แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ : 388-393 (2555). KHON KAEN AGR. J. 40 SUPPLMENT : 388-393 (2012).

กรรมวิธีการสับกลบชิ้นส่วนโสนเพื่อลดการปลดปล่อยแก๊สมีเทน จากการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว

Incorporation method of sesbania debris to mitigate methane emission from *Sesbania rostrata* utilization as a green manure in paddy field

ดวงสมร ตุลาพิทักษ์[1*], พัชรี แสนจันทร์[2], เกษสุดา เดชภิมล[1], เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์[2] และ พัฒนาภรณ์ วงษ์ทรงยศ[2]

Duangsamorn Tulaphitak[1*], Patcharee Saenjan[2], Ketsuda Dejbhimon[1], Thepparit Tulaphitak[2] and Pattaraporn Wongsongyok[2]

บทคัดย่อ: โสนอัฟริกันได้ถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับนาข้าว แต่การไถกลบพืชปุ๋ยสดจะส่งเสริมการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าวมากขึ้น วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ เพื่อทดสอบกรรมวิธีในการสับกลบโสนอัฟริกันก่อนการปักดำข้าวที่สามารถลดการปลดปล่อยแก๊สมีเทน ทำการทดลองในระหว่างเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน 2553 ในพื้นที่นาน้ำฝนที่ บ้านโนนม่วง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จัดการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) ประกอบด้วย 3 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ คือ 1) สับกลบทันทีแล้วขังน้ำ 2) วางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน และ 3)ใส่หินฟอสเฟตอัตรา 7.2 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ก่อนการหว่านเมล็ดโสนอัฟริกันและวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน ผลการทดลองพบว่า การวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดินก่อน 7 วันก่อนคลุกลงไปในดิน สามารถลดอัตราการปลดปล่อยและปริมาณการปลดปล่อยมีเทนทั้งหมด (total methane emission, TME) ประมาณ 37-45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการสับกลบทันที ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุอินทรีย์บางส่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายถูกย่อยสลายในสภาพที่มีออกซิเจนทำให้เมื่อสับกลบลงไปในดินปริมาณคาร์บอนที่จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์ที่ผลิตแก๊สมีเทนลดน้อยลง นอกจากนี้ยังทำให้ ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (methane emission per unit rice grain, MPG) ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (global warming potential, GWP) และ ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนต่อหน่วยน้ำหนักโสน (methane emission per unit of green manure, MPS) ลดลงอีกด้วย กรรมวิธีการสับกลบโสนทั้ง 2 วิธี มีผลต่อ คุณลักษณะการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่หินฟอสเฟตจะทำให้ดินมี pH สูงขึ้น ทำให้การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ดีขึ้น การเกิดและการปลดปล่อยมีเทนจึงมากขึ้น เทคโนโลยีการจัดการวัสดุอินทรีย์สำหรับการปลูกข้าวโดยวางชิ้นส่วนพืชปุ๋ยสดไว้บนผิวดินก่อน 7 วันก่อนคลุกลงไปในดินสามารถลดการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าวได้

---

[1] ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Agricultural Development Research Center in Northeast Thailand, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

[2] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

[*] Corresponding author: duatul@kku.ac.th

คำสำคัญ: ปุ๋ยพืชสด การลดแก๊สมีเทน นาข้าว

Abstract: *Sesbania rostrata* is promoted to be used as green manure for paddy rice but incorporation of green manure enhances methane emission from paddy field. The objective of this experiment was to test the incorporation methods of sesbania debris before rice transplanting to mitigate methane emission. The experiment was conducted during April to November 2010, in a rain-fed farmer field at Ban Non Muang, Khon Kaen province. A Randomized completed block design with 3 treatments and 3 replications was used. The treatments consisted of 1) immediately sesbania debris incorporation 2) 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation and 3) applied 7.2 kg P/rai as phosphate rock before sesbania seedling and 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation, respectively. The result revealed that 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation was able to reduce emission rate and total methane emission about 37-45 percent compared to immediately incorporation. The reason is that some parts of organic debris, especially easily decomposable fraction, was decomposed under aerobic condition, this resulted in less carbon source for methanogenic microorganisms when sesbania debris was incorporated. Moreover, methane emission per unit rice grain; global warming potential and methane emission per unit green manure can be reduced. Two incorporation methods altered growth characteristics, yield components and rice yield of RD 6 but was not significant difference. This was due to increased soil pH by applying phosphate rock and resulting in decomposition of organic materials was enhanced, methane production and emission was increased. The organic debris management technology for paddy rice by 7 days placing organic debris on the soil surface prior incorporation is effective to mitigate methane emission from paddy field.

Keywords: green manure, methane mitigation, paddy field

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความแห้งแล้ง ความหลากหลายทางชีวภาพ และภัยพิบัติทางธรรมชาติต่างๆ แก๊สเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคการเกษตรคิดเป็น 6.3 % ของทั้งหมด รองจากภาคพลังงาน โดยในส่วนของการปลดปล่อยแก๊สมีเทน การปล่อยจากการจัดการวัสดุอินทรีย์เป็นอันดับสองคิดเป็น 8% รองการปล่อยจากการหมักในกระเพาะของสัตว์ (US EPA, 2007) การปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและคุณสมบัติของดินนา, พันธุ์ข้าว, สภาวะอากาศ, กิจกรรมที่ทำในการเพาะปลูก, การจัดการน้ำ และ ปุ๋ย เป็นต้น การใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถที่จะปรับปรุงดินนาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวได้ ปุ๋ยพืชสดที่ยอมรับว่าใช้ได้ดีกับการปลูกข้าว คือพืชตระกูลถั่วต่างๆและโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) โดยเกษตรกรจะปลูกและไถกลบต้นพืชปุ๋ยสดในช่วงที่เจริญเติบโตเพียงพอและมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นสูง โดยปกติจะไถกลบต้นพืชปุ๋ยสดก่อนการปักดำประมาณ 2 อาทิตย์ ซึ่งเป็นช่วงที่ดินมีน้ำขังหรือดินอิ่มตัวด้วยน้ำ การปฏิบัติดังกล่าวจะทำให้พืชปุ๋ยสดถูกย่อยสลายภายใต้สภาพน้ำขังก่อให้เกิดแก๊สมีเทนขึ้นเป็นปริมาณมากและปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ ทำให้ส่งผลกระทบโดยตรงกับภาวะโลกร้อน

จากปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวคณะนักวิจัยจึงได้ทดลองหากรรมวิธีในการสับกลบพืชปุ๋ยสดที่ลดการปลดปล่อยแก๊สมีเทนออกสู่บรรยากาศ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในพื้นที่นาของเกษตรกรในเขตนาน้ำฝน ที่บ้านโนนม่วง ต. ศิลา อ.เมือง จ. ขอนแก่น ในฤดูนาปี 2553 ดินเป็นชุดดินร้อยเอ็ด (Paleaquults) โดยก่อนทำนาได้หว่านเมล็ดโสนอัฟริกัน สับกลบโสนเมื่ออายุ 80 วัน และปักดำข้าว กข. 6 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ 3 ตำรับการทดลอง คือ 1) สับกลบทันทีแล้วขังน้ำ 2) วางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน และ 3)ใส่หินฟอสเฟตอัตรา 7.2 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ก่อนการหว่านเมล็ดโสนอัฟริกัน วางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน และปักดำข้าว เก็บตัวอย่างแก๊สจากนาข้าวโดยวิธี closed chamber ทุกสัปดาห์จนกระทั่งเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ความเข้มข้นของแก๊สมีเทนด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ที่ติดตั้งคอลัมน์ Porapak N และFlame Ionization Detector (FID)(พัชรีและคณะ, 2545) คำนวณหา อัตราการปลดปล่อยแก๊สมีเทน (CH_4 emission rate) ตลอดฤดูปลูก ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนทั้งหมด (total CH_4 emission, TME) (Saenjan et al., 2002) ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (gCH_4 kg^{-1}grain, MPG) (พัชรีและชนะ, 2547) ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนต่อหน่วยน้ำหนักโสน (gCH_4 kg^{-1}sesbania, MPS) และ ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (global warming potential, GWP) (Freibauer, 2008)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลของวิธีการสับกลบโสนอัฟริกันต่ออัตราการปลดปล่อยแก๊สมีเทน

กรรมวิธีการคลุกโสนแบบสับกลบทันทีแล้วขังน้ำ (T1) และการวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน (T2,T3) มีผลทำให้อัตราการปลดปล่อยมีเทนแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในระยะแรก (-2 -19 DAT) โดยใน T1มีอัตราการปลดปล่อยมีเทนสูงกว่าT2 และ T3 มากกว่า 2 เท่า เนื่องจาก ใน T1 ชิ้นส่วนโสนสดถูกสับกลบลงไปในดินทันที ทำให้ชิ้นส่วนโสนถูกย่อยสลายในสภาพที่ขาดออกซิเจน (anaerobic) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชิ้นส่วนโสนที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย เช่น ใบและเปลือก ชิ้นส่วนเหล่านี้มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ สารประกอบพวกน้ำตาลและเซลลูโลส ทำให้เป็นแหล่งของคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ทำให้เกิดแก๊สมีเทนขึ้นจำนวนมาก อัตราการปลดปล่อยมีเทนจึงสูง แต่ใน T2 และ T3 ชิ้นส่วนโสนถูกวางไว้บนผิวดินก่อน 7 วัน ทำให้บางส่วนถูกย่อยสลายในสภาพที่มีออกซิเจน (aerobic) เกิดเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย เมื่อสับกลบลงไปในดินทำให้ปริมาณคาร์บอนที่จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับ anaerobic bacteria น้อยลง อัตราการปลดปล่อยมีเทนจึงลดลง ผลจากการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Inubushi et al.(1990) ที่พบว่า การคลุกฟางข้าว 1-2 เดือน ลงไปในดินก่อนการขังน้ำจะช่วยลดการปลดปล่อยมีเทน10-50 % เทียบกับการคลุกแล้วขังน้ำทันที (**Figure 1**)

2. ผลของวิธีการสับกลบโสนอัฟริกันต่อปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทน

อัตราการปลดปล่อยมีเทนในระยะแรก (-2 -19 DAT) ของฤดูปลูกแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยมีเทนแตกต่างกันด้วย (**Table 1**) พบว่าในช่วงแรก (-2-19 DAT) ปริมาณมีเทนในแปลง T1 จะมากกว่าแปลง T2 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นในช่วงนี้จะเกิดจากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย (labile fraction) ในสภาพที่ขาดออกซิเจน ซึ่งจะเกิดขึ้นได้มากในแปลงที่สับกลบและขังน้ำทันที ระยะต่อมา ความแตกต่างของปริมาณการปลดปล่อยมีเทนจะลดลง ทำให้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการย่อยสลายจะเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากขึ้น เช่น ลิกนิน เป็นต้น

การสับกลบโสนแล้วขังน้ำทันทีมีผลทำให้ปริมาณมีเทนปลดปล่อยสูงกว่าการวางชิ้นส่วนโสนไว้

บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน(T2) ประมาณ 1.8 เท่า และแปลงที่มีการใส่หินฟอสเฟตแล้วมีการวางโสนบนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน (T3) ประมาณ 1.5 เท่า (**Table 2**) ผลดังกล่าวสนับสนุนผลของอัตราการปลดปล่อยมีเทนในการทดลองที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบแปลงที่มีการจัดการอินทรียวัตถุเหมือนกัน คือการวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดิน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน(T2 และ T3) แต่มีอิทธิพลของหินฟอสเฟตที่ใส่ลงไปตอนหว่านเมล็ดโสน พบว่าในแปลงที่ใส่หินฟอสเฟตจะมีค่า TME MPG GWP และ MPS สูงกว่าแปลงที่ไม่มีหินฟอสเฟต เนื่องจากการใส่หินฟอสเฟตทำให้ pH ของดินสูงขึ้น จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ทำงานได้ดีขึ้น การเกิดและการปลดปล่อยมีเทนจึงมากขึ้น (Murakami et al., 2005) ปริมาณการปลดปล่อยมีเทนจากการทดลองนี้ พบว่าค่าที่ได้ในแปลงที่มีการวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดินก่อน 7 วัน (T2 และ T3) จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยมีเทนในนาน้ำฝนของประเทศไทยตลอดฤดูปลูก (Neue and Sass, 1998)

สรุป

การวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดินก่อน 7 วัน ก่อนคลุกลงไปในดิน สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยแก๊สมีเทนประมาณ 37-45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการสับกลบทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของฤดูปลูก นอกจากนี้ยังทำให้ MPG GWP และ MPS ลดลงอีกด้วย ดังนั้น ในการใช้โสนเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวและลดการปลดปล่อยมีเทนนั้นควรวางชิ้นส่วนโสนไว้บนผิวดินก่อนเพื่อให้บางส่วนมีการย่อยสลายเป็นแบบมีออกซิเจน(aerobic) ก่อนการคลุกลงไปในดินหรือไม่ไถกลบในสภาพที่ดินมีน้ำท่วมขัง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนทั่วไปของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2553

เอกสารอ้างอิง

พัชรี แสนจันทร์ และ ชนะ ศรีสมภาร. 2547. ผลตอบแทนการผลิตข้าวจากนาที่มีการลดการปลดปล่อยมีเทน. วารสารเกษตร 20:259-271.

พัชรี แสนจันทร์, ดวงสมร ตุลาพิทักษ์, เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์, และศุภชัย ตั้งชูพงค์. 2545. ปริมาณการปลดปล่อยCH_4 จากนาข้าวเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 138 น.

Freibauer, N.2008. Design an observation strategy for N_2O. Earth and Environmental Science 203:135-151.

Inubushi, K., M. Umebayashi and H. Wada. 1990. Methane emission from paddy fields. pp. II, 249-II, 254. *In* Transactions of 14th International Congress of Soil Science, Kyoto, Japan.

Murakami, M., Y. Furukawa and K. Inubushi. 2005. Methane production after liming to tropical acid peat soil. Soil Science and Plant Nutrition 51(5):697-699.

Neue, H.U. and R.L. Sass. 1998. The budget of methane from rice fields. IGACtivities Newsletter 12:3-11.

Saenjan, P., D.Tulaphitak, T. Tulaphitak, S. Tangchupong, and S. Jearakongman. 2002. Methane emission from farmers' paddy fields as a basis for appropriate mitigation technologies. 17th World Congress of Soil

Science, 14-21 August 2002. Bangkok, Thailand (0273.pdf)(11 pages).

US EPA. 2007. 2007 Draft U.S. Greenhouse Gas Inventory Report: DRAFT Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2005. United States Environmental Protection Agency, Office of Atmospheric Programs (6207J), Washington, DC. Available at: http://epa.gov/climatechange/emissions/usinventoryreport07.html. Accessed December 20, 2011

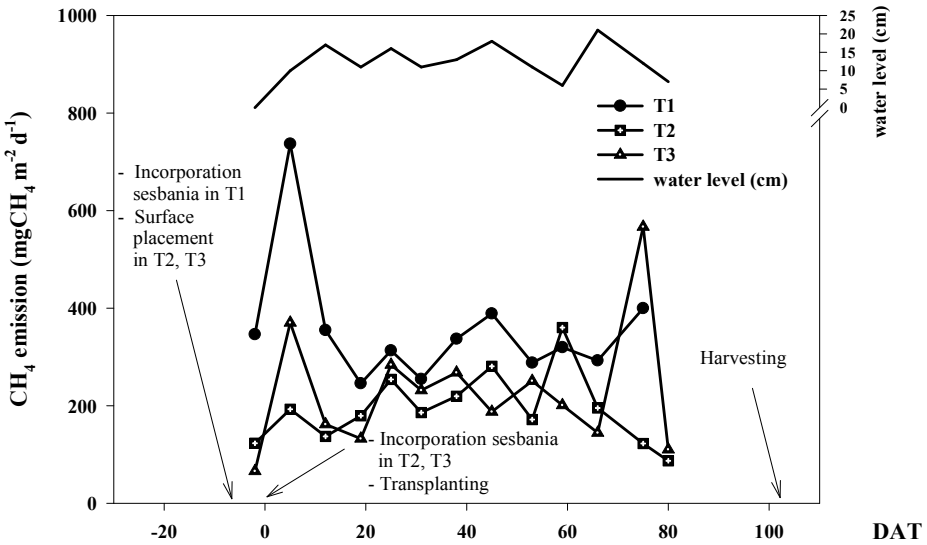

Figure 1. Methane emission rate from rain–fed paddy field, 2010, T1 : immediately sesbania debris incorporation ; T2 : 7 days sesbania debris surface placement ; T3 : applied 7.2 kg P/rai as phosphate rock before sesbania seedling and 7 days sesbania debris surface placement; DAT : days after transplanting

Table 1 Total methane emission(TME) from rain-fed paddy field, 2010 as affected by sesbania debris management

Treatments[1/]	TME[2/] (-2-19 d) ($gCH_4\ m^{-2}$)	TME(20-53 d) ($gCH_4\ m^{-2}$)	TME(54-80 d) ($gCH_4\ m^{-2}$)	Total TME[2/] ($gCH_4\ m^{-2}$)
T1	8.35 a	12.69	9.81	30.85 a
T2	3.01 b	7.06	6.63	16.70 b
T3	3.67 b	8.13	7.52	19.32 ab
LSD (0.05)	*[3/]	ns	ns	*
CV(%)	22.73	46.42	35.65	26.65

[1/]T1 : immediately sesbania debris incorporation; T2: 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation; T3: applied 7.2 kg P/rai as phosphate rock before sesbania seedling and 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation

[2/]Means followed by the different letters in the same column were significantly different by LSD at $p \leq 0.05$

[3/] ns, * = not significant, significantly different at $p \leq 0.05$, respectively

Table 2. Total Methane Emission (TME), methane emission per unit grain (MPG), global warming potential (GWP) and methane emission per unit of green manure (MPS) from rain-fed paddy field, 2010 as affected by sesbania debris management

Treatments[1/]	TME[2/] ($gCH_4\ m^{-2}$)	MPG[2/] ($gCH_4\ kg^{-1}$ grain)	GWP[2/] ($kgC_{eq}\ kg^{-1}$ grain)	MPS[2/] ($gCH_4\ kg^{-1}$ sesbania)
T1	30.86 a	86.72 a	0.54 a	60.50 a
T2	16.70 b	44.53 b	0.28 b	32.74 b
T3	19.32 ab	55.10 ab	0.34 ab	37.89 ab
LSD (0.05)	*	*	*	*
CV(%)	26.65	25.95	26.61	26.66

[1/]T1: immediately sesbania debris incorporation ; T2 : 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation; T3 :applied 7.2 kg P/rai as phosphate rock before sesbania seedling and 7 days sesbania debris surface placement prior incorporation

[2/]Means followed by the different letters in the same column were significantly different by LSD at $p \leq 0.05$

[3/] * significantly different at $p \leq 0.05$, respectively.