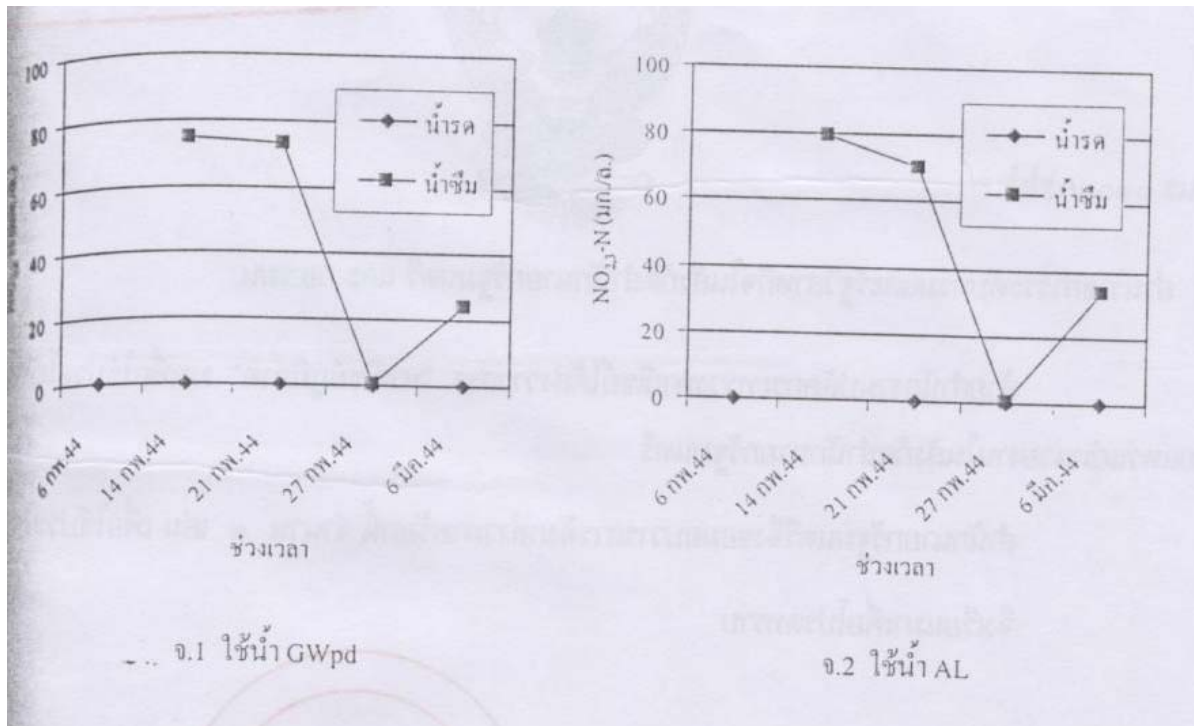
ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-21 การแปรผันค่าไนโตรเจนในโตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า



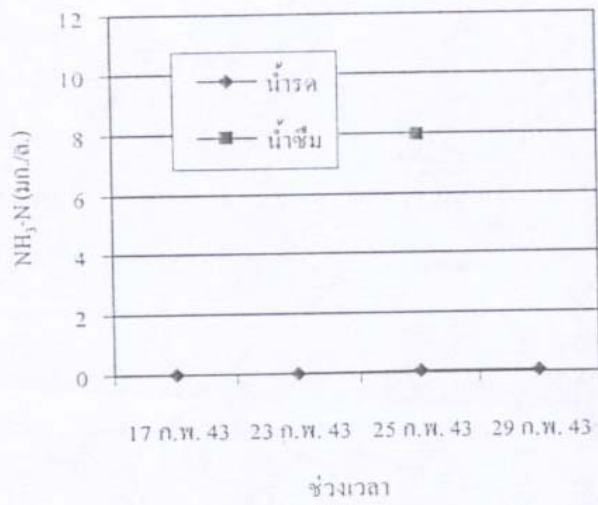
จ. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-21 การแปรผันค่าไนโตรเจนในไตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)

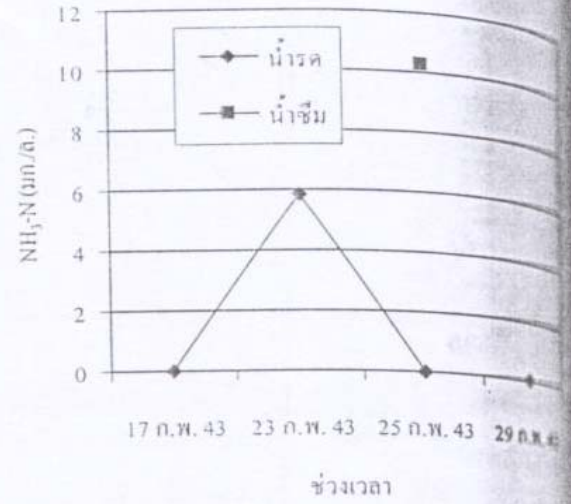


จ. ครั้งที่ 5

รูปที่ 3-21 การแปรผันค่าไนโตรทไนเตรทไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)

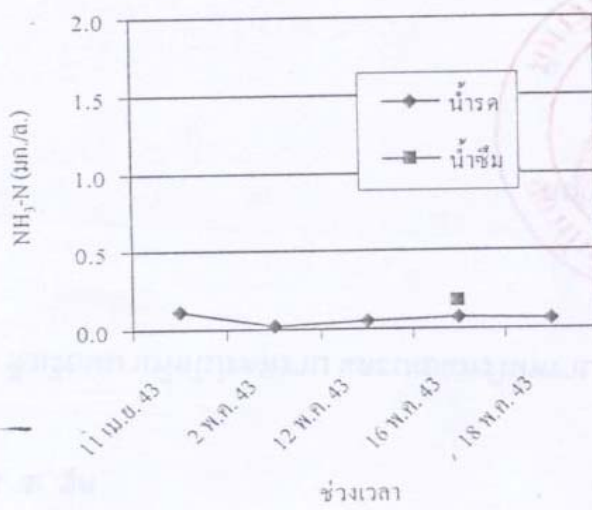


ก.1 ใช้น้ำ GWpd

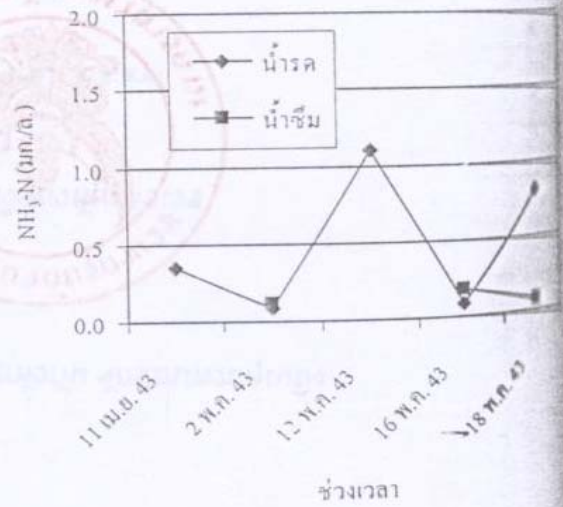


ก.2 ใช้น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



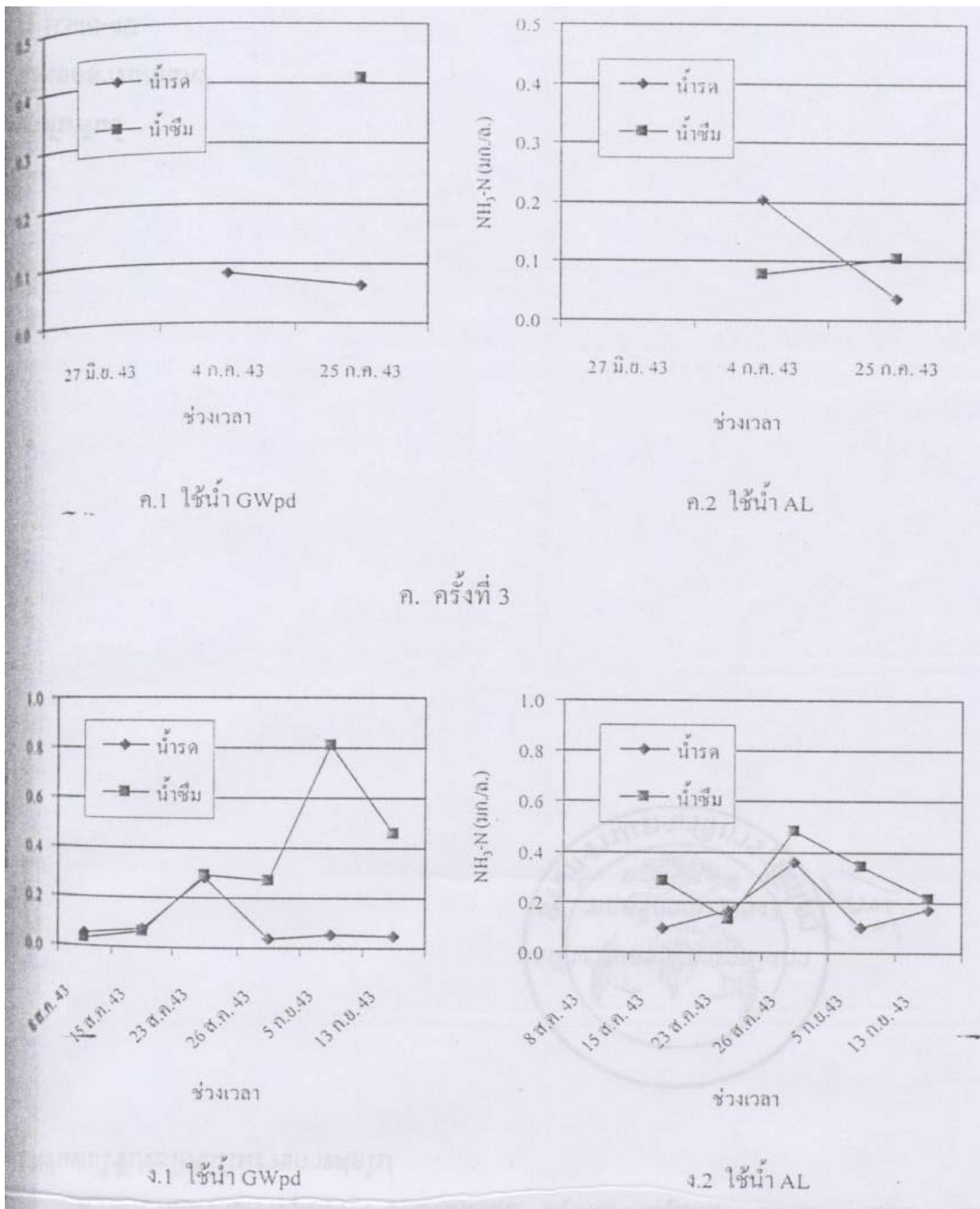
ข.1 ใช้น้ำ GWpd



ข.2 ใช้น้ำ AL

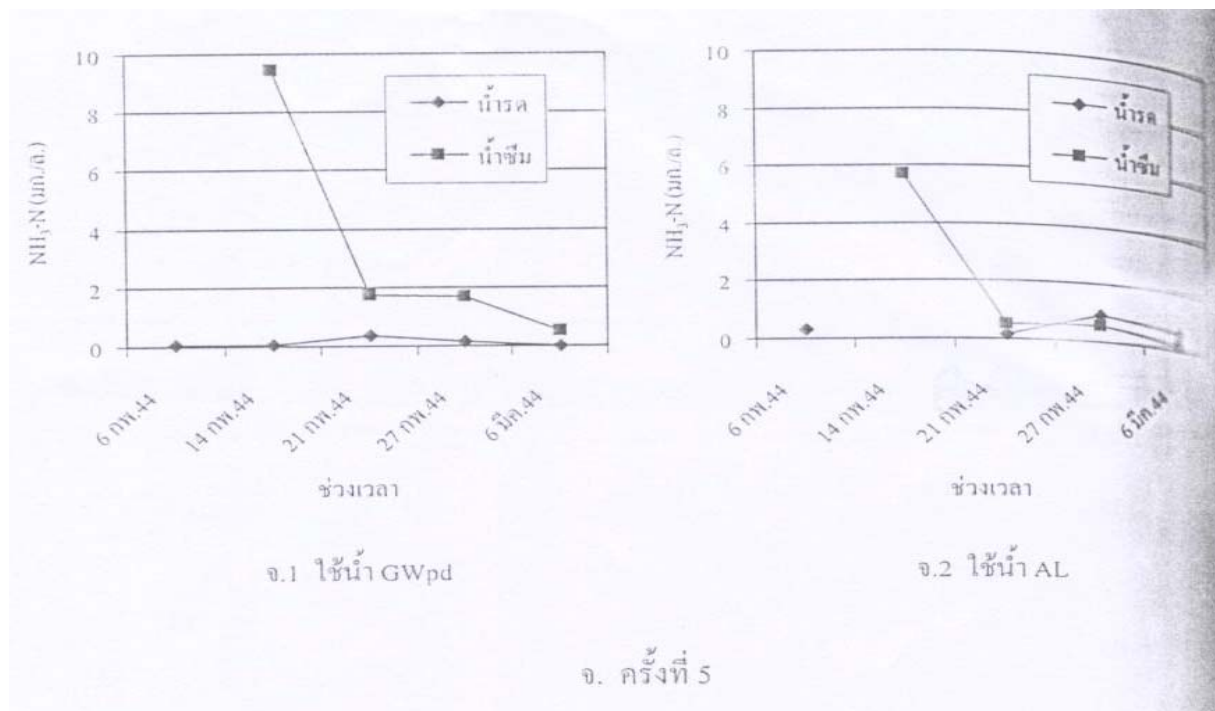
ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-22 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า



ง. ครั้งที่ 4

รูปที่ 3-22 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)



จ. ครั้งที่ 5

รูปที่ 3-22 การแปรผันค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำรดและน้ำซึม
ในการเพาะปลูกผักคะน้า (ต่อ)

ตารางที่ 3-20 ลักษณะน้ำรดและน้ำซึมจากการเพาะปลูกผักคะน้า

ชนิดน้ำที่ใช้	ตัวอย่างวิเคราะห์	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์							
		pH	Conductivity	BOD	COD	NH ₃ -N	NO _{2,3} -N	TKN	TP
ปลูกครั้งที่ 1 (4-27 ก.พ. 43)	AL	8.74*	428*	4.77±1.24	40.0±4.14	1.46±2.91	0.125±0.188	0.22*	4.89*
		8.36*	1243*	5.63±0.083	30.53±20.05	1.029*	1.77±1.68	0.43*	92.45*
	GWpd	5.71*	223*	0.45±0.43	4.40±2.32	0.020±0.017	0.020±0.008	0.075*	0.158*
		7.69*	1349*	9.92±0.01	32.13±10.92	7.93*	1.83±1.60	0.36*	74.8*
ปลูกครั้งที่ 2 (เม.ย.-พ.ค. 43)	AL	7.34±0.37	493±40	5.64±0.94	45.20±19.02	0.48±0.46	0.189±0.062	1.08±0.34	0.14±0.037
		7.30±0.46	1232±492	2.94±0.41	19.24±4.29	0.137±0.044	2.791±2.078	2.25±2.36	0.12±0.022
	GWpd	6.31±0.80	148±11.17	0.35±0.30	1.05±0.39	0.06±0.03	0.036±0.031	0.17±0.05	0.08±0.028
		6.55*	1272*	4.11*	13.87*	0.18*	3.494*	0.62*	0.12*
ปลูกครั้งที่ 3 (มิ.ย.-ก.ค. 43)	AL	8.19±0.57	631±549	7.13±4.26	25.44±17.59	0.121±0.120	8.60±10.34	0.46±0.41	0.01±0.012
		8.13±1.10	494±321	2.02±0.41	20.60±9.90	0.092±0.019	58.56±26.99	2.34±1.73	0.03±0.012
	GWpd	8.78±0.12	152±13	0.44±0.12	0.96±0.67	0.074±0.015	0.077±0.050	0.20±0.06	0.01±0.012
		6.98*	771*	1.9*	8.56*	0.41*	34.072*	0.08*	0.032*
ปลูกครั้งที่ 4 (ส.ค.-ก.ย. 43)	AL	7.95±0.95	302±58	2.24±0.51	17.55±7.10	0.179±0.108	0.579±0.799	0.85±0.31	0.02±0.006
		6.81±0.28	688±233	1.57±0.43	28.26±14.10	0.292±0.133	78.63±13.660	2.83±1.49	0.02±0.06
	GWpd	5.74±0.60	152±16	0.61±0.38	3.28±2.65	0.092±0.094	0.056±0.067	0.33±0.14	0.041±0.056
		6.57±0.16	743±313	1.40±0.31	27.18±18.93	0.322±0.286	42.789±23.996	1.88±1.26	0.02±0.008
ปลูกครั้งที่ 5 (ก.พ.-มี.ค. 44)	AL	8.24±0.68	266±38	5.81±1.35	43.43±13.52	0.50±0.33	0.14±0.08	0.73±0.76	0.049±0.027
		6.20±0.34	1196±474	5.75±1.00	44.98±13.47	1.71±2.67	45.93±36.26	3.21±3.30	0.038±0.005
	GWpd	5.7±0.17	141±151	0.58±0.24	3.57±3.92	0.11±0.14	0.026±0.013	0.152±0.02	0.034±0.02
		6.04±0.50	1181±114	1.23±0.61	18.27±2.21	3.35±4.11	43.04±36.86	5.68±4.75	0.028±0.017

หมายเหตุ หน่วยเป็น มก/ล ยกเว้นพีเอช และหน่วย Conductivity คือ ไมโครโมห์/ซม. * ตรวจวัดครั้งเดียว

ผลการศึกษาพบว่า ค่า pH ในน้ำซึม AL มีค่าสูงกว่าน้ำซึม GWpd ทั้งนี้เนื่องจาก pH ในน้ำรด GWpd มีค่าต่ำกว่าน้ำ AL ตามธรรมชาติ พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในรูป BOD จะเห็นว่า ค่า BOD ในน้ำซึม AL มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับน้ำรดดังกล่าว ทั้งนี้อาจเกิดการนำไปใช้โดยพืชและตกค้างในดินโดยกระบวนการทางกายภาพ เคมี หรืออาจเกิดการย่อยสลายโดยกระบวนการทางชีวภาพในดินขณะที่ซึมผ่าน ในขณะที่ BOD ในน้ำซึม GWpd มีค่าสูงกว่าน้ำรด ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นมาเนื่องจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่อยู่ในดินและปุ๋ยมูลสัตว์ออกมากับน้ำซึม GWpd ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในรูป COD มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลง BOD

นอกจากนี้ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในรูปแบบไนโตรเจนในเตรท และ TKN จะเห็นว่าค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในน้ำซึมทั้งสองประเภท ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการละลายของปุ๋ยปนเปื้อนในน้ำซึม การเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียไนโตรเจนในขบวนการไนตริฟิเคชันมาเป็นไนเตรท ซึ่งเกิดขึ้นทั้งสองประเภทน้ำรด แต่ในน้ำซึม AL จะมีค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสูงกว่าในน้ำซึม GWpd ซึ่งทำให้ต้องมีการนำเอาค่าพารามิเตอร์นี้ไปพิจารณาในกำหนดเกณฑ์แนวทางในการนำน้ำทิ้งมาใช้ในการเกษตรกรรมต่อไป เนื่องจากถ้ามีปริมาณของไนเตรทสูงจะมีส่วนในการลดอัตราการเจริญเติบโตของพืช และไนเตรทเป็นสารพิษที่อาจจะทำให้เกิดการปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินได้ ในส่วนของปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างน้ำรดและน้ำซึมใน AL และ GWpd

3.3.3 ด้านการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม

3.3.3.1 ภาระบรรทุกของน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ภาระบรรทุกของน้ำซึมออกจากแปลงเพาะปลูกผักคะน้าทั้ง 5 ครั้ง คำนวณจากปริมาณน้ำซึมที่ระดับ 0.30 ม. จากผิวดิน และความเข้มข้นมลสาร ได้แสดงในตารางที่ 3-21 จะเห็นได้ว่าปริมาณภาระบรรทุกของน้ำซึมจากการรดด้วยน้ำ AL มีค่าภาระบรรทุกในรูป BOD และ COD สูงกว่าภาระบรรทุกของน้ำซึมที่รดด้วยน้ำ GWpd ซึ่งเนื่องจากปริมาณ BOD และ COD ในน้ำรด AL มีค่าสูงกว่าในน้ำรด GWpd ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำในการรดของน้ำทั้งสองประเภทมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าที่แตกต่างกันอาจเกิดปริมาณน้ำฝน ซึ่งจากการทดลองปลูกทั้ง 5 ครั้ง มีค่าการแปรผันไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในภาระบรรทุกของ BOD และ COD จะมีค่ามากในช่วงการเพาะปลูกเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้อาจมาจากการซึมลงของน้ำรดโดยไม่มีการเจือจางจากน้ำฝนเลยก็เป็นได้

ตารางที่ 3-21 ภาวะบรรทุกน้ำซึมที่ระดับ 0.30 ม. จากผิวดิน ของแปลงปลูกผักคะน้า

การเพาะปลูก ครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์, กรัม/(ไร่-วัน)						
		BOD	COD	NH ₃ -N	TKN	NO _{2,3} -N	TN	TP
1	AL	3.41	14.46	6.23	-	1.07	57.02	-
	GW	10.60	37.20	8.48	-	1.96	81.91	-
2	AL	0.55	3.62	0.02	-	0.53	0.95	-
	GW	1.12	3.76	0.05	-	0.95	1.11	-
3	AL	0.45	4.60	0.020	-	13.09	13.61	-
	GW	0.72	3.26	0.16	-	129.88	130.18	-
4	AL	1.10	19.75	0.20	1.98	54.96	56.94	0.01
	GW	0.28	5.43	0.13	0.37	8.57	8.94	0
5	AL	10.44	81.65	3.11	5.83	83.38	89.21	0.069
	GW	1.79	26.52	4.86	8.42	62.47	70.71	0.041

ในส่วนของภาวะบรรทุกในรูปของ NH₃-N, TKN, NO_{2,3}-N, TN และ TP ในการเพาะปลูกครั้งที่ 4 และ 5 ภาวะบรรทุกดังกล่าวในน้ำซึม AL จะมีค่ามากกว่าน้ำซึม GW ซึ่งทั้งนี้เนื่องมาจากในน้ำรด AL มีค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวในน้ำรดสูง จึงทำให้ซึมลงสู่ใต้ดิน ซึ่งส่วนนี้อาจถูกนำไปใช้โดยพืชหรือดูดติดชั้นดิน ในขณะที่ปริมาณของพารามิเตอร์ดังกล่าวในน้ำรด GWpd มีค่าที่ต่ำกว่า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาเพาะปลูกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จะมีปริมาณภาวะบรรทุกสูงกว่าช่วงการเพาะปลูกเวลาอื่น

3.3.3.2 การสะสมโลหะหนักในดิน

ผลวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำรดในช่วงเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 3-22 ค่าโลหะหนักในดินก่อนและหลังการเพาะปลูกได้แสดงในตารางที่ 3-23

ตารางที่ 3-22 โลหะหนักในน้ำที่ใช้ปลูกผักคะน้าในแปลงเกษตรกรรมจริง

การเพาะปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในน้ำ (มก./มล.)			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1 (4 – 28 ก.พ. 43) n = 2	AL	0	0	0	0.025±0.007
	GWpd	0.002±0.000 ⁽¹⁾	0	0	0.020±0.000
2 (25 เม.ย.-22 พ.ค. 43) n = 4	AL	0	0.016±0.021	0.003±0.003	0.021±0.022
	GWpd	0	0.001±0.001	0.005±0.001	0.008±0.01
3 (26 มิ.ย.-28 ก.ค.43) n = 4	AL	0	0.006±0.007	0	0.019±0.010
	GWpd	0	0.027±0.023	0	0.014±0.008
4 (8 ส.ค. –14 ก.ย.43) n = 4	AL	0	0.009±0.014	0.001±0.002	0.066±0.063
	GWpd	0	0	0	0.019±0.010
5 (6 ก.พ. – 9 มี.ค.44) n = 4	AL	0.004±0.006	0.005±0.010	0	0.018±0.012
	GWpd	0.005±0.004	0.005±0.010	0	0.020±0.000

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3-23 โลหะหนักในดินที่ใช้ปลูกผักคะน้าในแปลงเกษตรกรรมจริง

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในดิน (ม.ก.ก./ก.ดินแห้ง)							
		Cd		Pb		Cu		Zn	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1 (4 – 28 ก.พ. 43)	AL	$0.4 \pm 0.3^{(1)}$	0	33 ± 3.0	36 ± 3.0	22 ± 0.5	20 ± 1.4	71 ± 3.2	70 ± 4.0
	GWpd	0.3 ± 0.3	0	32 ± 3.4	34 ± 2.5	22 ± 1.8	20 ± 1.3	70 ± 3.9	66 ± 4.4
2 (25เม.ย.-22พ.ค. 43)	AL	0	0 ± 0.2	34 ± 3.2	33 ± 2.3	21 ± 1.5	20 ± 1.6	68 ± 2.9	69 ± 1.4
	GWpd	0	0.1 ± 0.2	33 ± 3.4	35 ± 3.3	21 ± 0.9	21 ± 1.1	68 ± 3.5	71 ± 2.0
3 (26 มี.ย.-28 ก.ค.43)	AL	0.4 ± 0.1	0	36 ± 1.9	29 ± 2.6	21 ± 0.7	22 ± 0.6	71 ± 1.3	67 ± 2.8
	GWpd	0.5 ± 0.1	0	36 ± 2.5	30 ± 3.0	21 ± 1.6	21 ± 0.8	73 ± 2.9	68 ± 2.1
4 (8 ส.ค. – 14 ก.ย.43)	AL	0	0	29 ± 2.6	33 ± 2.2	22 ± 0.6	23 ± 2.8	67 ± 2.8	68 ± 2.0
	GWpd	0	0	30 ± 3.0	33 ± 1.5	21 ± 0.8	21 ± 1.1	68 ± 2.1	67 ± 2.6
5 (6 ก.พ. – 9 มี.ค.44)	AL	0	0	36 ± 1.3	35 ± 1.8	23 ± 0.6	23 ± 0.2	70 ± 2.0	76 ± 1.2
	GWpd	0	0	37 ± 1.3	35 ± 1.8	23 ± 1.7	22 ± 0.6	71 ± 2.7	73 ± 0.6
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (Webber และคณะ, 1983)		3		100		100		300	

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n = 6

จากตารางที่ 3-22 พบว่าน้ำที่ใช้ในการปลูกผักคะน้าในแปลงทดลองเกษตรกรรมจริง 5 ครั้งทั้งน้ำ AL และ GWpd มีปริมาณโลหะหนัก Cd, Pb, Cu และ Zn อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุด (มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่มีใช้ทะเลประเภท 3) ยกเว้นน้ำ GWpd ในการปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 5 มีค่าสูงกว่าค่าความปลอดภัยประมาณ 3 และ 5 เท่า ตามลำดับ

จากตารางที่ 3-23 พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด มีระดับต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดค่อนข้างมากทั้งก่อนและหลังการปลูกมีค่าคงที่ซึ่งแสดงว่าไม่มีการสะสมของโลหะทั้ง 4 ชนิดเพิ่มมากขึ้น

3.3.3.3 การสะสมพยาธิในดิน

จากการปลูกผักคะน้าในแปลงเกษตรกรรมจริงโดยใช้น้ำ GWpd และน้ำ AL ปลูกเปรียบเทียบกัน โดยแปลงปลูกผักอาจมีการปลูกสลับกะหล่ำปลีบ้างเป็นบางครั้ง แต่แปลงที่เคยใช้น้ำ GWpd ก็ใช้น้ำ GWpd เหมือนเดิม ผลการตรวจการสะสมของพยาธิในดินของการปลูกคะน้าทั้ง 5 ครั้ง ได้แสดงในตารางที่ 3-24

เมื่อพิจารณาในการรวมภาพจะเห็นได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันในการปนเปื้อนของพยาธิ โดยเฉพาะพยาธิปากขอเมื่อใช้น้ำบาดาลและน้ำ AL และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างก่อนการปลูกและหลังการปลูก ผลกระทบในแง่การสะสมไข่และหนอนพยาธิจากการใช้น้ำทิ้งเพาะปลูกไม่ได้แตกต่างจากการใช้น้ำธรรมชาติ (GWpd) ที่ปลอดภัยแต่อย่างใด

3.3.3.4 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

แปลงทดลองที่ใช้ปลูกผักคะน้าได้สลับใช้งานคือ ระยะเวลาใช้ปลูกผักคะน้าครั้งที่ 1 ถึง 4 จากนั้นสลับปลูกกะหล่ำปลีครั้งที่ 1 และปลูกผักคะน้าครั้งที่ 5 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการปลูกได้แสดงในตารางที่ 3-25

ตารางที่ 3-24 ผลเฉลี่ยการตรวจหาพยาธิในดินก่อนและหลังการปลูกผักคะน้า

ปลูก ครั้งที่	ชนิดของ น้ำรดแปลง	วิธีตรวจ	ผลของพยาธิ/ดิน 100 กรัม	
			ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	GWpd	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	Neg. Neg. 20 UFLN	400 UFLN 4 UFLN, 1 HW 93 UFLN
	AL	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	Neg. Neg. 20 UFLN	800 UFLN 1 UFLN 307 UFLN, 27 HW
2	GWpd	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	200 UFLN 2 UFLN 222 UFLN	67 UFLN 42UFLN 787 UFLN, 47 HW
	AL	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	Neg. 6 UFLN 387 UFLN	133 UFLN 30 UFLN 880 UFLN, 40 HW
3	GWpd	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	67 UFLN 2,000 UFLN 60 UFLN, 13 HW	133 UFLN, 67HW 15 UFLN 147 UFLN
	AL	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	Neg. 600 UFLN 113 UFLN	133 UFLN, 67 HW 39 UFLN 260 UFLN, 7 HW
4	GWpd	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	133 UFLN, 67 HW 15 UFLN 147 UFLN	Neg. 77 UFLN 280 UFLN, 7 HW
	AL	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	133 UFLN, 6 HW 39 UFLN 260 UFLN, 7 HW	Neg. 32 UFLN, 1 HW 233 UFLN, 13 HW
5	GWpd	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	200 UFLN 59 UFLN 1,013 UFLN,80HW	133 UFLN 78 UFLN 647 UFLN,27 HW
	AL	Sed. Meth. Centrifuge Floatation Baermann	67 UFLN 12 UFLN 373 UFLN,7 HW	133 UFLN 123 UFLN 467 UFLN,27 HW

หมายเหตุ UFLN Unidentified Free Living Nematode

HW Hookworm Larva

Neg ตรวจไม่พบ

ตารางที่ 3-25 คุณสมบัติทางเคมีของดินแปลงทดลองปลูกกะน้าแปลงเกษตรกรรมจริง

ตัวอย่างดิน จากแปลงที่ใช้น้ำ	คุณสมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	OM (%)	N (%)	P (มก.ก./ก.)	K (มก.ก./ก.)
ก่อนเพาะปลูกครั้งที่ 1	6.3	0.99	ND	65	199
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 1					
AL R1	6.7	1.33	ND	32	163
R2	6.3	1.13	ND	39	158
GWpd R1	6.5	1.16	ND	30	129
R2	6.7	0.90	ND	24	103
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 2					
AL R1	6.0	1.54	0.07	65	210
R2	6.0	1.34	0.08	45	200
GWpd R1	6.0	1.41	0.07	49	242
R2	6.1	1.44	0.07	59	180
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 3					
AL R1	6.1	1.27	0.06	40	141
R2	6.1	1.10	0.06	31	137
GWpd R1	6.1	1.10	0.06	30	140
R2	6.0	1.00	0.05	27	119
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 4					
AL R1	6.0	1.54	0.08	63	189
R2	6.0	1.24	0.06	54	180
GWpd R1	6.0	1.31	0.06	52	178
R2	6.0	1.18	0.06	50	157
ก่อนเพาะปลูกครั้งที่ 5					
AL R1	6.0	1.27	0.06	56	119
R2	5.9	1.18	0.06	58	115
GWpd R1	5.9	1.11	0.05	49	118
R2	5.4	1.27	0.06	44	141
หลังเพาะปลูกครั้งที่ 5					
AL R1	6.0	1.15	0.08	65	179
R2	5.9	1.36	0.06	62	170
GWpd R1	5.8	1.42	0.07	57	176
R2	5.6	1.30	0.06	61	182

หมายเหตุ ND ไม่ได้วิเคราะห์

R1 ซ้ำที่ 1

ดินก่อนปลูกมีลักษณะที่เป็นกลางคือ มี pH 6.3 มีอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ คือต่ำกว่า 1.5% ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินอยู่ในระดับที่สูงมากคือ เกิน 45 มก.ก./ก. และ 120 มก.ก./ก. ขึ้นไป ตามลำดับ หลังจากการปลูกคะน้าครั้งที่ 1 ไปแล้ว pH มีค่าสูงขึ้นยกเว้นของที่ใช้ น้ำ AL R2 ซึ่งคงเดิม แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่เป็นกลาง อินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นแต่ก็อยู่ในช่วงปริมาณต่ำ ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินก็ลดลงจากก่อนปลูก ฟอสฟอรัสลดลงค่อนข้างมากกว่าของโปแตสเซียมคือลดลงประมาณ 50% ฟอสฟอรัสลดลงจากระดับที่เป็นประโยชน์สูงมากลงมาอยู่ที่ระดับค่อนข้างสูงถึงสูง ส่วนโปแตสเซียมถึงแม้ว่ามีการลดลง แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่สูงมากอยู่

หลังการปลูกคะน้าครั้งที่ 2 ค่า pH ของดินที่ใช้ น้ำทั้งสองชนิดมี pH ลดลงมาอยู่ที่ช่วง 6.0-6.1 แต่ก็ยังอยู่ในระดับของดินที่เป็นกลางอยู่ สำหรับค่าอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่ยังจัดว่าอยู่ในระดับที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ค่าไนโตรเจนรวมที่ระดับ 0.07-0.08% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินเพิ่มขึ้นจากระดับค่อนข้างสูงถึงสูงไปอยู่ที่ระดับสูงมาก ขณะที่โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินก็เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่สูงมากเช่นเดียวกันกับก่อนการปลูกครั้งที่ 2 หลังการปลูกครั้งที่ 3 นั้นพบว่า ค่า pH ในดินยังอยู่ในระดับใกล้เคียงกับหลังเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และก็อยู่ในระดับของดินเป็นกลาง อินทรีย์วัตถุในดินก็พบว่าลดลงเล็กน้อย และก็อยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจนรวมลดลงเล็กน้อยมาอยู่ที่ช่วง 0.05-0.06% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินลดลงมาอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง ส่วนโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินนั้นถึงแม้ว่าลดลงเช่นกัน แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่สูงมากอยู่ หลังการปลูกครั้งที่ 4 นั้นพบว่าค่า pH ในดินลดลงอีกเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในระดับของดินที่เป็นกลาง คือค่า pH อยู่ที่ 6.0 อินทรีย์วัตถุในดินพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจนรวมส่วนใหญ่ยังมีค่าใกล้เคียงกับหลังการปลูกครั้งที่ 3 ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินที่ใช้ น้ำทั้งสองชนิดพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ฟอสฟอรัสนั้นเพิ่มจากระดับที่ค่อนข้างสูงถึงสูงไปอยู่ที่ระดับสูงมาก ขณะที่โปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินก็มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์สูงมากเช่นเดียวกันกับหลังเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3

ดินก่อนการเพาะปลูกครั้งที่ 5 ซึ่งเป็นหลังการปลูกกะหล่ำปลี พบว่าดินที่ใช้ น้ำทั้งสองชนิดมีค่า pH อยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลาง อินทรีย์วัตถุในดินมีค่าอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจนรวมอยู่ในช่วง 0.05-0.06% ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีค่าอยู่ในระดับสูง หลังการเพาะปลูกครั้งที่ 5 พบว่าค่า pH ของดินที่ใช้ น้ำทั้งสองชนิดยังอยู่ใกล้เคียงกับก่อนการปลูกครั้งที่ 5 คือส่วนใหญ่ก็อยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลาง อินทรีย์วัตถุก็เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ว่าก็ยังอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณไนโตรเจนรวมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่าฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีค่าที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่สูงมากเช่นเดิม

โดยสรุป เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของดินที่ทำการปลูกผักต่อเนื่องโดยใช้น้ำ AL และ GWpd นั้น พบว่าการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารดังกล่าวของดินที่ใช้น้ำ AL และ GWpd นั้นมีลักษณะที่คล้ายกัน ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าน้ำ AL ไม่ได้มีผลกระทบกับคุณสมบัติทางเคมีของดินที่มากไปกว่าของน้ำ GWpd ค่า pH ที่ค่อย ๆ ลดลงจากก่อนเริ่มต้นการปลูกจากที่อยู่ในระดับที่เป็นกลางจนกระทั่งลงมาอยู่ที่ระดับเป็นกรดปานกลางก็คงเป็นผลเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องนั่นเอง ในกรณีอินทรีย์วัตถุนั้นก็พบว่ามีค่าที่เพิ่มขึ้นจากตอนเริ่มต้นทดลองครั้งที่ 1 แต่ก็ค่อนข้างจะคงที่มีการเพิ่มขึ้นและลดลงบ้างแต่ก็ไม่มากถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยคอกให้กับผักที่ทดลองอยู่บ้างแต่ก็ถือว่าเป็นการใส่ในอัตราที่ต่ำมาก ส่วนค่าฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินนั้นก็พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงบ้างในแต่ละครั้งของการปลูก ทั้งนี้เพราะว่าก่อนเริ่มทำการทดลองธาตุอาหารทั้งสองตัวนี้มีปริมาณอยู่ในดินสูงในระดับที่สูงมากอยู่แล้ว เพราะเป็นดินที่เกษตรกรปลูกผักและมีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อเนื่องมาก่อน และเมื่อทำการทดลองต่อเนื่องก็ยังคงมีการใส่ปุ๋ยเคมีอยู่

3.3.4 ด้านการปนเปื้อนต่อผลผลิต

3.3.4.1 โลหะหนัก

โลหะหนักในตัวอย่างผักคะน้าจากการปลูกทั้ง 5 ครั้ง ได้แสดงในตารางที่

3-26

จากตารางที่ 3-26 พบว่า ตลอดการทดลองปลูกผักคะน้าทั้ง 5 ครั้งติดต่อกันเป็นเวลากว่า 1 ปี ปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในผักคะน้ามีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยสูงสุดอยู่ค่อนข้างมากและมีค่าค่อนข้างคงที่ โดยไม่พบข้อแตกต่างระหว่างโลหะหนักในผักคะน้าที่รดด้วยน้ำทั้ง 2 ชนิดแต่อย่างใด

3.3.4.2 พยาธิ

หลังจากการเก็บเกี่ยวผักคะน้าแต่ละครั้งได้ตรวจหาพยาธิ ผลวิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 3-27

ตารางที่ 3-26 โลหะหนักในผักคะน้าที่ปลูกในแปลงเกษตรกรรมจริง

ปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำ ที่ใช้	ปริมาณโลหะหนักในผักคะน้า (มก.ก./100 ก.น.น.สด)			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1 (4 - 28 ก.พ. 43)	AL	$0.8 \pm 0.6^{(1)}$	0	43 ± 4.7	394 ± 71
	GW _{sw}	1.1 ± 0.4	0	39 ± 5.5	384 ± 63
2 (25 เม.ย. - 22 พ.ค. 43)	AL	0.6 ± 0.5	0.2 ± 0.3	29 ± 3.4	250 ± 24
	GW _{sw}	1.1 ± 1.0	1.1 ± 1.3	28 ± 6.7	277 ± 58
3 (26 มิ.ย. - 28 ก.ค. 43)	AL	1.0 ± 0.6	0.1 ± 0.3	36 ± 4.8	368 ± 39
	GW _{sw}	0.8 ± 1.0	0.3 ± 0.9	34 ± 3.5	382 ± 32
4 (8 ส.ค. - 14 ก.ย. 43)	AL	0.8 ± 0.6	0	24 ± 4.3	281 ± 26
	GW _{sw}	0.9 ± 0.6	0	26 ± 6.1	279 ± 65
5 (6 ก.พ. - 9 มี.ค. 44)	AL	0	0	33 ± 3.6	333 ± 6.5
	GW _{sw}	0	0	34 ± 2.5	303 ± 4.4
ค่าความปลอดภัยสูงสุด (APFAN, 1994)		5	200	1,000	15,000

หมายเหตุ (1) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3-27 ผลการตรวจหาพยาธิในผักคะน้า

วันเดือนปี	ครั้งที่	ผลเฉลี่ยของพยาธิ/ผัก 100 ก.น.น.สด	
		แปลงที่ใช้น้ำบาดาล GWpd	แปลงที่ใช้น้ำ AL
28 ก.พ. 2543	1	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
22 พ.ค. 2543	2	15 UFLN	18 UFLN
28 ก.ค. 2543	3	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
14 ก.ย. 2543	4	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ
9 ม.ค. 2544	5	ตรวจไม่พบพยาธิ	ตรวจไม่พบพยาธิ

จากผลการตรวจหาพยาธิในผักคะน้าที่ได้จากแปลงเกษตรกรรมจริงทั้ง 5 ครั้ง พบว่าผักคะน้าที่ได้จากการปลูกโดยน้ำ AL น่าจะปลอดภัยจากโรคพยาธิ และไม่แตกต่างจากผักที่ปลูกโดยน้ำบาดาลแต่อย่างใด

เพื่อตรวจสอบว่าผลผลิตที่ได้จากการใช้น้ำทิ้งจากโรงบำบัดน้ำเสียมีความปลอดภัยจากการติดเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารร้ายแรง จึงทำการเพาะเชื้อแบคทีเรียที่เป็นอันตรายในผักคะน้าที่ได้จากการปลูกครั้งที่ 4 ผลการตรวจแบคทีเรียได้แสดงในตารางที่ 3-28

ตารางที่ 3-28 ผลการตรวจหาแบคทีเรียในผักคะน้าจากการปลูกครั้งที่ 4

แปลงปลูกที่	ชนิดของน้ำที่ใช้รดผัก			
	GWpd (1)	GWpd (2)	AL (1)	AL (2)
1	NO S,S,C	NO S,S,C	NO S,S,C	NO S,S,C
2	NO S,S,C <i>A. hydrophila</i>	NO S,S,C <i>A. hydrophila</i>	NO S,S,C <i>A. hydrophila</i>	NO S,S,C
3	NO S,S,C	NO S,S,C	NO S,S,C <i>A. hydrophila</i>	NO S,S,C <i>P. aeruginosa</i>

หมายเหตุ No S,S,C ไม่พบ Salmonella, Shigella, Cholera

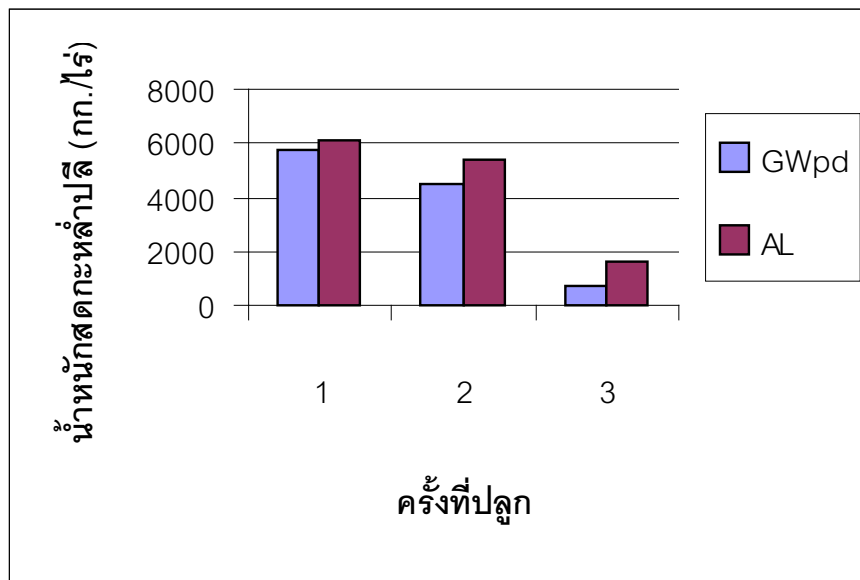
จากการเพาะเชื้อแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อคนในผักที่รดด้วยน้ำ GWpd จำนวน 6 แปลง และน้ำ AL จำนวน 6 แปลง โดยผัสดังกล่าวเก็บจากแปลงทดลองเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว และยังไม่ผ่านการล้างน้ำสะอาดก่อนนำมาสับให้ละเอียด แล้วนำผักลงเพาะเชื้อแบคทีเรีย ผลการตรวจสอบพบว่า ไม่พบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงร้ายแรง เช่น Salmonella, Shigella, Cholera แต่พบเชื้อที่อาจทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารที่ไม่ร้ายแรงได้ในผักที่รดด้วยน้ำทั้ง 2 ชนิด สรุปแล้วผักคะน้าที่รดด้วยน้ำทั้ง AL มีความปลอดภัยจากเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารร้ายแรงได้ดีเช่นเดียวกับผักที่ปลูกโดยใช้น้ำบาดาล

3.4 ผลการวิจัยในการปลูกกะหล่ำปลี

3.4.1 ด้านเกษตรกรรม

3.4.1.1 ผลผลิต

ผลผลิตจากการปลูกกะหล่ำปลีทั้ง 3 ครั้ง ได้แสดงในรูปที่ 3-23 ข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงในตารางที่ 3-29



รูปที่ 3-23 ผลผลิตเฉลี่ยกะหล่ำปลีจากแปลงเกษตรกรรมจริง

ตารางที่ 3-29 ข้อมูลผลผลิตของกะหล่ำปลีในแปลงเกษตรกรรมจริง

ชนิดน้ำที่ใช้ เพาะปลูก	น้ำหนักสด (กก./ไร่)		
	ครั้งที่ 1 (คะน้ำยอด)	ครั้งที่ 2 (คะน้ำใบ)	ครั้งที่ 3 (คะน้ำใบ)
GWpd	5725.0	4519.0	748.7
AL	6128.0	5387.0	1580.0
LSD (0.05)	NS	NS	NS
CV (%)	22.20	12.11	27.45

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

LSD (Least Significant Differentiation) คือค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบแต่ละวิธีการแล้วแตกต่างกัน

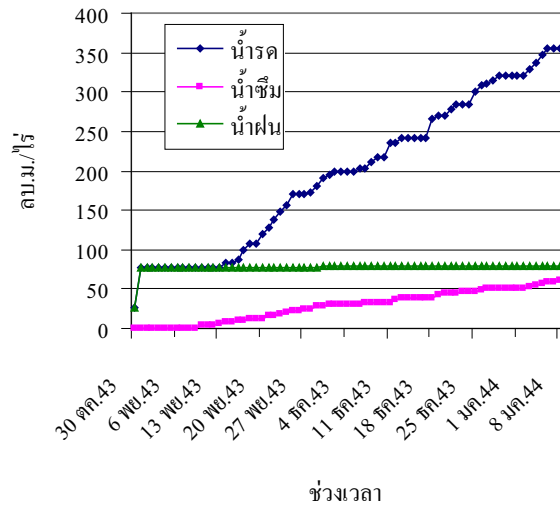
CV. (Coefficient of Variation) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งได้จากการนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปหารด้วยค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย 100

ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่จากการปลูกครั้งที่ 1-3 นั้น กะหล่ำปลี (ลูกผสมพันธุ์ TARA) ที่ปลูกโดยน้ำ AL ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าน้ำ GWpd เล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกครั้งที่ 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าครั้งที่ 2 และ 3 เนื่องจากการปลูกในฤดูปกติ ในการปลูกครั้งที่ 3 เป็นฤดูร้อนจึงทำให้น้ำหนักเฉลี่ยต่ำกว่าครั้งที่ 1 อย่างมาก และต้องรีบเก็บเกี่ยวขณะที่กะหล่ำปลีอยู่ในระยะเริ่มห่อหัวเท่านั้น ยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่ เพราะเกิดน้ำท่วมขังแปลงเพาะปลูก (ซึ่งจะทำให้กะหล่ำปลีเน่าเสียหายได้)

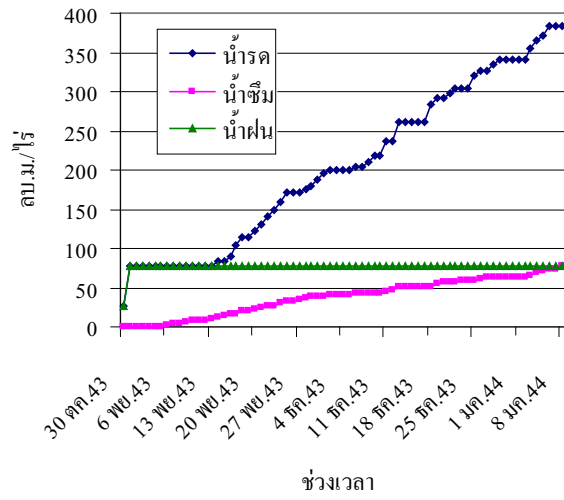
3.4.2 ด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ

3.4.2.1 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

ข้อมูลการแปรผันของปริมาณน้ำในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีแปลงทดลองเกษตรกรรมจริงทั้ง 3 ครั้ง แสดงไว้ในรูปที่ 3-24 ค่าโดยสรุปได้แสดงในตารางที่ 3-30

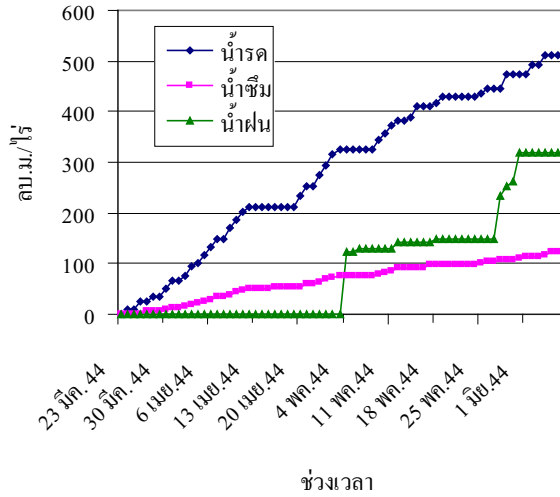


ก.1 ใช้ น้ำ GWpd

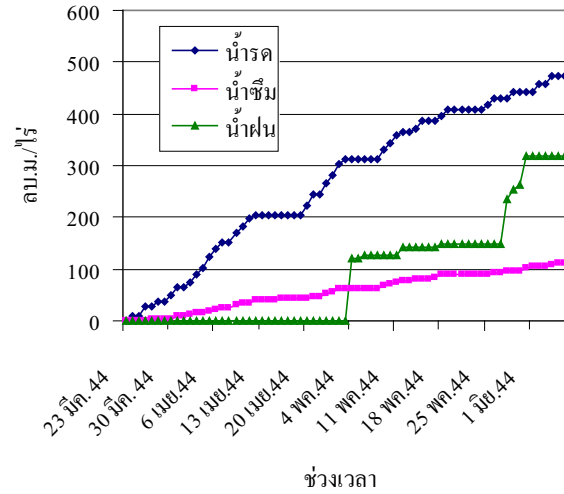


ก.2 ใช้ น้ำ AL

ก. ครั้งที่ 1



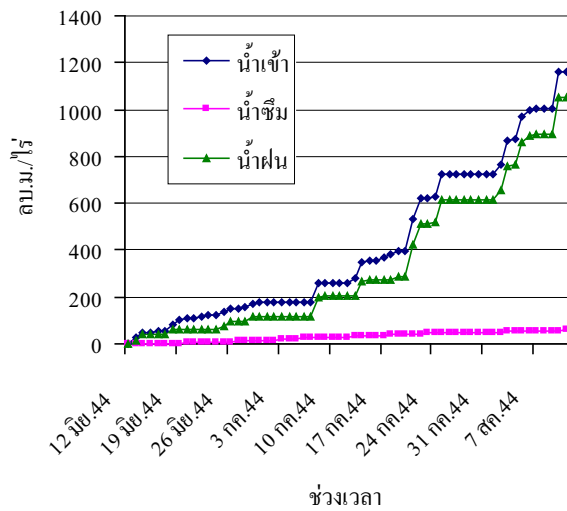
ข.1 ใช้ น้ำ GWpd



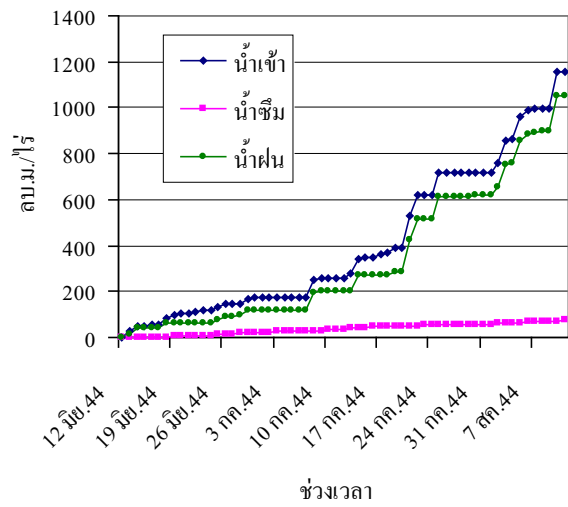
ข.2 ใช้ น้ำ AL

ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 3-24 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกสะสมจากแปลงปลูกกะหล่ำปลี



ค.1 ใช้น้ำ GWpd



ค.2 ใช้น้ำ AL

ค. ครั้งที่ 3

รูปที่ 3-24 ปริมาณน้ำเข้าและน้ำซึมออกสะสมจากแปลงปลูกกะหล่ำปลี (ต่อ)

ตารางที่ 3-30 ปริมาณน้ำในการปลูกกะหล่ำปลีแปลงเกษตรกรรมจริง

การเพาะปลูกครั้งที่	ชนิดน้ำที่ใช้รด	ปริมาณน้ำเข้า, ลบ.ม./ไร่			ปริมาณน้ำซึม ลบ.ม./ไร่	ปริมาณน้ำซึม ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %	ปริมาณน้ำรด ต่อน้ำเข้า ทั้งหมด, %
		น้ำรด	น้ำฝน	น้ำเข้ารวม			
1	GWpd	276.31	78.4	354.71	61.14	17.2	77.9
	AL	305.39	78.4	383.79	77.32	20.2	79.6
2	GWpd	510.18	320	830.18	122.35	14.7	61.4
	AL	471.79	320	791.79	110.79	14.0	59.6
3	GWpd	109.28	1,049.6	1,158.88	59.76	5.2	9.4
	AL	103.25	1,049.6	1,152.85	75.66	6.6	9.0

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าปริมาณน้ำเข้ารวมมีค่าแตกต่างกันมากในแต่ละช่วงการเพาะปลูก ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำฝนที่เข้าแปลงซึ่งแปรผันมากในการปลูกแต่ละครั้ง สำหรับปริมาณน้ำรดทั้งสองประเภทในแต่ละช่วงเวลาการเพาะปลูกก็จะแตกต่างกัน กล่าวคือ ช่วงการเพาะปลูกครั้งที่ 1 : มีปริมาณน้ำรด 270-305 ลบ.ม./ไร่ ครั้งที่ 2 : มีปริมาณน้ำรด 470-570 ลบ.ม./ไร่ และครั้งที่ 3 : มีปริมาณน้ำรด 103-109 ลบ.ม./ไร่ ปริมาณน้ำซึมมีค่าในช่วง 60-125 ลบ.ม./ไร่ ในการเพาะปลูกทั้งสามครั้ง ในการเพาะปลูกครั้งที่ 3 มีปริมาณน้ำฝนสูงมาก แต่ปริมาณน้ำซึมน้อย อาจเนื่องจากน้ำฝนส่วนใหญ่ไหลล้นลงสู่ทางระบายน้ำข้างแปลงเพาะปลูก อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำรดในการเพาะปลูกครั้งนี้น้อยกว่าการเพาะปลูกครั้งที่ 1 และ 2 มาก

3.4.2.2 คุณภาพน้ำรดและน้ำซึมออกจากแปลงทดลอง

การแปรผันของพารามิเตอร์สำคัญ (บีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจนในเตรท ไนโตรเจนในโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน) ในน้ำรดและน้ำซึมได้แสดงในรูปที่ 3-25 ถึง 3-28 ค่าโดยสรุปได้แสดงในตารางที่ 3-31

ค่า pH ในน้ำรด AL มีค่าสูงกว่าน้ำรด GWpd จึงทำให้ในน้ำซึม AL มีค่า pH สูงกว่าน้ำซึม GWpd ในการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์สารในรูป BOD ในน้ำซึม GWpd จะมีค่าสูงขึ้นจาก น้ำรด ในขณะที่ค่า BOD ในน้ำซึม GWpd มีค่าน้อยกว่าค่า BOD ของน้ำซึม AL นอกจากนี้การเปลี่ยนอินทรีย์สารในรูป COD ของน้ำซึม AL มีค่าลดลงจากน้ำรดอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย การดูดติดที่เม็ดดิน หรือกลไกอื่น ๆ ตามธรรมชาติในขณะที่ซึมผ่านชั้นดินรวมถึงการถูกดึงไปใช้โดยพืช ในขณะที่ค่า COD ในน้ำซึม GWpd มีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการชะล้างเอาสิ่งปนเปื้อนจากดินออกมา จึงทำให้มีค่า COD สูงขึ้นนั่นเอง

ในส่วนการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน ปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรท และ TKN มีค่าเพิ่มมากขึ้นในน้ำซึมของน้ำรดทั้งสองประเภท ซึ่งไนโตรเจนในน้ำซึมส่วนใหญ่มาจากรูปแบบของไนโตรทไนเตรทซึ่งมีความเป็นมลพิษต่อน้ำใต้ดินกรณีจะนำไปบริโภค อนึ่ง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีค่าไม่แตกต่างกันในน้ำซึมน้ำรดของน้ำทั้งสองประเภท