



# วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

## Thai Society of Agricultural Engineering Journal

ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2560 (Volume 23 No. 1 January - June 2017)

ISSN 1685-408X

เจ้าของ: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

สำนักงาน: อาคาร 5 ชั้น 5 กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร แขวงลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร 0 2940 6183 โทรสาร 0 2940 6185 [www.tsaeng.org](http://www.tsaeng.org)

### บรรณาธิการ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ. ดร. วิชระพล ชัยประเสริฐ

### กองบรรณาธิการ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ. ดร. อนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล

รศ. ดร. ประเทือง อุษาบริสุทธิ์

ผศ. ดร. ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์

ดร. วันรัฐ อับดุลลาหิม

ดร. ศิริศักดิ์ เชิดเกียรติพล

ดร. อาทิตย์ พวงสมบัติ

ดร. สิริญา น้อยพิทักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผศ. ดร. สุรินทร์ ปานสาคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ. ดร. เทวรัตน์ ตรีอำนาจ

ดร. กระวี ตรีอำนาจ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผศ. ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ

ผศ. ดร. วิชระพล ชัยประเสริฐ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร. ชัยยันต์ จันทร์ศิริ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผศ. ดร. ฤทธิชัย อัศวราชันย์

กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร

นางดาเรศร์ กิตติโยภาส

นางสาวนฤมล ลดาวัลย์ ณ อยุธยา

### ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รศ. พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์

### กองบรรณาธิการวิชาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศ. ดร. สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศ. ดร. ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช

ศ. ดร. สมชาติ ฉันทศิริวรรณ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ศ. ดร. อรรถพล นุ่มหอม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ. ดร. ธัญญา นียมภา

รศ. วิชา หมั่นทำการ

ผศ. ภรต กฤษณ อยุธยา

ดร. ประภาภรณ์ แสงวิจิตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ. ดร. สัมพันธ์ ไชยเทพ

ผศ. ดร. ศิวะ อัจฉริยวิริยะ

ดร. วิบูลย์ ช่างเรือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ. ดร. วีรชัย อาจหาญ

ผศ. ชาญชัย โรจนโสโรช

ผศ. ดร. พงศ์ศักดิ์ จุลยุเสนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ศ. ดร. สมชาติ โสภณธรณฤทธิ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รศ. เสมอขวัญ ตันติกุล

ผศ. ดร. สุเนตร สืบคำ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ. ดร. อวิชชัย ทิวาวรรณวงศ์

รศ. ดร. วินิต ชินสุวรรณ

ผศ. ดร. เสรี วงศ์พิเชษฐ

ผศ. ดร. สมโภชน์ สุดาจันทร์

ผศ. ดร. สมชาย ชวนอุดม

ผศ. ดร. วิเชียร ปลื้มกมล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รศ. ดร. รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์

รศ. ดร. จตุรงค์ ลังกาพันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

รศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

รศ. ดร. ปานนัส ศิริสมบุญรณ์

รศ. สาทิป รัตนภาสกร

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ดร. ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์

ดร. อนุชิต ฉ่ำสิงห์

กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร

นางดาเรศร์ กิตติโยภาส

นายณรงค์ ปัญญา

นายชีรวัชร มั่นกิจ

นางสาวรัฐติกาณ์ต์ กลั้มพสุต

University of California, Davis

Pictiaw Chen, Ph.D., Professor Emeritus

David C. Slaughter, Ph.D., Professor

University of Tsukuba

Masayuki Koike, D.Agr., Professor Emeritus

Tomohiro Takigawa, Ph.D., Professor

Mie University

Nobutaka Ito, D.Agr., Professor Emeritus

Iowa State University

Dirk E. Maier, Ph.D., Professor

Purdue University

Klein E. Ilijij, Ph.D., Associate Professor