

เครื่องหยอดข้าวอัตโนมัติ "หุ่นยนต์ทำนา" ไทยรุ่นแรก

รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยศิริ เวทไฉ

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมการเดิน
อาจารย์ประจำภาควิชาการธนาคารและการเงิน คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี



การทำนาในประเทศไทยในปัจจุบัน มีทั้งกลุ่มเกษตรกรที่ทำนาหว่านและกลุ่มที่ทำนาดำนาหว่านซึ่งใช้คนหว่าน มีโอกาสที่เมล็ดพันธุ์จะกระจุกตัวบ้าง กระจายตัวบ้าง ส่วนที่กระจุกตัวเกินไปต้นข้าวก็จะแยงกันขึ้น ส่วนที่กระจายตัวมากไปก็จะมีพื้นที่ที่ข้าวไม่ขึ้นเลย ส่งผลให้ผลผลิตต่ำ และยังต้องใช้เมล็ดพันธุ์จำนวนมากในการหว่าน

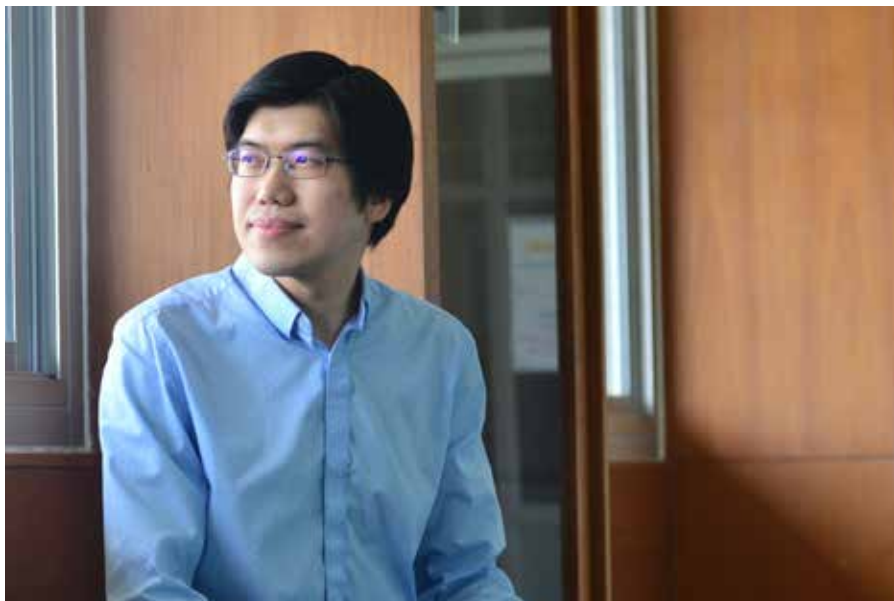
ส่วนนาดำ มีข้อดีคือการปลูกเป็นแถวเป็นแนว จะทำให้ข้าวแตกกอดีเป็นระเบียบ ดูแลรักษาง่าย สามารถกำจัดวัชพืชด้วยมือโดยไม่จำเป็นต้องใช้ยากำจัดวัชพืช กลุ่มเกษตรกรที่ทำนาอินทรีย์ทำเกษตรปลอดสารพิษ หรือการทำนาแบบพอพันธุ์แม่พันธุ์ที่เมล็ดพันธุ์มีราคาสูง หรือการปลูกข้าวเพื่อรักษาพันธุ์แท้พันธุ์เดิม จึงนิยมการทำนาดำ เนื่องจากประหยัดเมล็ดพันธุ์ และสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ยากำจัดวัชพืชเพื่อดูแลรักษาได้

ในปัจจุบันมีการนำเครื่องจักรปักดำมาใช้อำนวยความสะดวก แต่ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้แรงงานคนในการไปเพาะกล้าก่อนจะนำมาปักดำ คือแม้จะมีเครื่องจักรที่หุ่นแรงงาน แต่ก็ยังต้องมีแรงงานคนเข้ามาเกี่ยวข้อง

นิสิตปริญญาโทซึ่งมาจากครอบครัวที่ทำการเกษตร และศึกษาด้านวิศวกรรมอยู่ที่ Asian Institute of Technology (AIT) ได้หยิบยกปัญหาการขาดแรงงานในภาคการเกษตรขึ้นมาเป็นจุดเริ่มต้นของงานวิจัย นำมาสู่การคิดค้นประดิษฐ์เครื่องกล หรือหุ่นยนต์ ที่จะช่วยลดการใช้แรงงานในการปลูกข้าว โครงการ "เครื่องหยอดข้าวอัตโนมัติ" จึงเกิดขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนด้านทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก. ภายใต้โครงการวิจัยร่วมระหว่าง AIT กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ระยะเวลาดำเนินโครงการ 3 ปี

อาจารย์จาก AIT รับหน้าที่ดูแลงานวิศวกรรม ออกแบบ และผลิต รวมถึงออกภาคสนามไปทดสอบเครื่องจักรกับชาวนาส่วนจุฬาฯ เป็นหน่วยวิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องจักรทางสถิติ ความคุ้มค่าในการผลิต และความคุ้มค่าสำหรับชาวนาว่าจะนำเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้อย่างไรให้สามารถสร้างความคุ้มค่าในด้านเศรษฐกิจให้ชาวนาได้

เครื่องจักรในโครงการฯ จึงถูกออกแบบเพื่อใช้แรงงานคนให้น้อยที่สุด ขณะเดียวกันก็เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้วย โดยการนำข้อดีของนาปักดำมาใช้ออกแบบเครื่องจักรที่จะทำให้ต้นข้าวขึ้นเรียงเป็นแถวเป็นแนว ไม่ต้องใช้แรงงานคนในขั้นตอนปักดำหรือเพาะกล้า



องศาสตราจารย์ ดร. ไทยศิริ เวทโว

เครื่องจักรนี้ จะทำการขุดหลุม จากนั้นหยอดเมล็ดพันธุ์ลงไปตามหลุม มีความสะดวกตรงที่เราไม่จำเป็นต้องเพาะกล้าให้เป็นต้นก่อนแล้วค่อยนำมาใส่ในเครื่อง แต่สามารถให้เครื่องหยอดข้าวใส่เมล็ดพันธุ์ลงไปนาได้เลย จึงช่วยลดขั้นตอนการใช้แรงงานคนเพื่อเพาะกล้าออกไป

สำหรับการขับเคลื่อนบนที่นาในการหยอดเมล็ด เดิมทีไม่ว่าจะเป็นเครื่องปักดำใดๆ ก็แล้วแต่จำเป็นต้องใช้คนขับ แต่เครื่องจักรที่โครงการฯ ประดิษฐ์ขึ้นนี้สามารถจะกำหนดจุดตั้งต้นและจุดสิ้นสุดของแปลงนา ด้วย GPS แล้วให้เครื่องจักรวิ่งได้เองโดยอัตโนมัติ พุดง่ายๆ ว่าพอกดปุ่มปุบเครื่องก็จะทำงานเองโดยอัตโนมัติ เป็นการนำขั้นตอนที่ใช้แรงงานคนออกไปให้มากที่สุด สามารถเอาเมล็ดข้าวลงนาได้โดยไม่ต้องใช้คนเลย

เครื่องจักรถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานจริง โดยมีการทดสอบทั้งบนสภาพพื้นปูนธรรมดา คือทดสอบในแล็บ กับทดสอบในนาจริง ใช้วิธีเดินเครื่องอยู่กับที่ นำถุงไปผูกไว้ที่ปลายท่อหยอดข้าวเพื่อนับดูว่าเครื่องสามารถจะหยอดเมล็ดได้ในปริมาณที่ต้องการหรือไม่

เครื่องจักรนี้มีความแม่นยำสูง สามารถกำหนดระยะห่างแต่ละจุดในการหยอด จำนวนแถวที่หยอด และจำนวนเมล็ดต่อหลุมหยอดที่แน่นอน ช่วยในการประหยัดจำนวนเมล็ดพันธุ์ จากการศึกษาและพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร เราได้ผลสรุปว่าจำนวนเมล็ดที่เหมาะสมต่อหลุมอยู่ที่ 1-3 เมล็ดพันธุ์ ซึ่งการที่จะทำให้เครื่องหยอบจำนวน 3 เมล็ดพอดีแล้วนำมาหยอดลงหลุมให้แต่ละหลุมได้ 3 เมล็ดตามต้องการไม่ใช่เรื่องง่าย ต้องมีการนำมาทดสอบทางสถิติว่าเครื่องสามารถจะหยอด 3 เมล็ดได้ก็เปอร์เซ็นต์หรืออยู่ในช่วงที่เรายอมรับได้ก็เปอร์เซ็นต์ จนสุดท้ายเราได้ความแม่นยำอยู่ที่ 2-5 เมล็ดต่อการหยอด คืออยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

วิธีการหยอดจะใช้เทคนิคให้ลมดูดเมล็ดแล้วปล่อยลงตามท่อ เราได้มีการนำเมล็ดที่ผ่านการหยอดจริงจากเครื่อง มาทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าระบบหยอดแบบลมดูดนี้จะไม่ทำให้เมล็ดเสียหาย โดยการนำเมล็ดมาเพาะต่อแล้วดูค่าความงอกในแล็บ เมื่อผ่านเกณฑ์เหล่านี้แล้วเราก็มีการนำเครื่องลงไปทำงานจริงกับชาวนา

การได้นำเครื่องจักรไปให้ชาวนาทดลองใช้ในหลากหลายพื้นที่ ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาในโครงการฯ รวมถึงได้รับรู้ความต้องการของเกษตรกร เกษตรกรบางพื้นที่ที่เปิดรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ แต่บางพื้นที่เรียกว่าไม่เปิดรับเทคโนโลยีเหล่านี้เลย บางพื้นที่ไม่ให้ความใส่ใจกับการดูแลแปลงเพื่อติดตามผล เนื่องจากไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีจะใช้ได้ผลจริง

ในช่วงเริ่มต้น โครงการฯ ทดลองปลูกในพื้นที่นาของ AIT ก่อน จากนั้นได้ทดลองกับเกษตรกรจริง ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากหลากหลายกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มเกษตรกรอำเภอฝักไถ่ พระนครศรีอยุธยา กลุ่มเกษตรกรอำเภอคลองหลวง ปทุมธานี กลุ่มเกษตรกรอำเภอจະนะ สงขลา เกษตรกรหมู่บ้านน้ำอ้อม อำเภอค้อวัง ยโสธร และศูนย์ข้าวที่พิษณุโลก ในการทดลองใช้และเก็บข้อมูลอย่างละเอียด

การทดสอบที่พระนครศรีอยุธยา เป็นผลการทดสอบแรกที่มีการเก็บข้อมูลเชิงวิชาการที่ชัดเจน ได้มีการเก็บข้อมูลโดยละเอียด อาทิ ต่อ 1 หลุม มีข้าวจำนวนกี่กอ 1 กอ ได้จำนวนกี่ต้น 1 ต้นได้กี่เมล็ด เปรียบเทียบระหว่างการหว่านและ การหยอดด้วยเครื่อง

มีการคำนวณต้นทุน ซึ่งผลออกมาว่าสามารถลดต้นทุนได้ราว 10% โดยส่วนที่ลดไปมากคือจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ ลดจาก 25 กิโลกรัมต่อไร่ เหลือ 1.5 กิโลกรัม ผลผลิตจากนาหว่านได้ 936 กิโลกรัม เครื่องหยอดข้าวได้จำนวน 961 กิโลกรัมต่อไร่ เท่ากับว่าเครื่องหยอดข้าวใช้เมล็ดในจำนวนน้อยกว่า แต่ได้ผลผลิตที่มากกว่าเล็กน้อย รวมถึงมีจำนวนต้นตอกอ และจำนวนเมล็ดต่อรวงที่ดีกว่า ถือว่าได้ประสิทธิภาพและลดต้นทุนไปพร้อมๆ กัน



ทั้งนี้ ผลที่ได้จะแปรไปตามสภาพพื้นที่แต่ละแห่ง ขึ้นอยู่กับสภาพดิน พันธุ์ข้าวที่ใช้ หรือการดูแลรักษา

ในจุดเริ่มต้นนี้ ผลต่างที่เห็นได้ระหว่างการใส่เครื่องหยอดข้าวอัตโนมัติ กับการหว่านแบบเดิม ก็เป็นกำลังใจให้นักวิชาการของเรานำไปต่อยอด

ข้อดีของเครื่องหยอดข้าว คือสามารถจะปลูกเป็นแถวเป็นแนว ทำให้การกำจัดวัชพืชโดยไม่ใช้สารเคมีทำได้ง่ายขึ้น ซึ่งการปลูกแบบนี้เป็นแนวทางของการเกษตรแบบอินทรีย์อยู่แล้ว การเปลี่ยนจากการใช้มือปักดำหรือเพาะกล้า มาใช้เครื่องหยอดข้าวในเกษตรกรกลุ่มนี้ จะช่วยลดจำนวนแรงงาน ลดต้นทุน ในขณะที่รักษาความเป็นเกษตรอินทรีย์ไว้ได้เป็นอย่างดี

ในปัจจุบัน การปลูกข้าวส่วนใหญ่ใช้ต้นทุนไปกับเคมีกำจัดศัตรูพืชมาก หลายพื้นที่ที่ใช้สารเคมีมากเกินไปจนความจำเป็น ฉีดให้เยอะเพื่อให้ได้ผลผลิต แต่มักจะเยอะเกินจนเป็นสารตกค้าง และที่แย่คือตัวเกษตรกรเองได้รับสารเคมี เกิดการเจ็บป่วย トラบไต่ที่ยังไม่สามารถปรับทัศนคติให้ลดหรือเลิกใช้สารเคมี การรับถ่ายทอดองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีใหม่ๆ ไปใช้ถือเป็นเรื่องยาก การยอมรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ยังจำกัดอยู่ในเกษตรกรกลุ่มเล็ก ทว่าแนวโน้มว่ากำลังดีขึ้นเรื่อยๆ การจูงใจจากผู้ใหญ่บ้านหรือผู้นำชุมชนจะช่วยได้มาก เพราะถ้ามาเขาก็มาทั้งหมู่บ้าน โอกาสจะต่างคนต่างทำไม่ค่อยเกิด อันนี้เป็นวิถีชาวนาโดยปกติ

“ เครื่องจักรนี้จะทำการหว่านเมล็ดลงไปตามหลุม มีความสะดวกตรงที่เราไม่จำเป็นต้องเพาะกล้าให้เป็นต้นก่อนแล้วค่อยนำมาใส่ในเครื่อง ”

หากสามารถนำเครื่องจักรที่ช่วยลดต้นทุนแรงงาน ลดการใช้สารเคมี และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มาใช้ให้มากขึ้นได้ สิ่งที่จะเกิดขึ้นก็คือเกษตรกรจะมีสุขภาพดีขึ้น มีรายได้เพิ่ม ส่วนผู้บริโภคเองก็ได้ราคาข้าวที่ถูกลงหรือมีทางเลือกในการบริโภคมากขึ้น การผลิตข้าวอินทรีย์ได้มากขึ้นก็จะสามารถลดต้นทุนเพิ่มศักยภาพการแข่งขันเรื่องราคา ส่งผลดีต่อการส่งออก ผลสุดท้ายก็จะช่วยสร้างเศรษฐกิจให้กับภาคการเกษตรของประเทศ

อย่างไรก็ดี มีเกษตรกรบางส่วนเห็นว่าเครื่องหยอดข้าวอัตโนมัติซึ่งใช้เวลา 50 นาทีต่อการปลูก 1 ไร่ ยังช้าเกินไป อยากให้เร็วขึ้นเป็นอย่างน้อย 30 นาทีต่อไร่ เพื่อให้ได้จำนวน 20 ไร่ต่อวันเป็นอย่างน้อย ซึ่งค่อนข้างต่างจากเป้าหมายของโครงการวิจัยที่เน้นการทำเกษตรคุณภาพสูงหรือเกษตรประณีตผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำปรึกษากับโครงการฯ เห็นว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มากเกินไปซึ่งจะเป็นการเพิ่มต้นทุน ตลอดจนการปลูกในจำนวนมาก จะทำให้ต้นข้าวแย่งอาหารกันเองอีกด้วย ทั้งนี้ เครื่องหยอดข้าวไม่สามารถวิ่งไปหยอดไปได้ในอัตราที่เร็ว เนื่องจากจะขาดความแม่นยำในตำแหน่งการหยอด

จึงเป็นที่มาของการประดิษฐ์เครื่องหยอดข้าวขึ้นอีกหนึ่งรุ่นให้วิ่งเร็วขึ้น มีความแม่นยำน้อยลง ใช้วงล้อหมุนแทนการใช้เทคนิคลมดูด วงล้อจะส่งเมล็ดพันธุ์กลิ้งตกลงตามแรงโน้มถ่วงซึ่งจะควบคุมจำนวนเมล็ดได้ยากกว่า ทำให้ความแม่นยำลดเหลือที่ 1-7 เมล็ดต่อหลุม จำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ต่อไร่อยู่ที่ 3-7 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่ารุ่นแรกมาก แต่เรียกว่าเป็นการตอบโจทย์ชาวภาคคนละกลุ่มและคนละจุดประสงค์

โครงการฯ ได้จดสิทธิบัตรเทคโนโลยีเครื่องหยอดข้าวแล้วจำนวน 3 ฉบับ และยังได้รับรางวัลจากเวทีประกวดในระดับสากล อาทิ รางวัล Gold Medal และ Special Award จากงาน Seoul International Inventions Fair



ทรัพย์สินทางปัญญาของเทคโนโลยีเครื่องหยอดข้าวเป็นของผู้ให้ทุนซึ่งได้แก่ สวท. ลีร่วมกับจุฬาฯ และ AIT ปัจจุบันยังคงเป็นเครื่องต้นแบบ โดยอันที่จริงผู้ให้ทุนเอง ตั้งเป้าให้มีการนำไปต่อยอดให้เกิดการผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อให้ชาวนาได้นำไปใช้งานจริง แทนที่จะทำงานเพียงในห้องแล็บหรือนำไปใช้ในไม่กี่พื้นที่

โครงการฯ ได้หาหรือความเป็นไปได้ในการสร้างความร่วมมือกับผู้ผลิตเครื่องจักรการเกษตร โดยมีหลายองค์กรที่สนใจแต่กังวลเรื่องความต้องการใช้เครื่องจักรที่ยังใหม่สำหรับเกษตรกรว่ามีเพียงพอหรือไม่

ทั้งนี้ จากการได้พบปะเกษตรกร เห็นได้ว่ากลุ่มที่สนใจเครื่องหยอดข้าวได้แก่ กลุ่มเกษตรกรปลอดสาร และเกษตรอินทรีย์ ที่มีความสนใจเทคโนโลยีและองค์ความรู้ใหม่ๆ แต่จะเป็นไปได้ยากกับกลุ่มเกษตรกรทั่วไป ซึ่งส่วนใหญ่ยังรู้สึกว่าคุณต้องปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตไปจากแบบเดิม รู้สึกเหมือนเป็นภาระที่จะต้องเริ่มเรียนรู้สิ่งใหม่ หรือในบางกลุ่มติดในเรื่องของเงินทุน

ในกลุ่มที่สนใจนั้น สามารถใช้แนวทางที่โครงการได้นำเสนอไป คือการซื้อเครื่องจักรหนึ่งเครื่องแล้วหมุนเวียนกันใช้ ใช้ทั้งสหกรณ์ หรือซื้อแล้วให้คนอื่นเช่าด้วย เพียงแต่ต้องมีกลุ่มเกษตรกรอยู่พอสมควร อันเนื่องมาจากต้นทุนที่ยังค่อนข้างสูง ถึงแม้จะถูกกว่าเครื่องจักรจากต่างประเทศ

การผลักดันให้เกิดการผลิตเชิงพาณิชย์จำเป็นต้องเริ่มจากการเพิ่มความต้องการใช้ กระตุ้นให้เกษตรกรหันมาใช้ตรงนี้ให้มากขึ้น และอาจต้องอาศัยความช่วยเหลือจาก ภาครัฐในการส่งเสริมให้ภาครัฐก็มาช่วยสนับสนุนในด้านนี้ เป็นต้น โดยที่ในส่วนของงานวิจัย เราเน้นแนวในการต่อยอดแนวทางการพัฒนาเครื่องจักรการเกษตรที่ส่งเสริมการทำเกษตร อินทรีย์ โดยโครงการถัดมาเราประดิษฐ์เครื่องกำจัดวัชพืชอัตโนมัติ ที่สามารถจะทำงาน คู่กันกับเครื่องหยอด ช่วยลดการใช้แรงงานคนในการถอนวัชพืช เป็นการทำต่อเนื่องเพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรมมากที่สุด

เราหวังว่า แนวโน้ม และทิศทางต่อไป ของเกษตรกรไทย จะหันมาใช้องค์ความรู้ มากขึ้น ซึ่งในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเทคโนโลยี เท่านั้น แต่เป็นองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการเลือกเมล็ดพันธุ์ การปรับ คุณภาพดิน ปรับหน้าดิน การใช้แหล่งน้ำ การใช้สารจุลินทรีย์ทดแทนสารเคมี เป็นต้น ซึ่งยังคงมีหลายกลุ่มที่ยังไม่เห็นความสำคัญ ในขณะที่ภาครัฐก็มีหลากหลายโครงการที่ ส่งเสริมสนับสนุนองค์ความรู้ต่างๆ ซึ่งได้รับความ สนใจจากเกษตรกรมากบ้างน้อยบ้าง อันนี้อาจจะเป็นเรื่องที่เราต้องค่อยๆ ปรับ ทัศนคติ เพื่อเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพ ให้กับการทำเกษตรของประเทศ



“ มีการคำนวณต้นทุน ซึ่งผลออกมาว่าสามารถ ลดต้นทุนได้ราว 10% โดยส่วนที่ ลดไปมากคือจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ใช้

คนไทยมีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา เกี่ยวกับการเกษตร บางครั้งเขาอาจจะเปิดจาก ช่างโน บางรายสามารถจะทำได้เอง แต่บางราย ก็ต้องการความช่วยเหลือจากนักวิชาการ กรณี เครื่องหยอดข้าวอัตโนมัตินี้ก็เกิดขึ้นเนื่องจาก นิสิตมาจากครอบครัวเกษตรกร ฝ่ายที่เจอปัญหา ก็อยากจะทำแล้ว ฝ่ายที่มีองค์ความรู้ก็เข้าไปช่วยแก้ ทั้งในด้านวิศวกรรมและด้านการวิเคราะห์ทาง เศรษฐศาสตร์ เมื่อองค์ความรู้กับปัญหาจริงมาเจอกัน มันจึงเกิดเป็น Solution

เครื่องหยอดข้าวอัตโนมัติอาจเป็นเพียงหนึ่งกลไกที่ช่วยตอบโจทย์การเกษตรและ ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตเกษตรกร ซึ่งต้องมีอีกหลายๆ นวัตกรรมที่จะมาช่วยกัน สิ่งนี้เป็นเรื่องสำคัญ เพราะหากเมื่อใดคนไม่ยอมเป็นชาวนา ไม่อยากทำหน้าที่ผลิตข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจ ของประเทศแล้วนับว่าเป็นเรื่องเสียหาย การช่วยให้ผู้ผลิตเหล่านี้มีชีวิตที่ดีขึ้น อย่างน้อยมีรายได้ ที่มากขึ้น สุขภาพดี และผลิตผลผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค นับว่าเป็นการได้มออะไรคืนกลับสู่ สังคม โดยตั้งต้นจากจุดที่ว่า เราจะช่วยกันคิดเพื่อสร้างประโยชน์จริงๆ ต่อสังคมได้อย่างไร

เกี่ยวกับ รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยศิริ เวทโ

- จบการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง เหรียญทอง สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2544
- ผู้รับพระราชทานทุนมูลนิธิอานันทมหิดล พ.ศ. 2544 และนิสิตศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- ปริญญาโท Operations Research จาก Georgia Institute of Technology และสาขา Statistics จาก University of California, Berkeley พ.ศ. 2545 กับ พ.ศ. 2548
- ปริญญาเอก สาขา Industrial Engineering and Operations Research จาก University of California, Berkeley พ.ศ. 2549