

ผลกระทบของปุ๋ยซัลเฟตต่อผลผลิตข้าวพันธุ์สกลนครและศักยภาพในการทำให้โลกร้อน

Effects of Sulfate Fertilizer on Rice Yields (Sakol Nakhon varieties)
and Global Warming Potential

จำนงค์ ตระกูลรัมย์ (Jamnong Tragoolram)* พัทรี แสงจันทร์ (Patcharee Saenjan)**

บทคัดย่อ

ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตซัลเฟตเป็นปุ๋ยที่ใช้อย่างกว้างขวางสำหรับการผลิตข้าวในประเทศไทย ในขณะเดียวกันมีรายงานว่าซัลเฟตสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราซัลเฟตต่อผลผลิตข้าวพันธุ์สกลนคร การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดฤดูปลูก และศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน ซึ่งได้ทำการทดลองในแปลงนา จังหวัดขอนแก่น โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตซัลเฟต (16-20-0, ซัลเฟต 42%) ในปริมาณซัลเฟต 4 อัตรา คือ 0, 100, 200 และ 300 kg SO₄ ha⁻¹ และมีการขังน้ำตลอดฤดูปลูก ผลการทดลองพบว่าปริมาณซัลเฟตทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์สกลนครสูงอยู่ในช่วง 7.7 – 8.4 t ha⁻¹ ซึ่งเพิ่มขึ้น 4 เท่าเมื่อเทียบกับค่าควบคุมที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย แต่ไม่มีผลต่อการลดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน ในนาดินเหนียวปนทรายแป้ง

ABSTRACT

Ammonium phosphate sulfate fertilizer is widely used for rice production in Thailand. Reduction of methane emission by sulfate from paddy field was previously reported. This study aimed to investigate the effect of different rates of sulfate (SO₄) on rice yields, seasonal methane emission (SME) and global warming potential (GWP). The experiment was conducted in farmer's rice field in Khon Kaen province. Ammonium phosphate sulfate (16-20-0, 42% SO₄) fertilizer was applied at the rate of 0, 100, 200, and 300 kg SO₄ ha⁻¹. The results showed that application of fertilizer containing SO₄ gave higher yields with a range of 7.7 – 8.4 t ha⁻¹, these are 4 times of control with no fertilizer. Application of sulfate had no effect on methane emission and GWP reduction in silty-clay rice soil.

คำสำคัญ: ซัลเฟต ผลผลิตข้าว ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน

Key Words: sulfate, rice yield, GWP

* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกข้าวเป็นหลัก ซึ่งมีกำลังการผลิตข้าวมากเป็นอันดับ 6 (ประมาณ 19 ล้านตัน/ปี) และเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 1 ของโลก (จับตาเอเชียตะวันออก, 2553) แต่ข้าวเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน Liou et al. (2003) รายงานว่าทั้งโลกมีการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมด 410 - 660 ล้านตันต่อปี ซึ่งมาจากการปลูกข้าวในนาข้าวถึง 25.4 - 54 ล้านตันต่อปี

ซัลเฟตสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ เนื่องจากมีการแข่งขันแย่งอาหารกันระหว่างจุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซที่มีเทนและจุลินทรีย์ที่ใช้ซัลเฟต และซัลเฟตก็เป็นธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตข้าว โดยที่ซัลเฟตเป็นสารประกอบซัลเฟอร์มีความจำเป็นต่อการสร้างกรดอะมิโนและโปรตีน ก่อนหน้านี้นี้มีรายงานการทดลองในสนามเกี่ยวกับการใช้ซัลเฟตอัตราต่างๆ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 (ซัลเฟต 42%) ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และการปล่อยก๊าซมีเทน (Ro, 2011) ในทำนองคล้ายกันมีการทดลองในกระถางโดยใช้สารประกอบซัลเฟอร์ในชนิดและอัตราที่ต่างกันเพื่อลดก๊าซมีเทนในดินนาที่ปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (รัตติยา, 2544) แต่ยังไม่มีการใช้ซัลเฟตต่อข้าวเหนียวพันธุ์สกลนคร งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราซัลเฟตต่อผลผลิตข้าวพันธุ์สกลนคร การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดฤดูปลูก และศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ทำการทดลองในพื้นที่โครงการชลประทานหนองหวาย จ.ขอนแก่น ในฤดูนาปรัง (มกราคมถึงพฤษภาคม) 2554 เป็นชุดดินศรีสงคราม เนื้อดินเหนียวปนทรายแป้ง, pH 5.1, การนำไฟฟ้า 0.04 dS/m, ไนโตรเจนทั้งหมด 0.8%, อินทรีย์คาร์บอนในดิน 1.0%,

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3 ppm, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน 14.0 cmol/kg

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) มี 4 ดำรับๆ ละ 3 ซ้ำ ปุ๋ยที่มีซัลเฟตเป็นองค์ประกอบที่ใช้ทดลองในครั้งนี้ คือ แอมโมเนียมฟอสเฟตซัลเฟตสูตร 16-20-0 (ซัลเฟต 42%) อัตราของซัลเฟต ได้แก่ 1) ควบคุม ไม่ใส่ปุ๋ยซัลเฟต 2) ใส่ซัลเฟตอัตรา 100 kg ha⁻¹ (ปุ๋ย 16-20-0 ปริมาณ 238 kg ha⁻¹) 3) ใส่ซัลเฟตอัตรา 200 kg ha⁻¹ (ปุ๋ย 16-20-0 ปริมาณ 476 kg ha⁻¹) และ 4) ใส่ซัลเฟตอัตรา 300 kg ha⁻¹ (ปุ๋ย 16-20-0 ปริมาณ 714 kg ha⁻¹) ทุกดำรับที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตซัลเฟตมีปริมาณ N, P₂O₅ และ K₂O เท่ากันยกเว้นอัตราซัลเฟต โดยใส่ปุ๋ยโคแอมโมเนียมฟอสเฟตสูตร 18-46-0, ยูเรีย (N 46%), หินฟอสเฟต (P₂O₅ 3%) และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl, K₂O 60%) สุดท้ายทุกดำรับทดลองที่ใส่ซัลเฟตจะได้รับ N, P₂O₅ และ K₂O เท่ากับ 123, 188 และ 75 kg ha⁻¹ ตามลำดับ ยกเว้นดำรับควบคุมที่ไม่ได้รับปุ๋ยใดๆ

ก่อนทดลองมีการไถกลบตอซังทิ้งไว้ในดิน 2 สัปดาห์ ทำเทือก ขึ้นรูปแปลงทดลองขนาด 4 x 4 ม. 12 แปลง คราดหน้าดินให้เรียบ ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สกลนครโดยวิธีการหว่านข้าวงอกอัตรา 20 กก.ต่อไร่ มีการใส่ปุ๋ยสองครั้ง ครั้งแรกใส่วันปลูก (22 มกราคม 2554) และครั้งที่สองเมื่อข้าวอายุ 51 วัน (14 มีนาคม 2554)

ขังน้ำให้สูงประมาณ 7 - 10 ซม. ตลอดฤดูปลูก มีการกำจัดวัชพืชและดูแลรักษาให้ปลอดโรคและแมลง เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวเมื่ออายุ 109 วัน จากพื้นที่ 1x1 ม. เกี่ยวข้าว 2 ซ้ำต่อแปลงทดลอง และหาผลผลิตข้าว (ความชื้น 14%)

เก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนสัปดาห์ละครั้งโดยวิธี chamber method (Minamikawa et al. 2005) เพื่อหาความเข้มข้นของก๊าซมีเทนด้วยเครื่อง gas chromatograph (Shimadzu GC14B) ซึ่งติดตั้งเครื่อง flame ionization detector (FID) คำนวณหาผลรวมของ

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก (SME) (หน่วยเป็น $\text{kgCH}_4\text{ha}^{-1}\text{season}^{-1}$) และศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (GWP) (หน่วยเป็น $\text{kgCO}_2\text{-e ha}^{-1}$) โดยใช้ค่า GWP ของก๊าซมีเทน 23 (IPCC, 2001)

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ารับการทดลองโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ด้วยโปรแกรม Statistix 8

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลผลิตข้าว

จากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตซัลเฟตทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นในช่วง $7.7 - 8.4 \text{ t ha}^{-1}$ ในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้รับปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวเพียง 1.9 t ha^{-1} จากรายงานของกรมการข้าว ผลผลิตข้าวพันธุ์สกลนครที่ได้จากการใส่ปุ๋ยในปริมาณและเวลาที่เหมาะสม เฉลี่ยทั่วประเทศได้ผลผลิตข้าว 467 kg rai^{-1} หรือ 2.9 t ha^{-1} (กรมการข้าว, 2553)

ซึ่งจะเห็นว่าผลผลิตข้าวที่ได้จากการทดลองสูงกว่าผลผลิตข้าวเฉลี่ยทั่วประเทศมากกว่า 2 เท่า อาจเนื่องมาจากมีการใช้ปุ๋ยในชนิดและอัตราที่ต่างกัน อีกทั้งมีการจัดการและดูแลที่ต่างกัน

การทดลองของ Ro (2011) ซึ่งมีค่ารับทดลองคืออัตราปุ๋ยซัลเฟตที่คล้ายกับการทดลองนี้ แต่ทำการทดลองในดินนาร่วมกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่าผลผลิตข้าวสูงที่สุด 4.1 t ha^{-1} ซึ่งต่ำกว่าผลผลิตข้าวที่ได้จากงานทดลองนี้ 2 เท่า อาจอธิบายได้ว่าดินในการทดลองนี้ซึ่งเป็นดินเหนียวสามารถตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยซัลเฟตได้ดีกว่าดินร่วน จึงให้ผลผลิตข้าวในการทดลองนี้สูงกว่ามาก

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน

จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูกจากดินที่ได้รับอัตราซัลเฟต 0 – 300 kg ha^{-1} อยู่ในช่วง $84.8 - 119.9 \text{ kgCH}_4\text{ha}^{-1}$ ในทำนองเดียวกันศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนอยู่ในช่วง $1,950.4 - 2,756.6 \text{ kgCO}_2\text{-e ha}^{-1}$ แต่ทั้งหมดที่กล่าวนี้ไม่ต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 ผลผลิตข้าว (Rice yields), การปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก (SME) และ ศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (GWP)

$\text{SO}_4^{1/}$ (kg ha^{-1})	Rice yields (t ha^{-1})		SME ($\text{kgCH}_4 \text{ ha}^{-1}$)		GWP ^{4/} ($\text{kg CO}_2\text{-e ha}^{-1}$)	
	Aver. ^{2/}	SE ^{3/}	Aver.	SE	Aver.	SE
0	$1.9 \text{ b}^{5/}$	0.1	100.6	23.7	2,313.5	544.6
100	8.3 a	0.3	119.9	21.6	2,756.5	496.5
200	8.4 a	1.1	100.6	14.9	2,313.1	342.7
300	7.7 a	1.0	84.8	12.5	1,950.4	288.4
F-test	**		ns		ns	
CV (%)	20		32		32	

^{1/} ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 (ซัลเฟต 42%), ^{2/} Aver. หมายถึง ค่าเฉลี่ย ($n=3$), ^{3/} ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error), ^{4/} ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนของก๊าซมีเทน เท่ากับ 23 (IPCC, 2001), ^{5/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยวิธี LSD ($p \leq 0.01$)

เนื่องจากดินทดลองเป็นดินเหนียวโดยธรรมชาติจะมีการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าดินนาข้าว (พัชรวิ และคณะ, 2545) นาดินเหนียวจึงไม่ตอบสนองต่ออัตราชลประทานในประเด็นของการลดก๊าซมีเทน

จากงานทดลองที่คล้ายกันนี้ Ro (2011) ได้ทำการทดลองปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในนาดินร่วนที่มีการใส่ปุ๋ยชลประทานในอัตราที่ต่างกัน พบว่า การปล่อยก๊าซมีเทนลดลงตามอัตราชลประทานที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในดินที่มีการเติมสารประกอบซัลเฟอร์จะมีปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 29-65 เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่เติมสารประกอบซัลเฟอร์ (รัตติยา, 2544)

สรุปผลการวิจัย

อัตราชลประทานจากการใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 (ชลประทาน 42%) ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์สกลนครเพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 4 เท่า แต่ไม่มีผลต่อการลดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้จัดสรรทุนสำหรับคณาจารย์บัณฑิตศึกษา เพื่อให้สามารถรับนักศึกษาที่มีความสามารถและศักยภาพสูงเข้าศึกษาในหลักสูตรและทำวิจัยในสาขาที่อาจารย์มีความเชี่ยวชาญประจำปีการศึกษา 2552

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2553. องค์ความรู้เรื่องข้าว: พันธุ์สกลนคร. http://www.brrd.in.th/rkb/data_002/a2/rice_xx2-03_ricebreed_Sakon_Nakhon.html. ค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2553.

จับตาเอเชียตะวันออก. 2553. สรุปสาระสำคัญการบรรยายเรื่อง “ตลาดส่งออกข้าว: โอกาสและอุปสรรคของไทย”. <http://www.eastasiawatch.in.th/article.php?section=6&id=207>. ค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2554.

พัชรวิ แสงจันทร์, ดวงสมร ตูลาพิทักษ์, เทพฤทธิ์ ตูลาพิทักษ์ และสุภชัย ตั้งชูพงศ์. 2545. ปริมาณการปล่อย CH₄ จากนาข้าวเกษตรกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

รัตติยา จันทร์แก้ว. 2544. อิทธิพลของซัลเฟอร์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

IPCC. 2001. Climate Change 2001: In the Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds JT Houghton, Y Ding, DJ Griggs et al., pp. 239-288, Cambridge University Press, Cambridge.

Liou, R.M., Huang, S.N. and Lin, C.W. 2003. Methane emission from fields with differences in nitrogen fertilizers and rice varieties in Taiwan paddy soils. Chemosphere. 50: 237-246.

Minamikawa, K., N. Sakai, and H. Hayashi. 2005. The effects of ammonium sulfate application on methane emission and soil carbon content of a paddy field in Japan. ELSEVIER: Agriculture, Ecosystem and Environment 107: 371-379.

Ro Sophonrith. 2011. Effect of Sulfate-Containing Fertilizer on Rice Yield and Methane Emission from Irrigated Paddy Soil. M. S. thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen