รายงานการคาดการณ์นวัตกรรมอุตสาหกรรม

(Industrial Innovation Outlook)

กลุ่มเกษตรแม่นยำ
(Precision Agriculture)

ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

WWW.STI.OR.TH

รายชื่อที่ปรึกษา

1. นางญาดา มุกดาพิทักษ์
2. นายสมชาย ฉัตรรัตนา
3. นางสาวสิริพร พิทยโสภณ

คณะกรรมการวิชาการ

1. นายธัญญวัฒน์ เกษมสุวรรณ
2. นางสาวสิรี ชัยเสรี
3. นายธนัท ทรงเมธากฤตย์

คณะผู้จัดทำ

1. นายสุรชัย สถิตคุณารัตน์
2. นางสาวสิรินยา ลิม

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 แนวโน้มเทคโนโลยีเกษตรในอนาคต **3**

- ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อความต้องการเทคโนโลยีในภาคเกษตร 3
- ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำกับความมั่นคงทางอาหาร 4
- หลักการของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำและความสำคัญกับเกษตร 4.0 6
- แนวโน้มการจดสิทธิบัตรเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ 7

บทที่ 2 ภาวการณ์แข่งขันในตลาดโลก **11**

- ภาพรวมมูลค่าตลาดของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ 11
- อำนาจการต่อรองของผู้บริโภค : ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีและการยอมรับ 15
- อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ : ลักษณะของผู้ประกอบการในซัพพลายเชน 19
- การคุกคามของผู้ประกอบการใหม่ : ส่วนแบ่งตลาดและเทคโนโลยีของผู้เล่นหลัก 21
- การคุกคามของสินค้าทดแทน : เทคโนโลยีที่สร้างการเปลี่ยนแปลงสูงอื่นๆ 24
- สรุปภาวการณ์แข่งขันในตลาดโลก 26

บทที่ 3 ศักยภาพ โอกาสและความท้าทายของประเทศไทย **27**

- จุดแข็ง : ฐานการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรที่เหมาะกับอาเซียน 27
- จุดอ่อน : ศักยภาพทางตลาดและเทคโนโลยีของผู้ประกอบการไทย 28
- โอกาส : ตลาดเครื่องจักรกลเกษตรของไทยและอาเซียน 32
- ภัยคุกคาม : ราคาสินค้าเกษตรทั่วไป (commodity) และรายได้เกษตรกร 36
- วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและภัยคุกคาม (SWOT Analysis) 38
- แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรแม่นยำในประเทศไทย (TOWS Matrix) 39

บทที่ 4 แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตรแม่นยำในประเทศไทย **40**

- สรุปประเด็นสำคัญจากการวิเคราะห์ 40
- โจทย์วิจัยและพัฒนา และข้อเสนอผลิตภัณฑ์เป้าหมาย 41

บทที่ 1
แนวโน้มเทคโนโลยีเกษตรในอนาคต

ปัจจัยภายนอกจะผลักดันให้ภาคเกษตรต้องใช้เทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อธุรกิจเกษตร (PEST Analysis) ได้แก่ การเมืองและนโยบาย (Politics), เศรษฐกิจ (Economics), สังคม (Society), เทคโนโลยี (Technology) และได้เพิ่มปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) และปัจจัยด้านโครงสร้างอุตสาหกรรม (Industry) เข้าไปร่วมวิเคราะห์ด้วย พบว่าภาคเกษตรมีแนวโน้มจะใช้เทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น กฎหมายการค้าด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวดและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะทำให้เกษตรแม่นยำถูกนำเข้ามาใช้เพื่อลดการใช้ปุ๋ยหรือสารเคมี ประชากรสูงวัยที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นจะส่งผลให้ระบบอัตโนมัติถูกนำเข้ามาใช้ทดแทนแรงงานคน โดยโครงสร้างอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจะก่อให้เกิดการรวมแปลง และบริการทางการเงินสำหรับเจ้าของฟาร์มขนาดเล็กจะทำให้เกษตรกรสามารถลงทุนในเทคโนโลยีได้มากขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 1-1 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อความต้องการเทคโนโลยีในภาคเกษตร

ปัจจัย	แนวโน้ม	ความต้องการ	เทคโนโลยี
การเมืองและนโยบาย (Political)	• กฎหมายการค้าด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวด • ธรรมาภิบาลธุรกิจ	• ลดการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	• เกษตรแม่นยำ • การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
เศรษฐกิจ (Economic)	• การเกิดของประเทศเศรษฐกิจใหม่ (BRICS) ประชากรมีรายได้และการศึกษาสูงขึ้น ใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้น	• ลดการบริโภคแป้ง เพิ่มการบริโภคเนื้อสัตว์ เพิ่มผักและผลไม้สด ปลอดภัย	• เกษตรอินทรีย์ เช่น เทคโนโลยีโรงเรือน • จุลินทรีย์มีประโยชน์ • สารออกฤทธิ์ชนิดใหม่ • การตรวจสอบย้อนกลับ
สังคม (Social)	• สังคมสูงวัย ความเป็นเมือง และแรงงานไหลออกจากภาคเกษตร	• ต้องการใช้เครื่องมือทุ่นแรงเพื่อทดแทนแรงงาน โดยเฉพาะในส่วนที่ต้องใช้แรงงานมาก เช่น การเก็บเกี่ยว	• เครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติ หุ่นยนต์ โดรน
เทคโนโลยี (Technology)	• เทคโนโลยีสารสนเทศและอิเล็กทรอนิกส์เติบโตอย่างก้าวกระโดด • ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพ	• การทำเกษตรแบบโรงงาน ควบคุมการผลิต ต้นทุน และคุณภาพ • พืชพันธุ์ใหม่	• เกษตรแม่นยำ • ระบบอัตโนมัติ เช่น เครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติ หุ่นยนต์ โดรน โรงเรือนอัจฉริยะ
สิ่งแวดล้อม (Environment)	• การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	• ควบคุมสภาพแวดล้อม • ใช้ข้อมูลวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงจากภาวะสภาพอากาศ	• การพยากรณ์และเตือนภัย • เกษตรแม่นยำ • การปรับปรุงพันธุ์

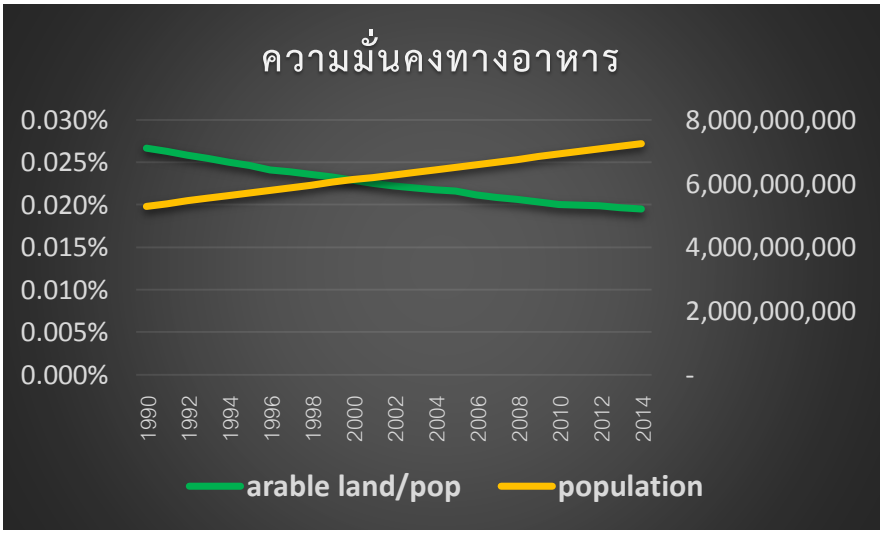
โครงสร้างการทำเกษตร (Industry)	• การรวมแปลง (physical/virtual) • เกษตรพันธสัญญา ควบรวมต้นน้ำ ควบคุมคุณภาพ • การเงินและประกันสำหรับเจ้าของฟาร์มขนาดเล็ก	• การทำเกษตรรูปแบบใหม่ • เพิ่มการลงทุนในเทคโนโลยี • การจัดซื้อที่เป็นมืออาชีพ

ที่มา : ปรับปรุงจาก Crop Farming 2030, BCG, 2015

เทคโนโลยีจำเป็นต่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ของ “พืชไร่” ซึ่งสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหาร

นอกจากแนวโน้มที่กล่าวมาแล้ว การรักษาความมั่นคงทางอาหารจะยังคงเป็นประเด็นสำคัญของโลก เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้องมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้โลกมีอาหารเพียงพอในอนาคต องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ระบุว่าภายในปี 2050 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นจาก 7,500 ล้านคน เป็น 9,700 ล้านคน ทำให้ความต้องการพืชอาหารเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับปัจจุบัน แต่ความต้องการอาหารที่เพิ่มมากขึ้นนี้กลับสวนทางกับพื้นที่ทำการเกษตร ซึ่งมีแนวโน้มคงที่ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการอาหารที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

ภาพที่ 1-1 : สถานภาพความมั่นคงทางอาหารของโลก



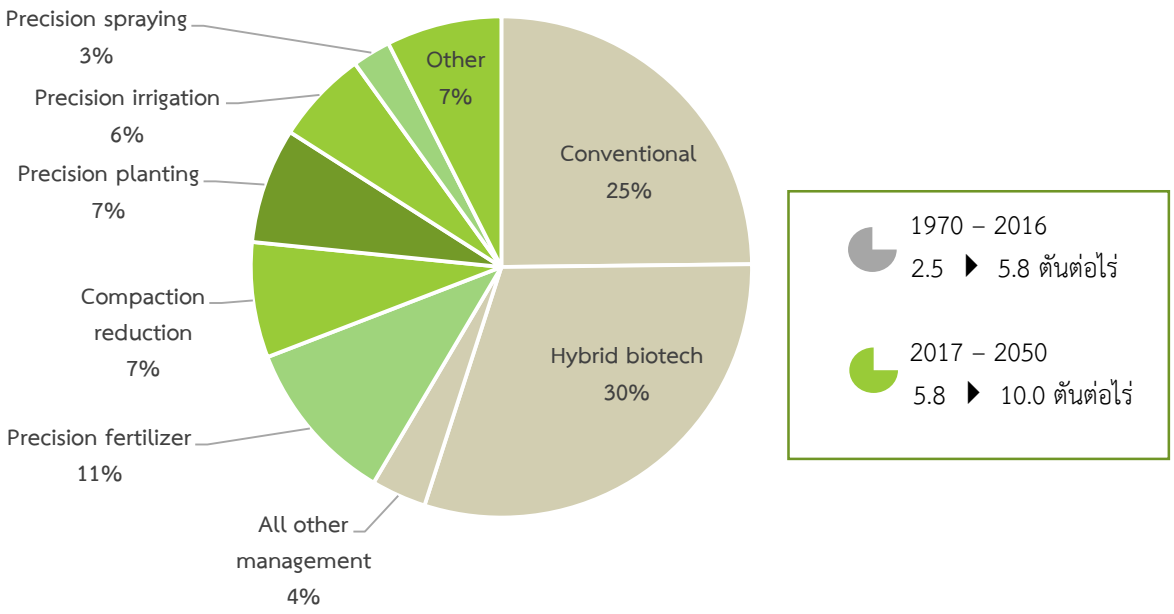
ข้อมูล : World Bank, FAO 2016

เกษตรแม่นยำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูก “พืชไร่”

ตลอดช่วงระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา การพัฒนาวิธีการปลูกด้วยภูมิปัญญาดั้งเดิม เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ (hybrid biotech) และการบริหารจัดการอื่น ๆ มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูก หากพิจารณาการปลูกข้าวโพดในสหรัฐอเมริกาจะพบว่า ผลผลิตข้าวโพดในสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้นจาก 2.5 ตันต่อไร่ เป็น 5.8 ตันต่อไร่ด้วยภูมิปัญญาดั้งเดิมและเทคโนโลยีชีวภาพ

อย่างไรก็ตาม ในอีก 30 ปีต่อจากนี้ เทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เทคโนโลยีชีวภาพจะเริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตต่อไร่ในภาคเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (precision farming) และเทคโนโลยีลดการอัดตัวกันของดิน (compaction reduction) ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดจาก 5.8 ตันต่อไร่ ขึ้นไปเป็น 10 ตันต่อไร่

ภาพที่ 1-2 คาดการณ์ผลของเทคโนโลยีต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าวโพดต่อไร่ในสหรัฐอเมริกา



ที่มา : ปรับปรุงจาก Economic Intelligent Center ธนาคารไทยพาณิชย์, 2559

ข้อมูล : Goldman Sachs Global Investment Research, United States Department of Agriculture

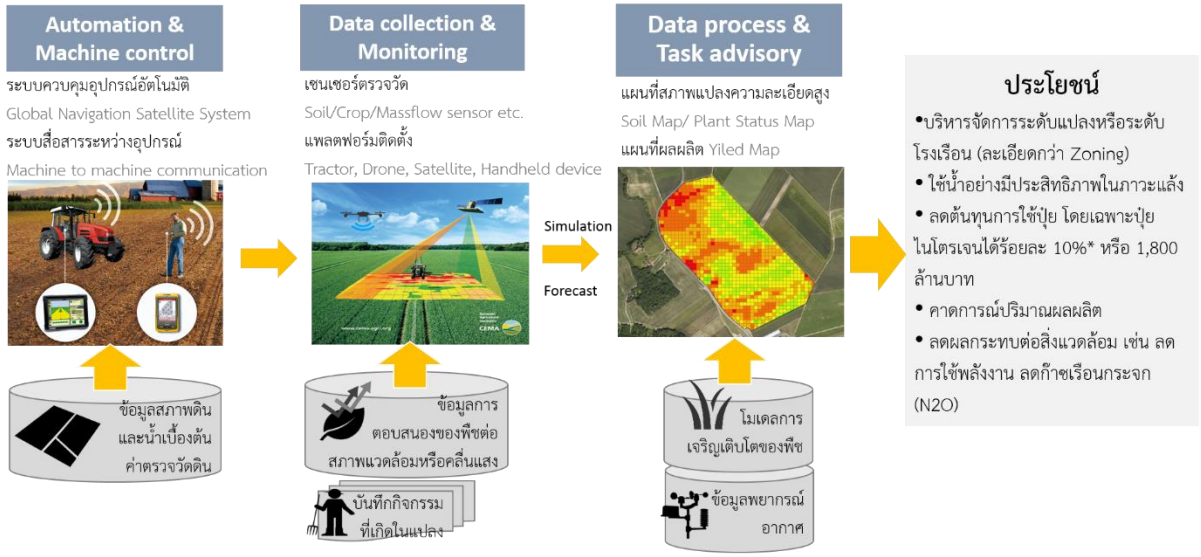
เกษตรแม่นยำ (Precision agriculture) คือ การให้น้ำ ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ในปริมาณที่ถูกต้อง ณ เวลาที่ถูกต้อง เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด

เกษตรแม่นยำเป็นหลักการบริหารจัดการการเพาะปลูกเพื่อใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในระดับแปลงหรือระดับโรงเรือน ซึ่งเป็นการจัดการที่ละเอียดกว่าการทำโซนนิ่ง หลักการสำคัญของเกษตรแม่นยำ คือ Variable Rate Application: VRA กล่าวคือ สภาพแวดล้อมในแปลงเดียวกันมักมีความไม่สม่ำเสมอ แม้จะปลูกพืชชนิดเดียวกันในแปลงเดียวกันแต่ความสมบูรณ์ของต้นรวมถึงผลผลิตกลับแตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการพื้นที่ในแปลงจึงต้องมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งการจัดการที่แตกต่างกันนี้จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลและแปรผลเป็นคำแนะนำที่ช่วยให้เกษตรกรวางแผนได้อย่างถูกต้อง หรือแปลงเป็นคำสั่งเพื่อควบคุมให้เครื่องจักรกลหรือระบบอัตโนมัติต่าง ๆ สามารถปฏิบัติการได้แม่นยำกว่าการควบคุมด้วยมนุษย์ อีกทั้งยังช่วยทุ่นแรงงาน ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้ปัจจัยการผลิตแล้ว ยังให้ผลผลิตต่อพื้นที่ (yield) ที่ดีขึ้นด้วย

เกษตรแม่นยำมีตั้งแต่เทคโนโลยีขั้นพื้นฐาน เช่น ชุดตรวจวัดดินแบบพกพา (Kit) เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด ไปจนถึงเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูงที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น ในสหรัฐอเมริกา ยุโรป หรือออสเตรเลีย เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเป็นที่รู้จักในรูปแบบของการใช้ระบบพิกัด GPS (Global Positioning System) ควบคุมรถไถพรวน รถพ่นปุ๋ยและยา และรถเก็บเกี่ยวให้เคลื่อนที่อัตโนมัติในแปลง (automatic section controller/auto-steer vehicle) รถที่ควบคุมเส้นทางด้วย GPS นี้จะมีความเที่ยงตรงสูง ไม่ดำเนินการซ้ำซ้อนกับพื้นที่ที่จัดการไปแล้วจึงช่วยประหยัดพลังงาน หากติดอุปกรณ์เสริมไปที่ตัวรถ เช่น อุปกรณ์สุ่มเก็บตัวอย่างดิน เซนเซอร์ตรวจวัดสภาพพืช มอนิเตอร์แสดงผล ฯลฯ จะทำให้เกษตรกรสามารถสร้างแผนที่ความแตกต่างของสภาพภายในแปลง (variable map) และใช้เป็นข้อมูลวางแผนเพาะปลูกต่อไปได้

หัวใจสำคัญของเกษตรแม่นยำ คือ ข้อมูล ทั้งข้อมูลที่เก็บได้จากภายในแปลงขณะทำกิจกรรมภายในแปลง เช่น การติดเซนเซอร์ไปที่รถไถพรวนหรือการใช้โดรนบินสำรวจ และข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากแหล่งอื่น ๆ เช่น ข้อมูลสภาพดิน แหล่งน้ำใต้ดิน สภาพอากาศ ตลอดจนองค์ความรู้สะสมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม เป็นต้น

ภาพที่ 1-3 หลักการของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ



ที่มา: ศูนย์ข้อมูลและคาดการณ์เทคโนโลยี, สวทน.

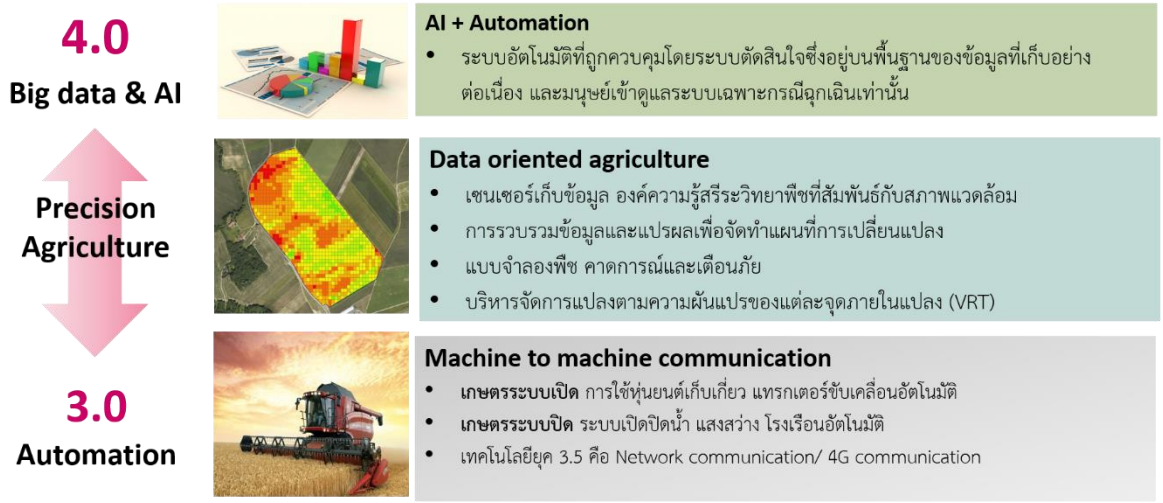
เกษตรแม่นยำเป็นฐานของเทคโนโลยีเกษตร 4.0

ในอนาคตโลกจะเข้าสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นยุคที่ปัญญาประดิษฐ์จะเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เครื่องจักรและระบบอัตโนมัติในโรงงานจะฉลาดขึ้นจากปัญญาประดิษฐ์ อีกทั้งสามารถตัดสินใจได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าแรงงานคน โดยมนุษย์จะเข้ามาจัดการกับระบบเฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาฉุกเฉินเท่านั้น

เช่นเดียวกับเครื่องจักรกลการเกษตรซึ่งแต่เดิมเกษตรกรยังจำเป็นต้องควบคุมรถแทรกเตอร์ด้วยตนเอง แต่ปัจจุบันได้พัฒนาไปสู่รถแทรกเตอร์ที่ขับเคลื่อนอัตโนมัติได้เองอัตโนมัติ (3.0) ควบคุมการทำงานได้จากระยะไกล หรือมีการติดต่อระหว่างเครื่องจักรกลเกษตรมากกว่า 2 เครื่องขึ้นไป (3.5) ในอนาคตรถแทรกเตอร์ (หรือโดรน) และอุปกรณ์เกษตรอื่น ๆ จะตัดสินใจได้เองว่าพื้นที่ใดต้องใส่ปุ๋ยหรือน้ำเท่าไร พืชเติบโตดีหรือไม่ โดยที่เกษตรกรจะเข้าไปควบคุมดูและเฉพาะกรณีฉุกเฉินเท่านั้น (4.0)

อย่างไรก็ตาม ปัญญาประดิษฐ์ที่อยู่ในเครื่องจักรกลต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลสารสนเทศจำนวนมากที่เก็บอย่างต่อเนื่องจึงจะตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ เกษตรแม่นยำซึ่งมุ่งเน้นการเก็บข้อมูลความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในแปลงหรือฟาร์มเพื่อประกอบการตัดสินใจหรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ จึงเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่จะเชื่อมเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (3.0) ให้ก้าวเข้าสู่ยุค 4.0

ภาพที่ 1-4 ความสำคัญของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำกับเกษตร 4.0



ที่มา: ปรับปรุงจากการสัมภาษณ์ GEOSAT, 5 พฤษภาคม 2560 และดร.โชติพงศ์ กาญจนประโชติ โครงการเสวนา เรื่อง “การพัฒนารูปแบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรอินทรีย์” ม.แม่โจ้, 19 พฤศจิกายน 2558

การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของโลกที่ผ่านมามุ่งเน้น “เครื่องเก็บเกี่ยวอัตโนมัติ” แต่ “การเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์” ยังมีไม่มากนัก

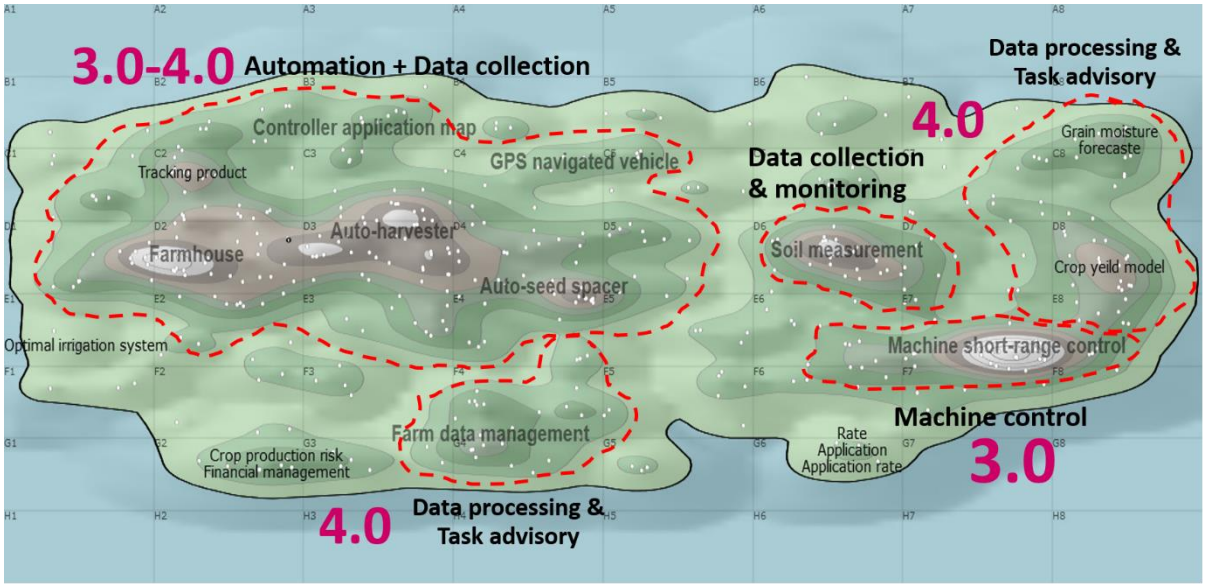
จากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลสิทธิบัตรทั่วโลกที่เกี่ยวข้องกับเกษตรแม่นยำ (คำค้น “crop” “precis*” “agricult*”) พบว่ามีจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเกษตรแม่นยำสะสมระหว่างปี 1996 - 2016 ทั้งหมด 462 DWPI (Derwent World Patent Index) จุดสีขาวแสดงสิทธิบัตร จุดที่อยู่ใกล้กันหรืออยู่ในขอบเขตเดียวกันแสดงว่าเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาในสิทธิบัตรใกล้เคียงกัน บริเวณที่มีจำนวนสิทธิบัตรสะสมมากจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลไปจนถึงยอดสีขาว

ทั้งนี้ พบว่าสิทธิบัตรที่มีการจดจำนวนมาก คือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติ (Automation & Machine control 118 DWPI) โดยผลิตภัณฑ์หลักที่ได้รับการพัฒนาในกลุ่มนี้ คือ เครื่องเก็บเกี่ยว (harvester) และโรงเรือน (greenhouse) และการติดต่อสื่อสารระยะใกล้ระหว่างเครื่องจักรกล (Machine short-range control)

สิทธิบัตรที่มีการจดด้วยจำนวนที่รองลงมา คือ การประมวลผลและนำเสนอข้อมูล (Data process & simulation 93 DWPI) การวิเคราะห์คาดการณ์และให้คำแนะนำ (Task advisory 91 DWPI) และสิทธิบัตรด้านการเก็บข้อมูลภายในแปลง (Data collection and monitoring 73 DWPI) ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มนี้ เป็นสิทธิบัตรที่เกี่ยวกับ “ข้อมูล” หากนำมารวมกันจะมีจำนวนมากกว่าสิทธิบัตรด้านการพัฒนาเครื่องจักรกล แสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศในเกษตรแม่นยำ

นอกจากนี้ ยังพบสิทธิบัตรประเภทอื่น ๆ (Others 38 DWPI) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาระบบติดตามและบริหารจัดการผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 1-5 ภาพรวมการจดสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำระหว่างปี 1996 - 2016



ที่มา: Thompson Innovation, 462 DWPI records, 1996 - 2016

วิเคราะห์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, 2016

ตารางที่ 1-2 ตัวอย่างนวัตกรรมจากการสืบค้นสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำระหว่างปี 1996 - 2016

ประเภท	ตัวอย่างสิทธิบัตร	เจ้าของสิทธิบัตร
Machine Control	JP 06059027B2 การพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดที่แสดงผลการทำงานเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟน	Kubota (2013)
	US20170013773A1 การส่งข้อมูลสภาพพื้นผิวดิน เช่น ความร่วน ความแข็งของดิน ไปยังอุปกรณ์เก็บเกี่ยวถั่วลิสง (underground crop harvester) เพื่อควบคุมการทำงาน	Clemson University (2015)
	DE102014201203A1 ระบบชาร์จไฟโดรน (UAV) ผ่านทรานสมิตเตอร์ที่ติดตั้งบนรถตัดฟาง (chaff cutter) ทำให้โดรนสามารถทำงานได้นานขึ้น	CNH Industrial (2014)
Data collection & Monitoring	US9226449B2 การตั้งค่าพารามิเตอร์และการใช้ข้อมูลเพื่อ calibrate เซนเซอร์ที่ติดอยู่กับเครื่องเก็บเกี่ยว (combined harvester)	Deere & Co (2013)
	US20160235002A1 เซนเซอร์ตรวจวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นข้าวโพด ที่ติดอยู่กับเครื่องเก็บเกี่ยว (combined harvester) เพื่อวัดปริมาณผลผลิตที่ได้จากพื้นที่หนึ่ง ๆ ภายในแปลง	Precision Planting (2011)
Task advisory	US9563852B1 ระบบรายงานพิกัดและการระบาดของแมลงและโรค จาก Crowd-source ประมวลผลจาก GPS ฐานข้อมูลสรีระวิทยาของแมลง และข้อมูลสภาพอากาศ	Iteris Inc. (2015)
	US9336492B1 แบบจำลองพยากรณ์ความชื้นของผลผลิต (ธัญพืช) โดยระบบใช้ข้อมูลอากาศ ข้อมูลพืช และข้อมูลโกดัง มาแสดงผลเป็น % ความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา เพื่อควบคุมพัดลมในโกดัง และให้ผลผลิตมีความชื้นที่เหมาะสม ณ เวลาขาย (Time-of-sale)	Iteris Inc. (2015)
	WO2015173876A1 ระบบคาดการณ์ปริมาณและเวลาใส่ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม (ไม่ระบุพืช)	Fujitsu Limited (2014)
	US9292796B1 ระบบคาดการณ์สถานการณ์และผลผลิตในระยะเก็บเกี่ยวโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศประกอบกับข้อมูลพืช เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว	Iteris Inc. (2015)

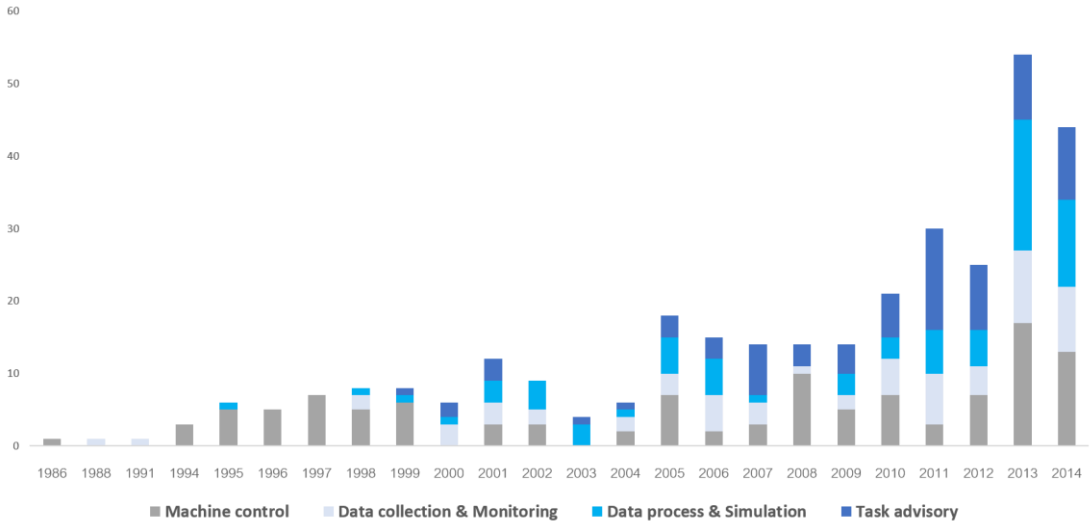
ที่มา: Thompson Innovation, 462 DWPI records, 1996 -2016

วิเคราะห์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, 2016

เกษตรแม่นยำมีแนวโน้มเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในอนาคต เนื่องจากจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำได้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี 2005 เป็นต้นมา โดยจะเห็นได้ว่าในแต่ละปีจะมีจำนวนสิทธิบัตรที่ถูกจดมากกว่า 10 DWPI และเริ่มมีการจดมากกว่าปีละ 30 DWPI ตั้งแต่ปี 2011

สิทธิบัตรส่วนใหญ่ในช่วงก่อนปี 2000 เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการควบคุมเครื่องจักรกลเกษตร (Machine control) แต่หลังจากปี 2000 สิทธิบัตรที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ Data processing & simulation และ Task advisory มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 3 ปีล่าสุด ที่สิทธิบัตรด้าน IT มีสัดส่วนรวมกันมากกว่าสิทธิบัตรด้านเครื่องจักรกล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่เทคโนโลยีจะช่วยให้เกษตรมีข้อมูลที่ช่วยในการตัดสินใจมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 1-6 จำนวนสิทธิบัตรที่ถูกจดรายปี แบ่งตามประเภทเทคโนโลยี (1996-2016)



ที่มา: Thompson Innovation, 462 DWPI records, 1996 -2016
วิเคราะห์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, 2016

บทที่ 2
ภาวการณ์แข่งขันในตลาดโลก

การวิเคราะห์ภาวการณ์แข่งขันของผู้ประกอบการเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในระดับโลก จะวิเคราะห์จากภาพรวมมูลค่าตลาดและแนวโน้มตลาดในอนาคต ประกอบกับปัจจัย 5 ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระดับการแข่งขันในธุรกิจ (Five Forces) ได้แก่ อำนาจการต่อรองของผู้บริโภค อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ การคุกคามของผู้ประกอบการใหม่ และการคุกคามของสินค้าทดแทน เพื่อสรุปว่าธุรกิจดังกล่าวมีการแข่งขันสูงหรือต่ำ ความยากง่ายของการเข้าสู่ตลาดเป็นอย่างไร ตลอดจนผู้เล่นใหม่ควรมีกลยุทธ์ที่จำเป็นอย่างไร

2.1 ภาพรวมมูลค่าตลาดของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

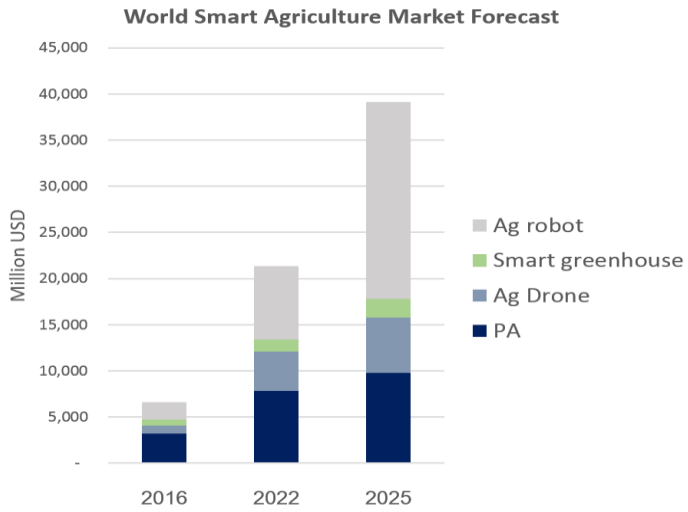
ปัจจุบันตลาดของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีมูลค่า 3,200 ล้านเหรียญสหรัฐ (2557) หรือคิดเป็นร้อยละ 1.6 ของตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีมูลค่า 200,000 ล้านเหรียญสหรัฐ (2557) อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีดังกล่าวมีอัตราการเติบโตค่อนข้างสูงหรือร้อยละ 13.47 ต่อปี ในขณะที่เครื่องจักรกลการเกษตรทั่วไปมีอัตราการเติบโตร้อยละ 5-7 ต่อปี คาดว่าภายในปี 2022 ตลาดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจะเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าของปัจจุบัน หรือมีมูลค่าประมาณ 7,870 ล้านเหรียญสหรัฐ[1]

เมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรอัจฉริยะประเภทอื่นๆ ในปี 2016 เกษตรแม่นยำมีมูลค่าคิดเป็นร้อยละ 50 ของตลาดอุปกรณ์เกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) ทั้งหมดซึ่งมีมูลค่ารวม 6,000 ล้านเหรียญสหรัฐ การที่เกษตรแม่นยำมีมูลค่าตลาดค่อนข้างสูงเนื่องจากเกษตรแม่นยำเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นสำหรับพืชไร่ เช่น ธัญพืช ซึ่งเป็นพืชที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในโลกและเป็นพืชที่สำคัญกับความมั่นคงทางอาหาร ดังนั้น เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีโรงเรือนอัจฉริยะที่เป็นเทคโนโลยีสำหรับพืชโตไวมูลค่าสูง (cash crop) เช่น พืชผักแล้ว จะเห็นว่าเกษตรแม่นยำมีมูลค่าตลาดที่สูงกว่ามาก

- **หุ่นยนต์เกษตร (Ag robot)** (CAGR 30%) มีตลาดใหญ่และเติบโตดีที่สุด ส่วนใหญ่เป็นมูลค่าของหุ่นยนต์รีดนมวัวอัตโนมัติซึ่งจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมาก ในทางกลับกัน หุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น ผักและผลไม้ หรือหุ่นยนต์ตัดหญ้า จะยังมีตลาดที่เล็กมาก เนื่องจากเทคโนโลยียังอยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนา
- **โรงเรือนอัจฉริยะ (Smart greenhouse)** (CAGR 13%) แบ่งเป็นแบบ hydroponic และ non-hydroponic เทคโนโลยีที่มูลค่าสูงที่สุดในระบบ คือ ระบบระบายและปรับอากาศ (Heating Ventilation and Conditioning : HVLC) เทคโนโลยีสำคัญอื่นๆ ได้แก่ หลอดไฟ LED ระบบสื่อสาร ระบบให้น้ำ วาล์ว อุปกรณ์ควบคุม และอื่นๆ
- **โดรนเพื่อการเกษตร (Ag drone)** (CAGR 24%) ประกอบด้วยโดรนสำรวจ (Data mapping drone) กับโดรนฉีดพ่นสารเคมี (Spraying drone) ทั้งนี้ โดรนสำรวจซึ่งเป็นโดรนเพื่อการใช้งานเฉพาะทาง (commercial drone) ที่มีเทคโนโลยีสูงกว่าโดรนฉีดพ่น จะมีมูลค่าสูงกว่าโดรนฉีดพ่นสารเคมี และจะมีมูลค่าสูงกว่าซึ่งเป็นอากาศยานไร้คนขับสำหรับผู้บริโภคทั่วไป (consumer drone) ที่ไม่ต้องการความเชี่ยวชาญในการเก็บข้อมูลและแปรผล
- **เกษตรแม่นยำ (PA)** (CAGR 13%) มูลค่าหลักอยู่ที่แทรกเตอร์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ อนาคตคาดว่าสัดส่วนของโดรนทำแผนที่ (data mapping drone) และบริการด้านข้อมูลจะเริ่มมีส่วนแบ่งตลาดมากขึ้น

[1] Marketsandmarkets, 2016

ภาพที่ 2-1 : มูลค่าตลาดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture : PA) เปรียบเทียบกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะอื่น

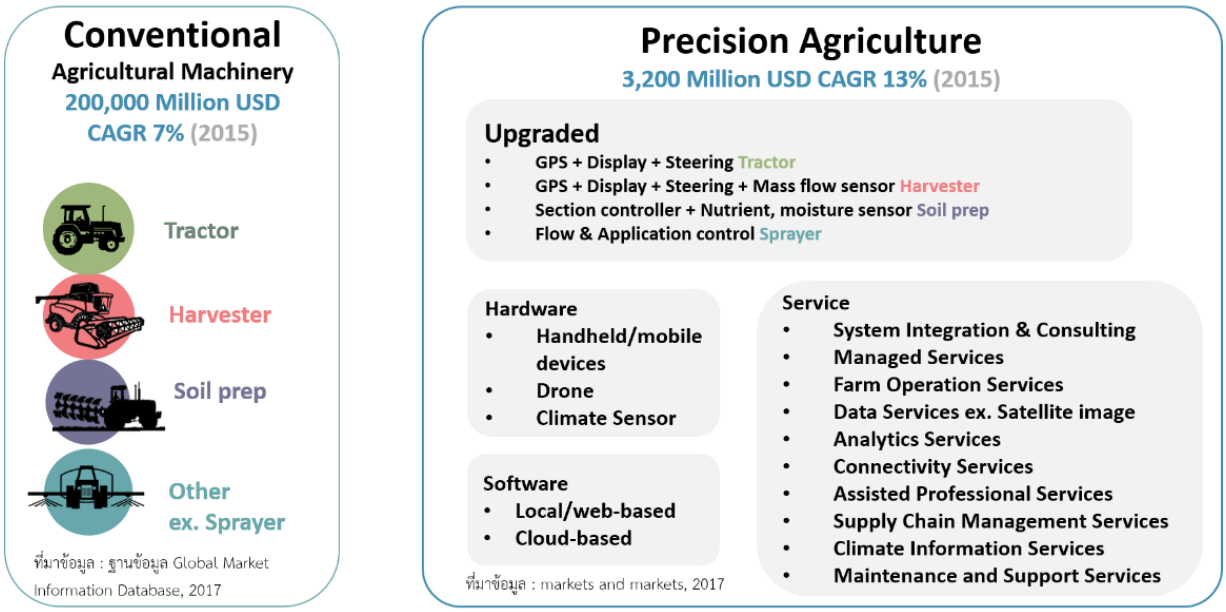


ที่มาข้อมูล : Markets & Markets, Geosat, IDTechEx
รวบรวมและคาดการณ์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, สวทน.

เกษตรแม่นยำเป็นเทคโนโลยีที่ยกระดับอุปกรณ์และเครื่องจักรกลเกษตรเดิม (Upgrade) และสร้างมูลค่าเพิ่มในธุรกิจใหม่ (New business)

เกษตรแม่นยำเป็นอุปกรณ์ที่เกษตรกรสามารถซื้อมาติดตั้งเพิ่มกับรถแทรกเตอร์ที่มีอยู่เดิม เช่น อุปกรณ์รับสัญญาน GPS ภาคพื้น ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (auto-steering) หน้าจอดิสเพลย์สำหรับแสดงผลหรือเซนเซอร์ ที่ติดเพื่อให้รถแทรกเตอร์สามารถขับเคลื่อนได้เองอัตโนมัติ และมีแนวโน้มว่าเครื่องจักรกลการเกษตรรุ่นใหม่ จะมีฟังก์ชั่นเกษตรแม่นยำติดมากับอุปกรณ์ด้วย ซึ่งจะทำให้ตลาดของเครื่องจักรกลเกษตรเดิมมีมูลค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการสร้างมูลค่าเพิ่มในธุรกิจใหม่ เช่น โดรนสำรวจทำแผนที่ ซอฟท์แวร์บริหารจัดการและประมวลข้อมูลการเพาะปลูก ผลิตภัณฑ์กลุ่มเซนเซอร์ และบริการที่ปรึกษาด้านการเกษตรต่าง ๆ อีกด้วย (ภาพที่ 2-1)

ภาพที่ 2-2 มูลค่าเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ตลอดจนผลิตภัณฑ์และบริการที่เพิ่มขึ้นจากอุตสาหกรรมเดิม



ที่มา : ฐานข้อมูล Global Market Information Database, Euromonitor และ Markets & Markets, 2017

ตลาดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำคาดว่าจะเติบโตสูงในจีน

เนื่องจากมูลค่าตลาดของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำกว่าร้อยละ 80 ปัจจุบันอยู่ที่รถแทรกเตอร์ติด GPS ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมเดิม ดังนั้น การเติบโตของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจึงอาจคาดการณ์ได้จากอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งตลาดสำคัญของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยีสูง คือ กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส เยอรมนี และอิตาลี โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาซึ่งตลาดมีขนาดใหญ่และมีอัตราการเติบโตร้อยละ 5 บราซิลยังเป็นอีกประเทศหนึ่งที่เกาะอยู่ในกลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นประเทศที่ทำเกษตรแบบอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม เกษตรกรบราซิลยังค่อนข้างอ่อนไหวต่อราคา ดังนั้น ระดับของเทคโนโลยีที่เกษตรกรบราซิลยอมรับจะยังไม่ใช่เทคโนโลยีขั้นสูงเมื่อเทียบกับประเทศตะวันตก

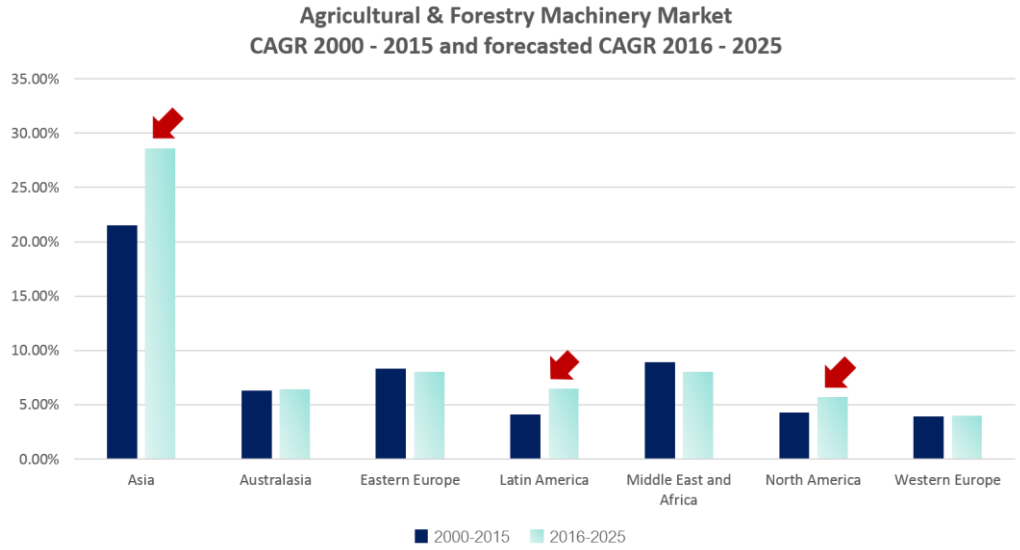
ตลาดสำคัญอีกตลาดหนึ่ง คือ ทวีปเอเชียซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีการเติบโตของตลาดสูงกว่าภูมิภาคอื่น ๆ (ภาพที่ 2-2) โดยมีจีนและอินเดียเป็นตลาดใหญ่ (ภาพที่ 2-3) เนื่องจากเป็นประเทศที่มีประชากรมากและจำเป็นต้องสร้างความมั่นคงทางอาหารให้กับประเทศ อีกทั้งรัฐบาลยังมีนโยบายสนับสนุนที่เป็นแรงผลักดันให้มีการใช้เครื่องจักรกลเกษตรอย่างชัดเจน

ตัวอย่างเช่นรัฐบาลจีนตั้งเป้าเป็นครัวของโลกภายใน 10 ปี มีนโยบายสนับสนุนการทำเกษตรด้วยเครื่องจักรกลเกษตรชั้นสูง นโยบายลดการใช้สารเคมีในภาคเกษตร ตลอดจนให้งบประมาณสนับสนุนการทำเกษตรแปลงใหญ่ นอกจากนี้ ยังคงนโยบายการให้เงินสนับสนุน (Subsidy) แก่เกษตรกรที่ปลูกธัญพืชอีกกว่า 200,000 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม จีนนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2 ของมูลค่าตลาดทั้งหมด โดยส่วนใหญ่จะนำเข้าจากสหรัฐอเมริกา (ร้อยละ 35) ส่วนใหญ่เป็นแทรกเตอร์และเครื่องฉีดพ่นการเกษตร

รัฐบาลอินเดียมีมาตรการอุดหนุนเงินให้เกษตรกรซื้อเครื่องจักรกลเกษตรสูงถึงร้อยละ 40 ต่อเครื่องจักรกล 1 ชุด[2] อย่างไรก็ตาม เกษตรกรในประเทศอินเดียยังคงมีความสามารถในการยอมรับเทคโนโลยีที่ต่ำกว่าจีน บริษัทเครื่องจักรกลการเกษตรในอินเดียกว่าร้อยละ 99 เป็นบริษัทขนาดเล็ก และอุปกรณ์ส่วนใหญ่ยังเป็นอุปกรณ์อย่างง่าย โดยบริษัทต่าง ๆ เพิ่งเริ่มแนะนำเทคโนโลยีที่ซับซ้อนขึ้น ซึ่งรวมถึงเทคโนโลยีบริหารจัดการข้อมูลฟาร์มผ่านมือถือ (JDLink) ตามงานนิทรรศการต่าง ๆ ซึ่งจัดปีละหลายครั้งทั่วประเทศ[3]

สำหรับตลาดตะวันออกกลางและแอฟริกา แม้ว่าจากแนวโน้มที่ผ่านมาจะยังไม่พบการเติบโตที่เห็นได้ชัดแต่เป็นตลาดที่น่าจับตามองในอนาคต รัฐบาลของประเทศผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรที่สำคัญ เช่น จีน บราซิล และตุรกี ล้วนสนับสนุนให้ผู้ประกอบการของตนส่งออกไปยังทวีปอัฟริกาผ่านนโยบายสนับสนุนแบบ G2G[4]

ภาพที่ 2-3 อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรและป่าไม้ปี 2000-2015 และคาดการณ์ปี 2016-2025



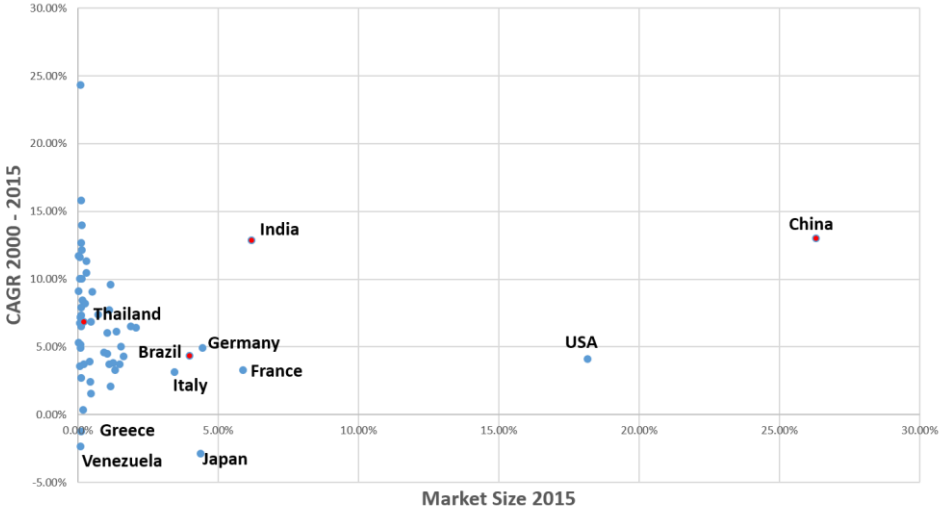
ที่มา : ฐานข้อมูล Global Market Information Database, Euromonitor
คาดการณ์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, สวทน.

[2] สยามคูโบต้าชี้ช่องทางทำตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรในอินเดีย http://sameaf.mfa.go.th/th/business-center/detail.php?ID=5205 สุทธิมา เสืองาม, สถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองเจนไน

[3] ฐานข้อมูล Global Market Information Database, 2017

[4] ฐานข้อมูล Global Market Information Database, 2017

ภาพที่ 2-4 ศักยภาพของตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรและป่าไม้รายประเทศ (มูลค่าตลาดปี 2015)



ที่มา: ฐานข้อมูล Global Market Information Database, Euromonitor

2.2 อำนาจการต่อรองของผู้บริโภค: อัตราการยอมรับในเทคโนโลยี

อำนาจการต่อรองของผู้บริโภคจะส่งผลต่อรายรับของธุรกิจ ถ้าเป็นธุรกิจที่ลูกค้าไม่ให้ความสนใจ อำนาจการต่อรองของลูกค้าจะสูงขึ้น จนอาจทำให้ธุรกิจต้องลดราคา ปรับต้นทุน เพิ่มบริการ ซึ่งล้วนส่งผลให้กำไรลดลง เกษตรแม่นยำเป็นธุรกิจใหม่ที่มีความเป็นนวัตกรรม การพิจารณาอำนาจการต่อรองของผู้บริโภคจึงอาจพิจารณาได้จากปัจจัยที่ทำให้เกษตรกรยอมรับในนวัตกรรม

ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญ

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกษตรกรยอมรับในเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ มีดังนี้

- ประโยชน์ที่เกษตรกรจะได้รับและความคุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้น ผู้ให้บริการต้องสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีใหม่และเก่าได้ หรือเกษตรกรต้องสังเกตเห็นได้จากการทดลองจริงในแปลง จากการศึกษาในประเทศออสเตรเลียรถแทรกเตอร์ที่มีเทคโนโลยี GPS จะคุ้มค่าเมื่อมีพื้นที่ตั้งแต่ 600 ไร่ขึ้นไป (100 เฮกเตอร์) โดยจะสามารถลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยให้เกษตรกรได้ร้อยละ 10 และคืนทุนในเวลา 3-4 ปี ยิ่งความแตกต่างในแต่ละจุดของพื้นที่มีสูง ยิ่งเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น
- ความเข้ากันได้ของเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ความยากง่ายในการเปลี่ยนมาใช้ตัวเลือกใหม่ ระยะเวลาในการเรียนรู้ และความเข้าใจในเทคโนโลยี
- De-incentive เช่น กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวดในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้เกษตรกรในสหภาพยุโรปใช้เซนเซอร์ตรวจวัดค่าไนโตรเจนในดินอย่างแพร่หลาย
- Incentive เช่น มูลค่าเพิ่มจากผลผลิตคุณภาพสูง (premium grade) ที่เกษตรกรจะได้รับผลผลิตที่มีความชื้นคงที่ หรือใช้สารเคมีน้อยกว่า

ตารางที่ 2-1 เงินลงทุนขั้นต่ำของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำแต่ละประเภท

เทคโนโลยี	เงินลงทุนขั้นต่ำ* (บาท)
Automation	
● ระบบนำทางด้วย GPS ควบคุมการเดินรถตามแนวแปลง	260,000
Data	
● ติดตามการเปลี่ยนแปลงและจัดทำแผนที่ผลผลิตจากเซนเซอร์ที่ได้จากเครื่องเก็บเกี่ยว	195,000
● การวิเคราะห์พื้นที่โดยใช้ข้อมูลอื่น เช่น NDVI จากภาพถ่ายดาวเทียม ผลวิเคราะห์ดิน เพื่อจัดทำแผนที่	78,000
Automation + Data	
● การให้ปุ๋ย (single nutrient) ตามความผันแปรของพื้นที่ (VRT) (เช่น Yara N-sensor)	260,000

* Michael Robetson, The economic benefits of precision agriculture: case studies from Australian grain farms, CSIRO, 2007. (อัตราแลกเปลี่ยน 1 AUS $ = 26 Thai Baht)

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างของกลยุทธ์ด้านการตลาดของบริษัทในต่างประเทศ

ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องจักรกล
• John Deere ต่อยอดสินค้าจากการขายเครื่องจักรกลเกษตรเพียงอย่างเดียว ไปสู่การให้บริการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรด้วย เช่น JDLink • บริการที่ปรึกษาเพื่อคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุนเครื่องจักรกลแต่ละชุด โดยอาจติดตั้งเป็นโปรแกรมคำนวณไว้บนหน้าเวปไซต์ (ROI payback calculator) เพื่อช่วยเกษตรกรในการตัดสินใจ • วีดีโอแสดงการใช้งานระบบเกษตรแม่นยำอย่างละเอียดบน YouTube
ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เกี่ยวกับข้อมูล
• ระบบสมาชิกข้อมูล โดยให้เกษตรกรที่เป็นสมาชิกติดตั้งเซนเซอร์และส่งข้อมูลเข้าสู่ศูนย์ประมวลผลส่วนกลาง โดยเกษตรกรที่ร่วมติดตั้ง จะได้รับข้อมูลภาพรวมและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์กับไร่ของตนกลับไปโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายอื่น นอกจากค่าติดตั้งและดูแลอุปกรณ์ • นโยบายความปลอดภัยของข้อมูลที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ อธิบายชัดเจน เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าก่อนตัดสินใจใช้บริการ

ที่มา : รวบรวมจากเวปไซต์ของบริษัท

ระดับการยอมรับเทคโนโลยีในแต่ละประเทศค่อนข้างแตกต่างกัน

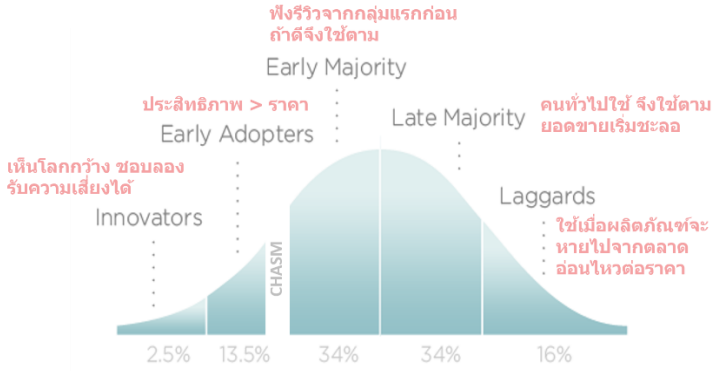
จากทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยีหรือ Innovation Adoption Life Cycle (ภาพที่ 2-5) โดย Rogers ได้กล่าวว่าระดับการยอมรับในผลิตภัณฑ์ใหม่หรือนวัตกรรมขึ้นอยู่กับลักษณะและความคิดของกลุ่มคน ซึ่งนวัตกรรมจะแพร่ไปสู่กลุ่มคนลักษณะต่าง ๆ ในสังคมเมื่อเวลาผ่านไป โดยช่วงแรกจะจะมีคนเข้าถึงนวัตกรรมน้อยและใช้เวลานาน แต่เมื่อถึงจุดที่คนกลุ่มแรกได้ใช้นวัตกรรมและประเมินแล้วว่าดี คนกลุ่มใหญ่จะตัดสินใจซื้อนวัตกรรมเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติ Rogers ได้แบ่งกลุ่มคนออกเป็น 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ลักษณะการยอมรับนวัตกรรมของบุคคลแต่ละกลุ่ม

Innovator (2.5%)	กลุ่มคนที่อยากใช้นวัตกรรมทันทีที่ออกสู่ตลาด ยอมรับความเสี่ยงสูงได้ มีกำลังเงินเพียงพอ มักเป็นคนกลุ่มที่ได้เดินทางไปเห็นโลกค่อนข้างกว้างกว่ากลุ่มอื่น เช่น เจ้าของฟาร์มขนาดใหญ่
Early Adopters (13.5%)	เป็นกลุ่มที่ใหญ่กว่ากลุ่มแรก ต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ แต่จะพิจารณาจากฟังก์ชั่นการใช้งานมากกว่าคำโฆษณาชวนเชื่อ
Early Majority (34%)	เป็นคนทั่วไปกลุ่มใหญ่กลุ่มแรกที่ตัดสินใจใช้ผลิตภัณฑ์ หลังจากได้ยิน ฟัง หรือรีวิวจากประสบการณ์ของคนกลุ่ม Early Adopters แล้ว
Late Majority (34%)	คนกลุ่มใหญ่ทั่วไปที่เริ่มใช้ผลิตภัณฑ์เมื่อเห็นคนทั่วไปใช้ ยอดขายนวัตกรรมจะชะลอตัวในระยะนี้
Laggards (16%)	กลุ่มคนที่จะใช้นวัตกรรมก็ต่อเมื่อผลิตภัณฑ์กำลังจะหายไปจากตลาด เนื่องจากค่อนข้างอ่อนไหวต่อราคา

ที่มา : ปรับจาก Jonas M. Eder, Minigrids and renewable energy in rural Africa : How diffusiontheory explains adoption of electricity in Uganda

ภาพที่ 2-5 ทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมหรือ Innovation Adoption Life Cycle



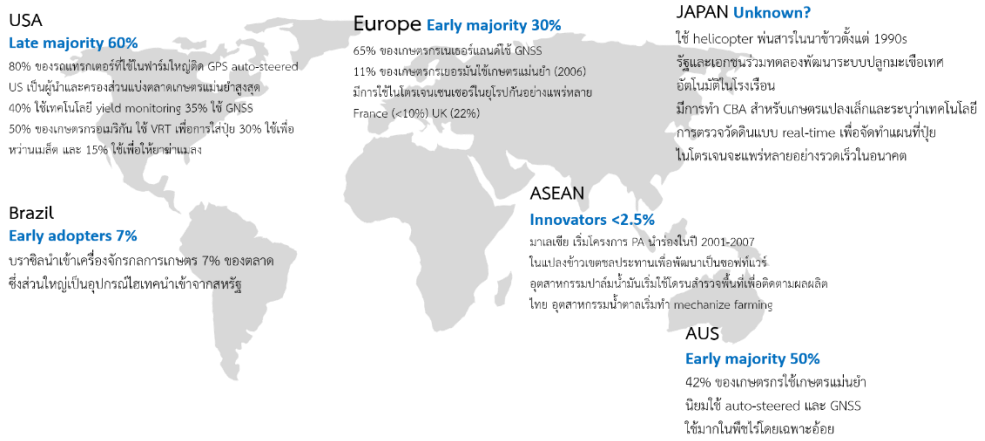
ที่มา: Rogers EM. Discussion of Innovations 5th Edition, 2003

ตลาดสำคัญของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในปัจจุบัน คือ ประเทศสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย เนื่องจากเป็นประเทศที่ทำเกษตรแปลงใหญ่ที่ร่วมวิจัยกับมหาวิทยาลัยและทดลองใช้เทคโนโลยีนี้มามากกว่า 10 ปี เนื่องจากเป็นเกษตรแปลงเล็ก อัตราการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรอยู่ในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 50 ซึ่งหมายความว่าเกินกว่าครึ่งหนึ่งของเกษตรกรยอมจ่ายเงินลงทุนซื้อเทคโนโลยีนี้ในเชิงพาณิชย์ และเทคโนโลยีได้แพร่หลายไปสู่เกษตรส่วนใหญ่ของประเทศ (Early – Late majority) ไม่ได้ใช้กันเฉพาะในหมู่นวัตกร (Innovator) ที่สามารถรับความเสี่ยงสูงได้เท่านั้น

ในสหภาพยุโรป อัตราการยอมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 30 อย่างไรก็ตาม มีความแตกต่างในแต่ละประเทศสูง เช่น เกษตรกรในเนเธอร์แลนด์มากกว่าร้อยละ 65 ใช้แทรกเตอร์ติด GPS แต่ใช้ในฝรั่งเศสอัตราการยอมรับน้อยกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ เทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรป คือ การใช้เซนเซอร์ตรวจวัดไนโตรเจนในดิน เนื่องจากมีกฎหมายควบคุมการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เข้มงวด

ในทางกลับกันภูมิภาคอื่น ๆ ในโลกยังมีการใช้เทคโนโลยีนี้ในระดับต่ำ ในประเทศกำลังพัฒนายังเป็นเพียงโครงการวิจัยของภาครัฐหรือผู้ประกอบการเกษตรรายใหญ่บางราย ยังไม่สามารถแพร่หลายไปสู่เกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศได้ (ภาพที่ 2-6)

ภาพที่ 2-6 อัตราการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในแต่ละภูมิภาค

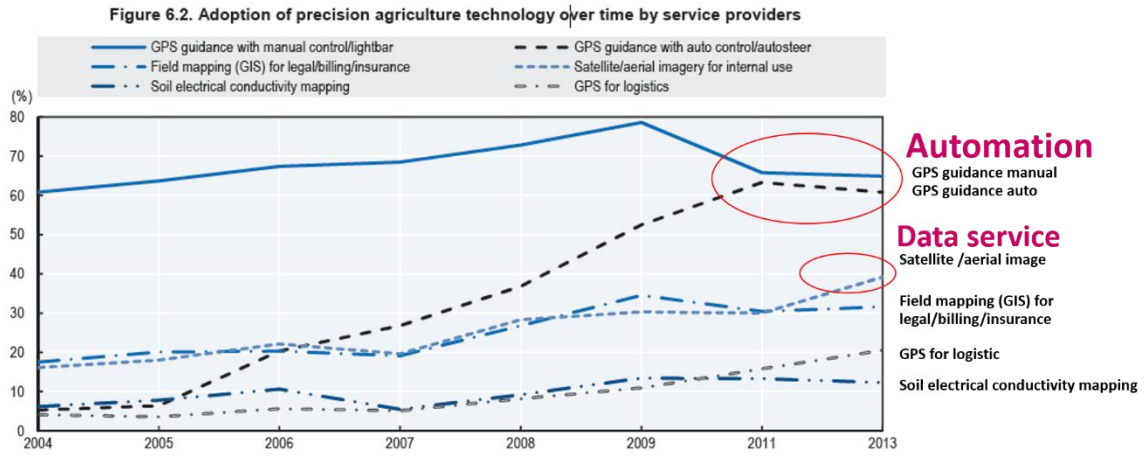


ที่มา: ปรับปรุงจาก ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ : การปรับตัวภาคเกษตร, สวทน. 2559

ระดับการยอมรับในแต่ละผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแตกต่าง เทคโนโลยีควบคุมการเดินรถแทรกเตอร์อัตโนมัติได้รับความนิยมสูง และเริ่มเห็นแนวโน้มเกษตรกรใช้บริการด้านข้อมูลเพิ่มขึ้น

จากกรณีตัวอย่างในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีอัตราการใช้เกษตรแม่นยำสูงที่สุดในโลก พบว่าระดับการยอมรับในแต่ละผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันและเปลี่ยนไปตามระยะเวลา โดยมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรม กล่าวคือที่ผ่านมาเทคโนโลยีรถแทรกเตอร์ติด GPS ได้รับความนิยมสูงถึงร้อยละ 60 โดยรถที่ขับเคลื่อนเองอัตโนมัติ (auto) เริ่มเข้ามาทดแทนระบบขับเคลื่อนแบบใช้คนขับ (manual) อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งอัตราการยอมรับในระดับ Late majority จะเข้าสู่ช่วงที่ยอดขายชะลอตัว ผู้ให้บริการเกษตรแม่นยำในสหรัฐอเมริกาจึงเริ่มนำเสนอบริการใหม่แก่ลูกค้า โดยบริการสำรวจพื้นที่ด้วยภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม (satellite/aerial image) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มจะได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ปี 2011 เป็นต้นมา

ภาพที่ 2-7 การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในสหรัฐอเมริกา แบ่งตามประเภทการให้บริการ



Note. 171 survey respondents in 34 states.
Source: Figure 20 in Holland, J.K., B. Erickson and D.A. Widmar (2013), *2013 Precision Agricultural Services Dealership Survey Results.*

ที่มา: Farm Management Practices to Foster Green Growth, OECD, 2016

อำนาจการต่อรองจากผู้บริโภค

- เกษตรอุตสาหกรรมที่ทำเกษตรแปลงใหญ่ (600 ไร่ ขึ้นไป) (+) อัตราการยอมรับสูงถึงร้อยละ 60 เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่คำนึงถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีมากกว่าราคา และสามารถรอเวลาคืนทุนได้ 3-4 ปี อีกทั้งยังเริ่มเห็นแนวโน้มการซื้อบริการด้านข้อมูลอื่น ๆ มาประกอบการตัดสินใจวางแผนเพิ่มสูงขึ้น แต่ด้วยเทคโนโลยีที่ซับซ้อนทำให้เกษตรกรต้องพึ่งพาบริษัทที่ปรึกษาหรือตัวแทนจำหน่าย ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทของผู้ผลิตแต่ละราย ตลอดจนการแปรผลข้อมูล
- เกษตรกรรายย่อยหรือเกษตรแปลงเล็ก (-) ในประเทศกำลังพัฒนาจะเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีราคาย่อมเยากว่า และคำนึงถึงราคามากกว่าประสิทธิภาพของเทคโนโลยี

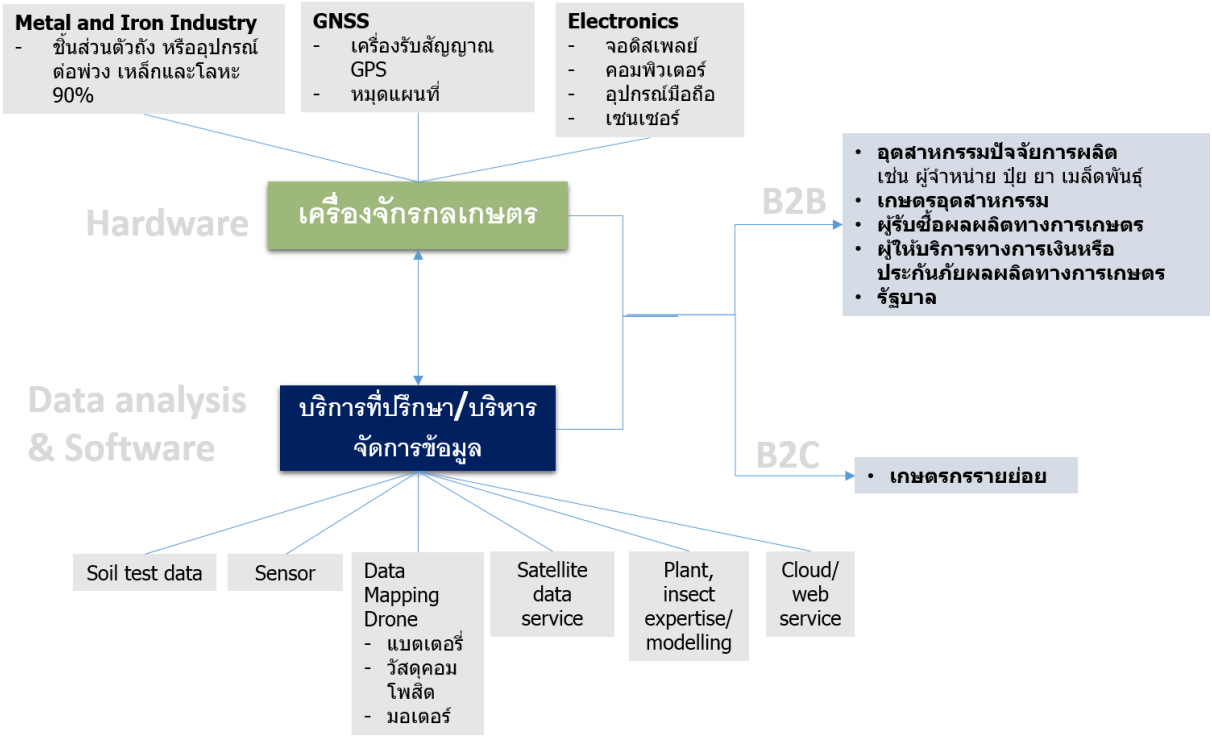
2.3 อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ : ลักษณะของผู้ประกอบการในซัพพลายเชน

อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ส่งผลต่อต้นทุนการผลิต หากอำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์สูง กล่าวคือมีผู้ผลิตน้อยราย จะทำให้ผู้ประกอบการเกษตรแม่นยำมีต้นทุนสูงตามไปด้วย

กลุ่มฮาร์ดแวร์ เครื่องจักรกลการเกษตรต้นทุนร้อยละ 70 มาจากเหล็กและโลหะที่เป็นชิ้นส่วนประกอบตัวถัง ผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรส่วนใหญ่เป็นรายใหญ่ที่สามารถบริหารจัดการซัพพลายเชนส่วนนี้ได้ดีเป็นทุนเดิม ส่วนฮาร์ดแวร์ที่เพิ่มขึ้นมาในกลุ่มเกษตรแม่นยำ เช่น อุปกรณ์รับสัญญาน GPS จอดิสเพลย์ เซนเซอร์ และอุปกรณ์มือถือต่าง ๆ มาจากอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีผู้เล่นจำนวนมากโดยเฉพาะผู้ผลิตจากจีน ทำให้ราคาอุปกรณ์ถูกลงอย่างมากในปัจจุบัน

กลุ่มที่ปรึกษาหรือผู้ให้บริการด้านการวิเคราะห์และบริหารจัดการข้อมูล เป็นธุรกิจใหม่ที่มีการบริหารจัดการซัพพลายเชนยากกว่า ซัพพลายเออร์ส่วนใหญ่ คือ เจ้าของข้อมูลซึ่งมาจากหลายแหล่ง ทั้งจากลูกค้า (ผลตรวจวิเคราะห์ดินหรือข้อมูลผลผลิต) จากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (โดรน เซนเซอร์) และจากผู้ให้บริการข้อมูลรายอื่น ๆ (ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ความเชี่ยวชาญด้านพืช ศัตรูพืช หรือโมเดลลิ่ง ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลของภาครัฐ ฯลฯ) ดังนั้น ผู้ให้บริการข้อมูลที่วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สำหรับเก็บข้อมูลเอง เช่น โดรน หรือเซนเซอร์ หรือมีความเชี่ยวชาญในพืชใด ๆ อยู่ก่อนจะได้เปรียบทั้งในเรื่องของต้นทุนและความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยน อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่หรือลักษณะของพืชต่างชนิดกัน เนื่องจากสามารถออกแบบให้อุปกรณ์มีคุณสมบัติเก็บข้อมูลได้ตามต้องการ ไม่เช่นนั้นผู้ประกอบการอาจจะต้องมีกลยุทธ์ในการนำเข้าข้อมูลหรือความเชี่ยวชาญจากแหล่งอื่น ทั้งนี้ กลยุทธ์การควบรวมกิจการ หรือการสร้างความร่วมมือกับบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในซัพพลายเชน จะทำให้บริษัทเข้าถึงเทคโนโลยีได้อย่างรวดเร็ว (ตาราง 2-3)

ภาพที่ 2-8 ความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องและซัพพลายเออร์



ที่มา: ศูนย์ข้อมูลและคาดการณ์อนาคต, สวทน.

ตารางที่ 2-4 ตัวอย่างกลยุทธ์ในการสร้างความเชี่ยวชาญและบริหารจัดการซัพพลายเชน

รูปแบบกลยุทธ์	ตัวอย่าง
Merging & Acquisition	● บริษัท IT และบริษัทที่เชี่ยวชาญ GPS จาก Silicon Valley เข้าซื้อบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเกษตร เช่น Trimble ซื้อ AGRI-Trend ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านการเกษตร และมีผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรกว่า 200 คน ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา
Joint venture	● มอนซานโตก้าวเข้าสู่การเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านการเกษตรแบบครบวงจรผ่านการซื้อบริษัทในซัพพลายเชน เช่น บริษัท Precision Planting ที่มีความเชี่ยวชาญในอุปกรณ์ VRT และบริษัท Climate Corporation ที่มีข้อมูลอากาศเพื่อการเกษตร
R&D partnership	● AGCO ซึ่งเป็นบริษัทเครื่องจักรกลการเกษตรร่วมกับบริษัท Precision Planting เพื่อพัฒนาระบบ integrate ข้อมูลดิจิตัลของฟาร์มของลูกค้า

ที่มา : รวบรวมจากแถลงข่าวของแต่ละบริษัท

<u>อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์</u>

- <u>กลุ่มฮาร์ดแวร์</u> (+) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ มีจำนวนซัพพลายเออร์มาก อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ไม่สูง
- <u>บริการวิเคราะห์ข้อมูล</u> (-) ต้องนำเข้าข้อมูลและความเชี่ยวชาญเฉพาะทางจากแหล่งอื่น ๆ ซึ่งมีผู้ชำนาญไม่มากนัก เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลอง บริการภาพถ่ายดาวเทียม บริการเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งต้นทุนในบริการเหล่านี้ค่อนข้างสูงและมีผู้ประกอบการน้อยราย ทำให้ค่าบริการสูง

2.4 การคุกคามของผู้ประกอบการใหม่: ส่วนแบ่งตลาดและสิทธิบัตรเทคโนโลยีของผู้เล่นหลัก

สหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำในเกษตรแม่นยำทั้งส่วนแบ่งในตลาดและความสามารถทางเทคโนโลยี

ตลาด

จากข้อมูลส่วนแบ่งตลาดเกษตรแม่นยำของโลก พบว่ามีผู้ประกอบการจำนวนมาก ที่สามารถให้บริการได้เกือบครบวงจรทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แสดงให้เห็นว่าตลาดเริ่มมีการแข่งขันกันรุนแรงขึ้น บริษัทผู้นำในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นบริษัทในสหรัฐอเมริกา ผู้นำหลัก ๆ คือ บริษัทผลิตและจำหน่ายรถแทรกเตอร์ เช่น บริษัท John Deere ที่นำเอาเทคโนโลยี GPS มาติดตั้งเป็นอุปกรณ์เสริมให้กับตัวรถ นอกจากนี้ ยังพบบริษัทที่มีพื้นฐานทางซอฟต์แวร์ เช่น บริษัท Precision Planting, บริษัท TeeJet Technologies ที่หันมาพัฒนาแอพลิเคชั่นและระบบข้อมูลด้านการเกษตร ตลอดไปจนถึงการพัฒนาฮาร์ดแวร์ เช่น อุปกรณ์ต่อพ่วงของรถแทรกเตอร์แบบ VRT เป็นต้น

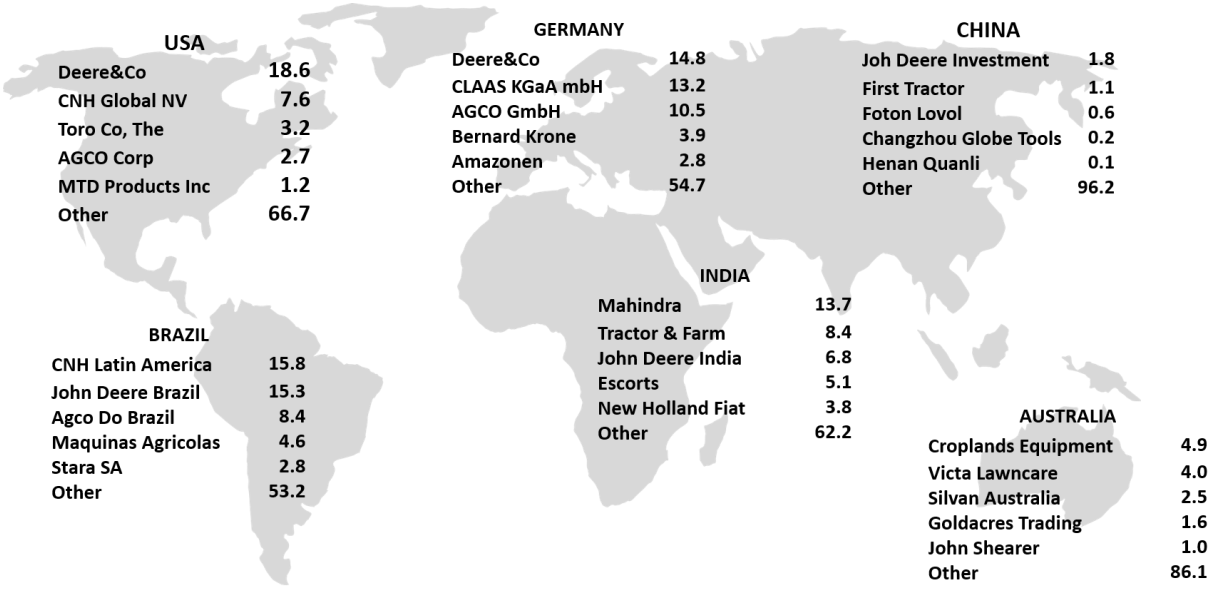
ภาพที่ 2-9 บริษัทที่มีส่วนแบ่งตลาด (market share) เกษตรแม่นยำโลก สูงสุด 10 ลำดับแรก

Company	Tractor	GNSS Guidance	VRT equipment	Data management	Drone
Ag Junction (U.S.)		✓			
Deere & Company (U.S.)	✓	✓	✓	✓	
Raven Industries Inc. (U.S.)			✓		✓
Trimble Navigation Ltd. (U.S.)		✓	✓	✓	✓
AGCO Corporation (U.S.)	✓	✓	✓	✓	
Precision Planting Inc. (U.S.)			✓		✓
SST Development Group, Inc. (U.S.)				✓	
AG Leader Technology (U.S.)		✓	✓	✓	
TeeJet Technologies (U.S.)		✓	✓		
Topcon Precision Agriculture (U.S.)		✓		✓	

ที่มา : Research & Market, 2016 และเวปไซต์ของแต่ละบริษัท
รวบรวม โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, สวทน.

หลายบริษัทที่เป็นผู้นำในตลาดเกษตรแม่นยำ เป็นผู้นำการแข่งขันในตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรระดับโลกด้วย ซึ่งผู้เล่นเดิมที่มีฐานลูกค้าอยู่แล้วจะมีความได้เปรียบคู่แข่งอื่น ๆ เช่น บริษัทจอห์นเดียร์ มีส่วนแบ่งอันดับ 1 ในตลาดเครื่องจักรกลเกษตรขนาดใหญ่ของโลก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และจีน อีกทั้งครองอันดับ 2 ในประเทศบราซิล และอันดับ 3 ในประเทศอินเดีย (ภาพที่ 2-8) บริษัทจอห์นเดียร์มีรายได้สุทธิ 1,500 ล้านเหรียญสหรัฐ (45,000 ล้านบาท) มีพนักงานทั้งหมด 57,000 คน มีโรงงานอยู่ 20 กว่าแห่งทั่วโลก รวมทั้งในอินเดีย บราซิล และเยอรมนี อย่างไรก็ตาม ส่วนแบ่งตลาดของบริษัทผู้นำไม่ได้สูงมากจนทำให้ตลาดนี้ถูกผูกขาด (monopoly) แต่ผู้เล่นอื่น ๆ ยังสามารถเติบโตได้

ภาพที่ 2-10 ผู้นำในอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในแต่ละประเทศ



ที่มาข้อมูล : ฐานข้อมูล Global Market Information Database
วิเคราะห์โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี

<u>เทคโนโลยี</u>

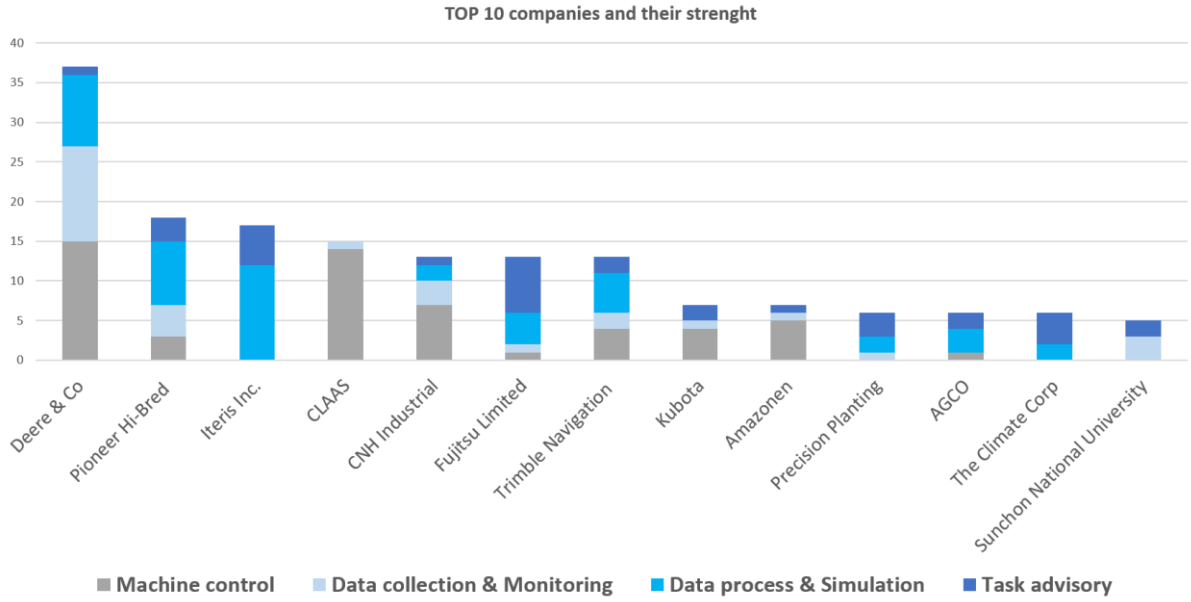
เมื่อพิจารณาศักยภาพทางเทคโนโลยีรายบริษัทจากข้อมูลการจดสิทธิบัตรจะพบว่า บริษัทที่เป็นผู้นำตลาดส่วนใหญ่จะเป็นผู้นำในการจดสิทธิบัตรด้วย (ภาพที่ 2-13) แสดงให้เห็นว่าอุปสรรคสำคัญสำหรับผู้เล่นรายใหม่ที่จะเข้ามาในตลาด คือ เทคโนโลยีหรือเงินลงทุนพัฒนาในเทคโนโลยี

หากแบ่งบริษัทตามความเชี่ยวชาญทางเทคโนโลยี จะแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มบริษัทที่มีพื้นฐานด้านเครื่องจักรกลการเกษตรอยู่เดิม และกลุ่มที่เข้าสู่ตลาดด้วยความเชี่ยวชาญด้านซอฟท์แวร์

<u>กลุ่มเครื่องจักรกลเกษตร</u> ได้แก่ จอห์นเดียร์ คลาส ซีเอนเอช คูโบต้า อมาโซเนน และแอกโค เน้นการพัฒนาอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เสริมให้กับเครื่องจักรกลเกษตรเดิม เช่น การติดตั้ง GPS เพื่อควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานอย่างแม่นยำมากขึ้น และการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวที่สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตไปพร้อมขณะเก็บเกี่ยวได้ บริษัทจอห์นเดียร์ซึ่งเป็นผู้นำตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรของโลก ยังคงเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำด้วย ทั้งการพัฒนาฮาร์ดแวร์ที่สามารถเก็บข้อมูลภายในแปลง และการจัดตั้งศูนย์บริหารจัดการข้อมูลที่เรียกว่า JDLink ขึ้นด้วย ในขณะที่บางบริษัท เช่น คลาสมีกลยุทธ์ในเทคโนโลยีที่แตกต่างออกไป กล่าวคือยังคงมุ่งเน้นความเชี่ยวชาญเฉพาะเครื่องจักรกลเท่านั้น แต่ยังไม่มีการจดสิทธิบัตรด้านเการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>กลุ่มบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญด้านซอฟท์แวร์</u> ได้แก่ ไพโอเนียร์เบรด อิเทอร์ริส ฟูจิทสึ ทริมเบิล พรีซิชั่นแพลนติ้ง ไคลเมทครอป นอกจากนี้ ยังพบสิทธิบัตรที่จดโดยมหาวิทยาลัยซุนชอนของประเทศเกาหลีใต้ ในกลุ่มที่ 2 นี้ บางบริษัทมุ่งเน้นสร้างศักยภาพด้านซอฟท์แวร์เพียงอย่างเดียว เช่น บริษัทอิเทอร์ริสและบริษัทไคลเมทครอป ที่เน้นพัฒนาการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศเพื่อคาดการณ์ความชื้นในผลผลิต (crop moisture) ในขณะที่บริษัทซอฟท์แวร์บางบริษัทเริ่มพัฒนาส่วนของฮาร์ดแวร์ควบคู่ไปด้วย เช่น บริษัททริมเบิลที่ผลิตอุปกรณ์ควบคุมรถแทรกเตอร์ที่สามารถใช้ได้กับทุกยี่ห้อ เป็นต้น

ภาพที่ 2-11 บริษัทที่จดสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำจำนวนสูงสุด 13 อันดับแรก



ที่มา: Thompson Innovation, 462 DWPI records, 2006-2016
วิเคราะห์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, 2016

ภัยคุกคามจากคู่แข่งขันใหม่

- กลุ่มฮาร์ดแวร์ (+) เกษตรแม่นยำเป็นธุรกิจที่ลงทุนสูง ใช้เทคโนโลยีเข้มข้น ทั้งด้านวิศวกรรมเครื่องจักรกล คอมพิวเตอร์ และต้องมีการสะสมองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม ทำให้ผู้เล่นเดิมในกลุ่มเครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการขนาดใหญ่ระดับโลกที่มีประสบการณ์และยังคงพัฒนาเทคโนโลยีและกลยุทธ์ทางการตลาดอย่างไม่หยุดนิ่ง ได้เปรียบคู่แข่งขันที่ต้องการเข้าตลาดมาใหม่
- กลุ่มบริการวิเคราะห์ข้อมูล (-) หากเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ การเข้าสู่ตลาดซอฟท์แวร์ทำได้ง่ายกว่าเล็กน้อย เนื่องจากบริการด้านฐานข้อมูลหรือบริการวิเคราะห์ข้อมูลภายในฟาร์ม ลงทุนต่ำกว่า อีกทั้งมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืชทำให้มีรูปแบบการให้บริการได้หลากหลายตามความเชี่ยวชาญ จึงเป็นช่องทางให้ผู้แข่งขันใหม่ที่เป็นรายเล็กเข้ามาได้ง่ายกว่า

2.5 การคุกคามของสินค้าทดแทน: สัญญาณอ่อน (weak signal) ของเทคโนโลยีที่อาจสร้างผลกระทบสูง (Disruptive technology) ในภาคเกษตร

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่จะเข้ามาทดแทนการทำเกษตรแบบเดิม โดยประโยชน์หลักของเทคโนโลยี คือ 1) ลดความซ้ำซ้อนของพื้นที่ให้น้ำหรือสารเคมีในแปลง 2) การให้ปัจจัยการผลิตตามความผันแปรของพื้นที่ 3) ติดตามการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มความเข้าใจในพื้นที่ ทั้งนี้ จากการสืบค้นยังไม่พบผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีอื่นที่มีประโยชน์เช่นเดียวกันกับเกษตรแม่นยำ แต่ประสิทธิภาพดีกว่ามาทดแทน

ตารางที่ 2-5 เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำและสินค้าเดิมแยกตามประโยชน์ของเทคโนโลยี

ประโยชน์ของเทคโนโลยี	เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในปัจจุบัน	สินค้าเดิม
• ลดการอัดตัวของดิน ลดความซ้ำซ้อนของพื้นที่ให้น้ำหรือสารเคมีตามแนวแปลง (Automation)	• ระบบนำทางด้วย GPS ควบคุมการเดินรถตามแนวแปลง	• ควบคุมการเดินรถด้วยคน
• การให้ปัจจัยการผลิตตามความผันแปรของพื้นที่ (VRT)	• ระบบอัตโนมัติหรือโปรแกรมควบคุมการทำงานของหัวจ่าย ตามข้อมูลที่ได้รับ	• แรงงานคน
• ติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่และคาดการณ์ผลผลิต (Data)	• แผนที่สภาพดิน น้ำ ธาตุอาหาร หรือแผนที่ผลผลิตจากเซนเซอร์หรือการแปรผล NDVI	• การวิเคราะห์ดินด้วยกระบวนการเคมี

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและมีผู้ประกอบการนอกภาคเกษตร เริ่มนำความเชี่ยวชาญสาขาอื่นเข้ามาเปลี่ยนแปลงการทำเกษตรมากยิ่งขึ้น จนอาจก่อให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ที่สร้างผลกระทบสูงหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำเกษตรไปอย่างสิ้นเชิง หรือเข้ามาแทนที่ผลิตภัณฑ์ของเกษตรแม่นยำได้ ผศ.ดร. ธีรเกียรติ เกิดเจริญ ซึ่งได้ติดตามพัฒนาการของเทคโนโลยีเกษตรโลกอย่างต่อเนื่อง ได้พบเหตุการณ์เตือนหรือสัญญาณอ่อน (weak signal) ที่อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสูงในภาคเกษตร แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังภาพที่ 2-2

ตารางที่ 2-6 เทคโนโลยีที่สร้างการเปลี่ยนแปลงสูง (Disruptive Technology) ในภาคเกษตร

แนวโน้มใหม่ (New Wave)	รูปแบบการเพาะปลูกใหม่ (New Platform)	โครงการทดลองเทคโนโลยีแนวหน้า (New Frontier)
• **Land grab** การจับจองพื้นที่เพาะปลูกในประเทศที่เหมาะสมกับการทำเกษตร เช่น จีนขอสัมปทานปลูกยางพาราในลาว • **Local Food (urban farming)** การปลูกพืชในเมือง เช่น การทำแปลงผักในอาคารสำนักงาน หรือในซูเปอร์มาเกต เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประทานผักสดที่คงคุณค่าทางอาหารไว้มากที่สุด • **From outdoor to indoor** การย้ายพืชที่เคยปลูกกลางแจ้งมาปลูกในร่ม เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อม สามารถเติบโตได้เร็วกว่าหรือผลิตสารที่ต้องการได้ปริมาณมากกว่าปกติ • **Circular economy** การใช้อาหารเหลือทิ้งกลับมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร เช่น ปุ๋ย	• **New Protein** แหล่งโปรตีนชนิดใหม่ - ฟาร์มแมลงสำหรับอาหารคนและอาหารสัตว์ - โปรตีนจากพืช (ไข่ นม เนื้อสัตว์) - โปรตีนจากการเพาะเนื้อเยื่อในห้องแลบ (in vitro meat) • **Autonomous farming** การเข้ามาจับจองพื้นที่เพาะปลูกในประเทศที่มี - การทำฟาร์มด้วยหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ - การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยหุ่นยนต์ - การรีดนมวัวด้วยหุ่นยนต์	• **Geo-engineering climate** การออกแบบภูมิอากาศเชิงวิศวกรรม • **Space farming** การทำแปลงเกษตรบนดาวเคราะห์อื่น หรือในสถานีอวกาศ เช่น โครงการทดลองปลูกมันฝรั่งเลียนแบบสภาพแวดล้อมของดาวอังคารโดยนักวิจัยเปรูและ NASA • **Plant intelligent** องค์ความรู้สรีระวิทยาพืชที่ทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารหรือเข้าใจความต้องการของพืชได้

ที่มา : บรรยายพิเศษ “เกษตรอัจฉริยะสู่ธุรกิจนวัตกรรม” ผศ.ดร.ธีรเกียรติ เกิดเจริญ, 2560 งานเสวนาและสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาสาขาธุรกิจนวัตกรรมการเกษตร AgTech Innovation Sectoral development, NIA มิถุนายน 2560

จากเหตุการณ์เตือนทั้งหมดนี้ พบแนวโน้มสำคัญ 3 ประการ คือ การปลูกพืชในเมือง (Urban farming) การย้ายพืชที่ปลูกกลางแจ้ง เช่น พืชไร่ มาเป็นการปลูกในร่มเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อม (From outdoor to indoor) และองค์ความรู้ด้านสรีระวิทยาพืชที่ทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารหรือเข้าใจความต้องการของพืชได้ (Plant intelligent) ที่สนับสนุนให้เทคโนโลยีโรงเรือนอัจฉริยะ (smart greenhouse) เข้ามาแทนที่วิธีเพาะปลูกกลางแจ้งได้บางส่วน การปลูกในโรงเรือนจะทำให้พืชเติบโตได้รวดเร็วกว่าและให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากกว่าการปลูกกลางแจ้งได้หลายเท่า เนื่องจากเกษตรกรสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตาม ความเป็นไปได้ยังอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากเทคโนโลยียังอยู่ในระดับการทดลอง

<u>ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน</u>

- (+) เกษตรแม่นยำเป็นเทคโนโลยีใหม่ ยังไม่พบเทคโนโลยีอื่นที่มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่อาจสร้างผลกระทบสูง เช่น การย้ายพืชไร่ไปปลูกในโรงเรือนแทนการปลูกกลางแจ้ง ยังอยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนา อีกทั้งยังต้องการการทดสอบประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของเทคโนโลยีอีกมาก ต่างจากเกษตรแม่นยำซึ่งเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงเข้ากับอุปกรณ์เดิมที่เกษตรกรคุ้นเคยอยู่แล้ว

2.6 สรุปภาวการณ์แข่งขันในตลาดโลก

เกษตรแม่นยำมีมูลค่า 3,200 ล้านเหรียญสหรัฐ (96,000 ล้านบาท) คิดเป็นร้อยละ 50 ของตลาดอุปกรณ์เกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) ทั้งหมด โดยคาดว่าจะเพิ่มเป็น 7,870 ล้านเหรียญ (230,000 ล้านบาท) ในปี 2022 แม้ว่าร้อยละ 80 ยังเป็นมูลค่าของรถแทรกเตอร์ติด GPS แต่มูลค่าของโดรนจัดทำแผนที่และบริการด้านการวิเคราะห์ข้อมูลอื่น ๆ จะเริ่มมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากมีแนวโน้มผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ประกอบกับผู้ให้บริการเกษตรแม่นยำในสหรัฐอเมริกาจะเริ่มให้บริการภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพิ่มขึ้นเช่นกัน[5]

ผลการวิเคราะห์ภาวการณ์แข่งขันของธุรกิจในบริบทโลก (Five Forces Analysis)

- เกษตรแม่นยำเป็นธุรกิจที่เริ่มมีการแข่งขันสูง อุปสรรคในการเข้าสู่ตลาด คือ เทคโนโลยีและเงินทุนในการพัฒนาเทคโนโลยี
- ผู้เล่นในธุรกิจเครื่องจักรกลเกษตรมีข้อได้เปรียบ เนื่องจากสามารถเข้าถึงฐานลูกค้าเดิมได้มากกว่า ถ้าเริ่มลงทุนพัฒนาศักยภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและข้อมูล จะยิ่งทำให้คู่แข่งขันใหม่แย่งตลาดไปได้ยาก
- คู่แข่งขันใหม่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มธุรกิจบริการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) โดยบริษัทซอฟต์แวร์ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาฮาร์ดแวร์เพื่อเก็บข้อมูลเองด้วยจะได้เปรียบ เนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้จะมีความยืดหยุ่นมากกว่า นอกจากนี้ ยังช่วยลดการพึ่งพาข้อมูลจากตัวเกษตรกรที่เป็นลูกค้าเอง หรือข้อมูลจากแหล่งอื่น[6]
- ลูกค้าหลักที่ควรมองหาก่อนเป็นอันดับแรก คือ เกษตรอุตสาหกรรมแปลงใหญ่ ที่ให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพของเทคโนโลยีมากกว่าเงินลงทุน สามารถลงทุนในเทคโนโลยีขั้นต่ำได้ 15,000 เหรียญสหรัฐ (3 - 4 แสนบาท) และรอการคืนทุนได้ 2-3 ปี
- ยังไม่พบสินค้าทดแทนที่มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกัน

กลยุทธ์หลักสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการเข้ามาสู่ธุรกิจเกษตรแม่นยำ

- เกษตรแม่นยำเป็นสินค้าและบริการที่ค่อนข้างใหม่ จึงจำเป็นต้องมีการพิสูจน์ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี เช่น การทำแปลงสาธิต โปรแกรมคำนวณความคุ้มค่าการลงทุน และบริการที่ปรึกษาจะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ธุรกิจประสบความสำเร็จ
- การจับมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่บริษัทไม่เชี่ยวชาญ หรือบริษัทที่อยู่ในซัพพลายเชน เช่น ตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีความใกล้ชิดกับลูกค้าจะทำให้บริษัทพัฒนาความเชี่ยวชาญและขยายตลาดได้รวดเร็วกว่า

[5] 2015 Precision Agricultural Services Dealership Survey Result, Center for Food and Agribusiness, Purdue University, 2015

[6] สัมภาษณ์บริษัท GEOSAT 7 พฤษภาคม 2560

นัยสำคัญต่อประเทศไทย

เมื่อเปรียบเทียบกับบริบทโลก ภาวการณ์แข่งขันของธุรกิจเกษตรแม่นยำในบริบทของไทยค่อนข้างสอดคล้องในหลายประเด็น เช่น

- เทคโนโลยีและเงินทุนเป็นอุปสรรคต่อการเข้าตลาด
- ผู้เล่นรายใหญ่ที่ครองตลาดเครื่องจักรกลเกษตรของไทย เช่น คูโบต้า ทำวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอย่างเข้มข้นทำให้รายใหม่เข้ามาได้ยาก (จากข้อมูลสิทธิบัตร)
- อุตสาหกรรมเกษตรรายใหญ่มีความต้องการใช้เทคโนโลยี แต่สำหรับเกษตรกรรายย่อยทั่วไปอาจไม่ต้องการลงทุนในเทคโนโลยี เป็นต้น

ทั้งนี้ การที่ผู้ประกอบการไทยจะเข้าสู่ธุรกิจเกษตรแม่นยำในระดับโลกอาจเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนัก ไทยจำเป็นต้องวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส และความท้าทาย ของตนเองในบทต่อไป

บทที่ 3
ศักยภาพ โอกาส และความท้าทายของประเทศไทย

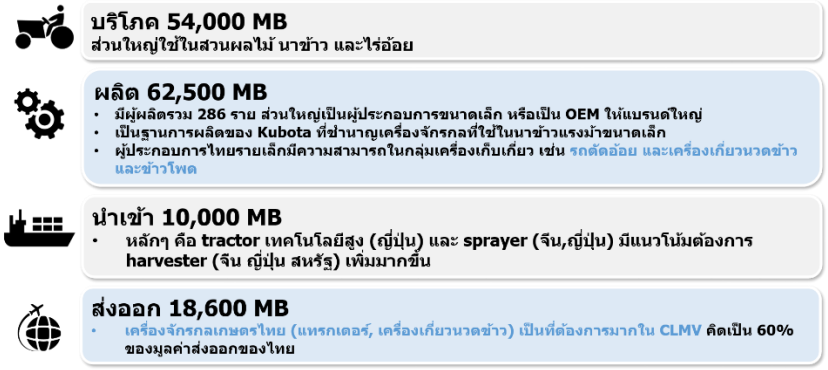
การวิเคราะห์ศักยภาพและโอกาสของประเทศไทย จะใช้การวิเคราะห์ SWOT ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนซึ่งเป็นปัจจัยภายใน และการวิเคราะห์โอกาสและภัยคุกคามซึ่งเป็นปัจจัยภายนอก โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

จุดแข็ง : ฐานการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรที่เหมาะกับอาเซียน

เกษตรแม่นยำเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงเครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งประเทศไทยมีฐานการผลิตและชำนาญการปรับปรุงเทคโนโลยีให้เหมาะกับการเพาะปลูกในอาเซียนซึ่งเป็นเกษตรแปลงเล็ก ไทยมีผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรรวม 286 ราย บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นบริษัทที่ครองตลาดหลักในไทย ซึ่งเป็นการร่วมลงทุนตั้งโรงงานผลิตในประเทศระหว่างไทยและญี่ปุ่น (Multinational Corporation : MNC) ทำให้ประเทศไทยเกิดอุตสาหกรรมรับจ้างผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเกษตร (OEM) ตลอดจนตลาดเครื่องมือหรืออุปกรณ์บำรุงรักษาขึ้นในประเทศไทย บริษัทที่เป็นเจ้าของแบรนด์จะเป็นผู้ทำตลาด ซึ่งจำเป็นต้องทำควบคู่ไปกับธุรกิจบริการสินเชื่อหรือบริการเช่าซื้อแก่เกษตรกร ตลอดจนมีจำนวนดีลเลอร์พร้อมให้บริการก่อนและหลังการขาย มีสาขาทั่วประเทศและใกล้ชิดกับเกษตรกรเพื่อสามารถให้บริการซ่อมบำรุงได้ทันท่วงที

เครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตในประเทศไทยเป็นเทคโนโลยีของประเทศญี่ปุ่น ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย มีการออกแบบทางวิศวกรรม และสั่งงานโดยใช้ระบบพิมพ์เขียว ที่ได้ถูกดัดแปลงให้มีความเหมาะสมกับการใช้ในประเทศ มากกว่าสินค้านำเข้าหรือสินค้าจากผู้ผลิตจากฝั่งยุโรปและสหรัฐ[7] ทำให้เป็นที่ต้องการมากในไทยและ CLMV ในปี 2016 ไทยส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตร 18,600 ล้านบาท กว่าร้อยละ 60 ส่งไปกลุ่มประเทศในอาเซียนโดยเฉพาะ CLMV สินค้ากว่าร้อยละ 90 คือ “รถแทรกเตอร์แรงม้าต่ำที่ใช้ในเกษตรแปลงเล็ก” และ “เครื่องเก็บเกี่ยวสำหรับใช้ในนาข้าว” ส่วนผู้ประกอบการรายเล็กของไทยมีความสามารถในกลุ่มเครื่องเก็บเกี่ยว เช่น รถตัดอ้อย[8] และเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและข้าวโพด โดยเฉพาะเครื่องเกี่ยวนวดข้าว (combine harvester) ที่ผู้ประกอบการไทยสามารถครองตลาดได้ร้อยละ 50[9]

ภาพที่ 3-1 สรุปสถานภาพอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรของไทย (มูลค่าปี 2016)



[7] อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2554

[8] บริษัท ไทยรุ่งเรืองแมนูแฟคเจอริ่ง http://www.trrsugar.com/group_machine.asp

[9] บริษัท เกษตรพัฒนา จำกัด http://www.kpn.co.th/

ตารางที่ 3-1 สรุปผลิตภัณฑ์ศักยภาพของไทย

ผลิตภัณฑ์ที่ไทยมีศักยภาพ	ประเภทของผู้ประกอบการ	ข้อมูลเพิ่มเติม
กลุ่มรถแทรกเตอร์ (Tractor)		
• แทรกเตอร์แรงม้าต่ำ	• ผู้ประกอบการต่างประเทศ (MNC)	• ครองตลาด 90% • ใช้กับพืชได้ทุกชนิดตลาดจึงมีขนาดใหญ่
กลุ่มอุปกรณ์เก็บเกี่ยว (Harvester)		
• เครื่องเกี่ยวนวดข้าวและข้าวโพด	• ผู้ประกอบการต่างประเทศ (MNC)	• ปัจจุบันครองตลาด 50% • จะเพิ่มกำลังการผลิตเพิ่มอีก 80% ปลายปี 2560
	• ผู้ประกอบการไทยขนาดเล็ก (Thai)	• ปัจจุบันครองตลาด 50%
• รถตัดอ้อย	• ผู้ประกอบการต่างประเทศ (MNC)	• พัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกับบริษัทน้ำตาลเตรียมออกสู่ตลาดปลายปี 2560
	• ผู้ประกอบการไทยขนาดเล็ก (Thai)	• เป็นผู้เล่นเดิมในตลาด

จุดอ่อน : ศักยภาพด้านเทคโนโลยีของผู้ประกอบการไทย

ทิศทางการลงทุนของอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการต่างชาติซึ่งมีทั้งส่วนแบ่งตลาดและเทคโนโลยี

ประเทศไทยมีผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรหลัก คือ บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด (ยี่ห้อ คูโบต้า) ซึ่งเป็นการลงทุนโดยผู้ประกอบการต่างประเทศ (Multinational Corporation : MNC) ที่ครองตลาดไทยอยู่ร้อยละ 75 สยามคูโบต้าบริหารจัดการซัพพลายเชนในไทยและก่อให้เกิดบริษัทขนาดเล็กของผู้ประกอบการไทยเข้าเป็นผู้รับจ้างผลิตภายใต้แบรนด์คูโบต้า ตลาดรองลงมาเป็นของบริษัทยันมาร์ซึ่งนำเข้าชิ้นส่วนสำเร็จมาประกอบในประเทศ ส่วนแบ่งตลาดที่เหลือเป็นของผู้ประกอบการไทยรายเล็ก (S) เช่น บริษัท กมลอินดัสทรี บริษัท เกษตรพัฒนา ที่พัฒนารถแทรกเตอร์และเครื่องเก็บเกี่ยวสัญชาติไทย กับของตัวแทนจำหน่ายต่าง ๆ ที่นำเข้าแทรกเตอร์สัญชาติยุโรปและญี่ปุ่นมาทั้งคันทั้งมือใหม่และมือสอง[10] (ภาพที่ 3-1)

จากการสำรวจพบผู้ประกอบการในกลุ่มเครื่องจักรกลเกษตรพบผู้ประกอบการเพียง 1 ราย ที่เป็นตัวแทนจำหน่ายนำเข้าอุปกรณ์ ตลอดจนให้บริการที่ปรึกษาด้านเกษตรแม่นยำ (ภาพที่ 3-1) การที่ผู้ประกอบการไทยที่ทำด้านเกษตรแม่นยำมีจำนวนน้อยและเป็นตัวแทนจำหน่ายไม่ได้เป็นผู้ผลิต ทิศทางการลงทุนในเทคโนโลยีของประเทศไทยจึงขึ้นอยู่กับ MNC เป็นหลัก ซึ่งบริษัทแม่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและจดสิทธิบัตรเกษตรแม่นยำ และพร้อมที่จะนำเข้าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีใหม่มาทดลองตลาด หากผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับมากพอ จึงจะตั้งโรงงานผลิตและก่อให้เกิดซัพพลายเชน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากตลาดในประเทศไทยยังไม่แน่ชัด จึงยังไม่เห็นความร่วมมือกับอุตสาหกรรมสนับสนุน เช่น อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือการพัฒนาซอฟท์แวร์ด้านการเกษตร เพื่อลงทุนพัฒนาศักยภาพด้านเกษตรแม่นยำในประเทศไทย

[10] ข่าวประชาสัมพันธ์ “สศอ. นำร่องจัดทำดัชนีเชิงคุณภาพแทรกเตอร์การเกษตรเพื่อติดตามสถานการณ์อุตสาหกรรม” 2556

ภาพที่ 3-2 ผู้เล่นสำคัญและส่วนแบ่งตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรและเกษตรแม่นยำของไทย

บริษัท	ตราเครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิต/นำเข้า	ประเภทบริษัท	ผู้นำเข้า	ผู้ผลิต	บริการที่ปรึกษาด้านเกษตรแม่นยำ (PA)	ส่วนแบ่งตลาด
บริษัท สยามคูโบต้า จำกัด	Kubota	MNC (L)	✓	✓		75%
บริษัท ยันมาร์	YANMAR	MNC (L)	✓	✓		15%
บริษัท กมลอินดัสทรี จำกัด	K.M.T	Thai (S)		✓		<10%
บริษัท เกษตรพัฒนา		Thai (S)		✓		<10%
บริษัท จอห์นเดียร์ จำกัด	JOHN DEERE	MNC (L)	✓			<10%
บริษัท ซีเอนเอช	NEW HOLLAND AGRICULTURE	Thai (S)	✓			<10%
บริษัท มิตซูบิชิ-อิเซกิ	MASSEY FERGUSON	Thai (S)	✓			<10%
บริษัท ครอปเทคเอเชีย	CTA Crop Tech Asia	Thai (S)	✓		✓	<10%

ที่มา : ข่าวประชาสัมพันธ์ “สศอ. นำร่องจัดทำดัชนีเชิงคุณภาพแทรกเตอร์การเกษตรเพื่อติดตามสถานการณ์อุตสาหกรรม” 2556 และการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

ผู้ประกอบการต่างประเทศพัฒนาเทคโนโลยีไปมากกว่าไทย

จากการสืบค้นฐานข้อมูลสิทธิบัตรทั่วโลก ยังไม่พบการจดสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำโดยบริษัทของไทย ในขณะที่ต่างประเทศได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีล่วงหน้ามาหลาย 10 ปี โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาที่มีผู้จดสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำมากที่สุด รองลงมาเป็นประเทศเยอรมนี ทั้ง 2 ประเทศพัฒนาเทคโนโลยีนี้มาตั้งแต่ปี 1995 ตามมาด้วยญี่ปุ่นที่เริ่มจดในช่วงปี 2007 และจีนเริ่มจดในปี 2011 (ภาพที่ 3-2)

ภาพที่ 3-3 จำนวนสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำที่จดรายประเทศ

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
USA	1	1	8	8	5	7	13	11	7	2	19	14	8	7	13	14	21	15	37	33	38	282
Germany	3	4					2	1	1	2	2	3	2	4		2	4	2	3	2	1	38
Korea													2	2	1	2	3	10	10	6	2	38
Japan					3								3		1	2	1	5	6	1	1	23
China							1										1	1	4	4	5	16
WO														1			5	1		5		12
Great Britain	4			4	1	1											1					11
Canada							1			1						1		1	1			5
India													1		1	1				1	1	5
France																	1		1		2	4
Australia										2											1	3
Russia												1						2				3
Taiwan																			1	2		3
EPO																1	1					2
Denmark														1								1
Spain																		1				1
New Zealand											1											1

ที่มา: Thompson Innovation, 462 DWPI records, วิเคราะห์โดยศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, 2016

ผู้ประกอบการไทยมีศักยภาพในการพัฒนาระบบอัตโนมัติ (Automation) แต่ขาดการพัฒนาสู่ความเชี่ยวชาญด้านการเก็บข้อมูล (Data collection) หรือระบบตัดสินใจ (Task advisory)[11]

ความสำคัญของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ คือ การพัฒนาจากระบบอัตโนมัติไปสู่การเก็บข้อมูลด้วยเซนเซอร์และการพัฒนาระบบตัดสินใจซึ่งต้องใช้ความสามารถด้านโปรแกรม องค์ความรู้เกี่ยวกับสรีระพืช (plant physiology) และการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม เพื่อสร้างแบบจำลองและการคาดการณ์ จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ การสืบค้นทางอินเตอร์เนต และการติดตามเครือข่ายนวัตกรรมเกษตรต่าง ๆ ของไทย พบว่าผู้ประกอบการไทยมีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation) ตัวอย่างเช่น โดรนพ่นสารอารักขาพืชขับเคลื่อนอัตโนมัติ (บริษัท ดีจีไอ) เครื่องเกี่ยวนวดขับเคลื่อนอัตโนมัติ (บริษัท เกษตรพัฒนา และบริษัท ยันมาร์) หรือแทรกเตอร์ควบคุมด้วย GPS แต่ยังไม่พบผู้ประกอบการที่พัฒนาเทคโนโลยีเก็บข้อมูลโดยใช้เซนเซอร์หรือการแปรผลค่าดัชนีพรรณพืช (Normalize Difference Vegitation Index : NDVI) จาก

[11] เสวนาวิชาการ “Thailand 4.0 กับความท้าทายภาคการเกษตรไทย” นิพนธ์ พัวพงศกร, นักวิชาการเกียรติคุณ สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI), การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 5, 1 สิงหาคม 2560

ภาพถ่ายโดรนหรือภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินหรือวิเคราะห์สุขภาพพืช (ตาราง 3-1) ศักยภาพดังกล่าวยังอยู่ในระดับการทดลองในมหาวิทยาลัยหรือสถาบันวิจัย[12]

ตารางที่ 3-2 สถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีของเอกชนไทยในผลิตภัณฑ์หลักของเกษตรแม่นยำ

ผลิตภัณฑ์	ตัวอย่างผู้เล่นหลักในปัจจุบัน	ลักษณะบริษัท	ระดับสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยี*					
			Technical service/ Dealer	3.0 Automation		Data oriented		4.0 Expert system
				Hardware integration	Auto-nomo us	Data collection & Monitoring	Task advisory	Big data/AI + Automation
แทรกเตอร์	สยามคูโบต้า	L (MNC)	✓	✓	✓			
เครื่องฉีดพ่น	สยามคูโบต้า	L (MNC)	✓	✓				
เครื่องเก็บเกี่ยว	เกษตรพัฒนา	S (Thai)	✓	✓	✓			
เครื่องเตรียมดิน	ทะเลทอง	S (Thai)	✓	✓				
โดรน	สตาร์ทอัพ	XS	✓	✓	✓			
บริการข้อมูลดาวเทียม	แมปพอยต์ เอเชีย	L	✓					

ที่มา : จากเวปไซต์ของบริษัทและการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

นิยามของระดับสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยี	
Technical service	• บริษัทนำเข้าเทคโนโลยี เป็นตัวแทนจำหน่าย และสามารถให้คำแนะนำด้านเทคนิค การซ่อมแซม หรืออะไหล่ได้
Hardware integration	• บริษัทสามารถประกอบหรือผลิตฮาร์ดแวร์ได้
Autonomous	• ฮาร์ดแวร์ที่บริษัทผลิตขึ้นเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติ เช่น ควบคุมด้วย GPS auto-steered
Data Collection & Monitoring (Sensing technology)	• อุปกรณ์ของบริษัทสามารถเก็บข้อมูลหรือติดตามการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่เพาะปลูกรายแปลงได้ เช่น มีการติดเซนเซอร์ที่อุปกรณ์เตรียมดินเพื่อตรวจคุณสมบัติดิน ความชื้น หรือติดตามการเติบโตของพืชได้
Task advisory (Programing)	• บริษัทสามารถบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่ง แสดงผลและแปลผลข้อมูลดังกล่าวให้มีความหมายกับเกษตรกรได้ มีทักษะด้านแบบจำลอง เสนอแนะการจัดการในแปลงได้
Big data/AI + Automation	• อุปกรณ์ของบริษัทขับเคลื่อนตามข้อมูลที่ป้อนเข้าไป เช่น อุปกรณ์ฉีดพ่นที่ติดเซนเซอร์ตรวจวัดไนโตรเจนที่ใบและสามารถฉีดหรือหยุดฉีดตามข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ได้ (Variable rate technology)

[12] การประชุม Agri-Big Data Run's Way #1 การพัฒนาการเกษตรไทยสู่ระบบอัจฉริยะด้วยการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 7 กรกฎาคม 22560

โอกาส : ตลาดเครื่องจักรกลเกษตรไทยและอาเซียน

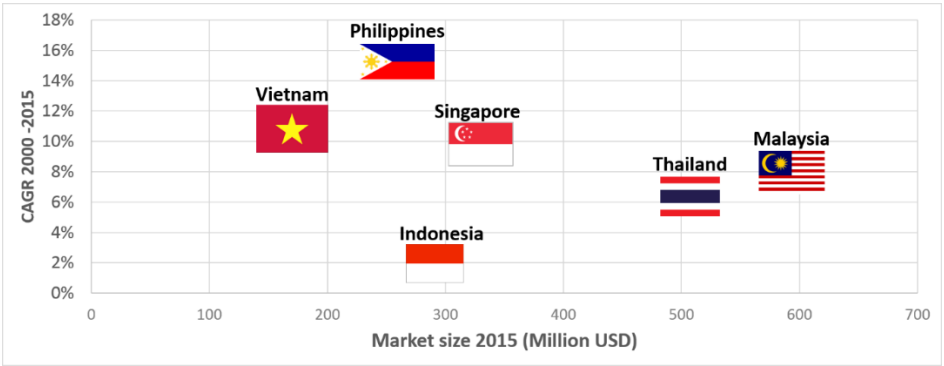
ปัจจัยและแนวโน้มต่าง ๆ ช่วยผลักดันให้เกษตรกรไทยหันมาสนใจใช้เทคโนโลยีเกษตรที่ทันสมัยมากขึ้น

- ปัญหาขาดแคลนแรงงานภาคเกษตร แรงงานภาคเกษตรมีอายุเฉลี่ย 52 ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยแรงงานภาคเกษตรที่มีอายุเกิน 65 ปี มีจำนวนร้อยละ 10 ของแรงงานเกษตรทั้งหมด ประกอบกับต้นทุนค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้น ทำให้ต้องใช้เครื่องจักรกลเข้ามาทดแทนแรงงาน
- เกษตรกรรุ่นใหม่มีแนวโน้มที่จะมีการศึกษาสูงขึ้น เกษตรกรที่จบอาชีวศึกษาและปริญญาตรีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3 ในปี 2546 เป็นร้อยละ 6 ในปี 2556[13] จำนวนเกษตรกรรุ่นใหม่สมัครเข้าร่วมโครงการ Young Smart Farmer จำนวน 6,000 ราย (2559)
- บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร หรือบริษัทผู้ให้สินเชื่อกระตุ้นยอดขายด้วยการผ่อนปรนเงื่อนไขการจ่ายเงินครั้งแรก ขยายเวลาชำระ อัตราดอกเบี้ยต่ำ และสะท้อนจำนวนรถแทรกเตอร์จดทะเบียนที่สูงขึ้นอย่างก้าวกระโดดตั้งแต่ปี 2007 เป็นต้นมา[14]
- คู่ค้าในต่างประเทศเรียกร้องให้สินค้าเกษตรของไทยมีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อรองรับการตรวจสอบย้อนกลับ ตามมาตรฐานต่าง ๆ

ตลาดเครื่องจักรกลเกษตรของอาเซียนเติบโตดี หลายประเทศเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรอันดับต้น ๆ ของโลก

มูลค่าตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรในมาเลเซียและไทยมีมูลค่าสูงที่สุดในอาเซียน ในขณะที่ประเทศฟิลลิปปินส์และเวียดนามมีอัตรการเติบโตสูงถึงร้อยละ 10 (ภาพที่ 3-4) แสดงให้เห็นว่าตลาดเครื่องจักรกลเกษตรของอาเซียนยังเติบโตได้ดี นอกจากนี้ ทั้ง 3 ประเทศ ยังเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรอันดับต้น ๆ ของโลก ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อยและน้ำตาล และข้าว ทำให้ยังมีความต้องการเครื่องจักรกลการเกษตร และมีแนวโน้มที่จะใช้เทคโนโลยีที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากการผลิตเพื่อส่งออกผู้ประกอบการเกษตรจำเป็นต้องบริหารจัดการซัพพลายเชน ตลอดจนต้นทุนและวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพ ได้มาตรฐานระดับสากล ต่างจากเกษตรกรที่เพาะปลูกเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และเป็นโอกาสสำหรับเครื่องจักรกลเกษตรจากไทย

ภาพที่ 3-4 อัตราการเติบโตและมูลค่าตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศในอาเซียน (บางประเทศ)



ที่มาข้อมูล : ฐานข้อมูล Tradmap.org, 2016

[13] สำมะโนการเกษตร 2556, สำนักงานสถิติแห่งชาติ

[14] แรงงานกับการเปลี่ยนแปลงของภาคเกษตรไทย, กรวิทย์ ตันศรี, เศรษฐกรอาวุโส ธนาคารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 3-2 อัตราการเติบโตและมูลค่าตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศในอาเซียน (บางประเทศ)

กลุ่มลูกค้า	ประเทศ	มูลค่าส่งออกสินค้า (ล้านบาท)	อันดับโลก (2016)	เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำที่มีศักยภาพ
อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล	ไทย	90,000	#2	เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย[15] แผนที่ผลผลิต (Drone, Satellite) [16]
อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน	มาเลเซีย อินโดนีเซีย	360,000 510,000	#2 #1	แผนที่ผลผลิต (Drone, Satellite) [17]
ข้าวแบบนาแปลงใหญ่	ไทย เวียดนาม	16,000 8,000	#2 #4	เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ไทย - อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล – แผนที่ผลผลิต

ตลาดหลักของเครื่องจักรกลเกษตรในประเทศไทย คือ อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล[18] ซึ่งเป็นผู้ประกอบการเกษตรรายใหญ่ที่มีเงินทุน มีบุคลากรที่มีความรู้ พร้อมรับความเสี่ยง บริหารจัดการแบบเกษตรแปลงใหญ่ ซึ่งมีลูกไร่กว่า 100,000 ราย คิดเป็นร้อยละ 16 ของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยทั้งหมด มีพื้นที่ทดลองขนาดใหญ่ (ประมาณ 18,000 ไร่ หรือ 3,000 เอเคอร์) เพื่อนำเกษตรสมัยใหม่ (Modern farm) เข้ามาปรับปรุงประสิทธิภาพให้กับลูกไร่ และมีความต้องการพัฒนาไปสู่เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อนำไปบริการแก่เกษตรกรคู่สัญญา ซึ่งมีอยู่ทั้งในไทยและอาเซียน เช่น ลาว เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้ประกอบการมีความต้องการจัดทำแผนที่ผลผลิตเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการรับซื้อผลผลิตจากเกษตรกรลูกไร่ และเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตสำหรับฤดูการถัดไป[19]

มาเลเซีย อินโดนีเซีย - อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน – แผนที่ผลผลิต

มาเลเซียเป็นประเทศที่มีมูลค่าตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรสูงที่สุดและมีอัตราการเติบโตเกือบร้อยละ 10 (ภาพที่ 3-5) ทั้งนี้ มาเลเซียมีอุตสาหกรรมเกษตรที่เข้มแข็ง คือ ปาล์มน้ำมัน ที่คาดว่าจะเป็นตลาดสำคัญของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในอนาคต เนื่องจากเพาะปลูกด้วยพื้นที่ขนาดใหญ่ และมีแนวโน้มใช้โดรนเพื่อติดตามผลผลิต (yield monitoring) การจัดทำแผนที่แปลงแบบละเอียด และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนบริหารจัดการ[20] หากผู้ประกอบการเกษตรแม่นยำสามารถเข้าสู่ตลาดนี้ได้จะเป็นโอกาสในการขยายไปสู่อินโดนีเซียต่อไป

ไทย เวียดนาม – ข้าว – เครื่องเกี่ยวนวด

ข้าวเป็นพืชเกษตรที่มีการปลูกมากในอาเซียนและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทยและเวียดนาม สำหรับประเทศไทยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีนโยบายให้เกษตรกรรวมแปลงและบริหารจัดการแบบเกษตรแปลงใหญ่ทั้งหมด 780,000 ไร่ (2559) ซึ่งจะเป็นโอกาสให้มีการลงทุนในเทคโนโลยีมากขึ้น หาก

[15] ประชาชาติธุรกิจ https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1486833496

[16] จากการสัมภาษณ์กลุ่มบริษัทน้ำตาลมิตรผล และข้อมูลจาก GEOSAT

[17] จากการสัมภาษณ์บริษัท GEOSAT ซึ่งเป็นบริษัทที่เข้าไปให้บริการเกษตรแม่นยำในสวนปาล์มที่ประเทศมาเลเซีย

[18] สยามคูโบต้าเผยตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรเติบโต 5%, Marketeer, 2017 http://marketeer.co.th/archives/109174

[19] Mitrphol.com และจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ 20 มิถุนายน 2560

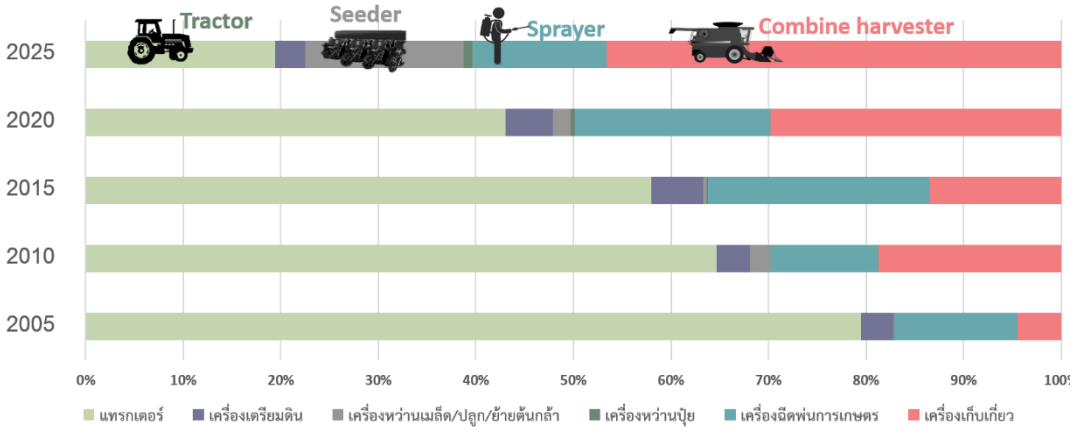
[20] จากการสัมภาษณ์บริษัท GEOSAT, 7 พฤษภาคม 2560

ประเทศไทยสร้างความเชี่ยวชาญเกษตรแม่นยำในข้าวจะสามารถส่งออกเทคโนโลยีไปยังเวียดนามได้ เกษตรกรเวียดนามนำเข้าเครื่องจักรกลเกษตรด้วยอัตราการเติบโตค่อนข้างสูง (ร้อยละ 12) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระยะทางการขนส่งสินค้าไปเวียดนามจากจีนได้เปรียบไทย การที่ไทยจะส่งออกสินค้าไปเวียดนามได้จึงจำเป็นต้องมีข้อแตกต่างด้านคุณภาพที่ชัดเจน เนื่องจากเกษตรกรเวียดนามนิยมใช้เทคโนโลยีประสิทธิภาพสูง[21]

อาเซียนซึ่งเป็นตลาดส่งออกหลักของไทยมีแนวโน้มความต้องการ "เครื่องเก็บเกี่ยว" ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไทยมีความเชี่ยวชาญเพิ่มมากขึ้น

ตลาดเครื่องจักรกลเกษตรไทยมีมูลค่ากว่า 54,000 ล้านบาท อัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 7 ต่อปี และนำเข้าปีละประมาณ 10,000 ล้านบาท โดยพบว่าสัดส่วนการนำเข้ารถแทรกเตอร์ลดลงจากร้อยละ 80 ในปี 2005 จนเหลือร้อยละ 60 ในปี 2015 สวนทางกับสัดส่วนการนำเข้า "เครื่องฉีดพ่น (sprayer)" และ "เครื่องเก็บเกี่ยว (Harvester)" ที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก (ภาพที่ 3-3) เช่นเดียวกันกับมูลค่าส่งออกเครื่องเกี่ยวนวดของไทย (ร้อยละ 90 ส่งไปอาเซียน ได้แก่ เมียนม่า กัมพูชา เวียดนาม และฟิลิปปินส์) ที่มีสัดส่วนเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3-4) จากความต้องการเครื่องเกี่ยวนวดที่เพิ่มขึ้นทำให้บริษัทยันมาร์เริ่มนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวควบคุมด้วย GPS เข้ามาทดลองตลาด และบริษัทสยามคูโบต้าได้ประกาศลงทุนเพิ่มกำลังการผลิตรถเกี่ยวเนื่องข้าวจาก 13,000 คัน/ปี เป็น 20,000 คัน/ปี[22]

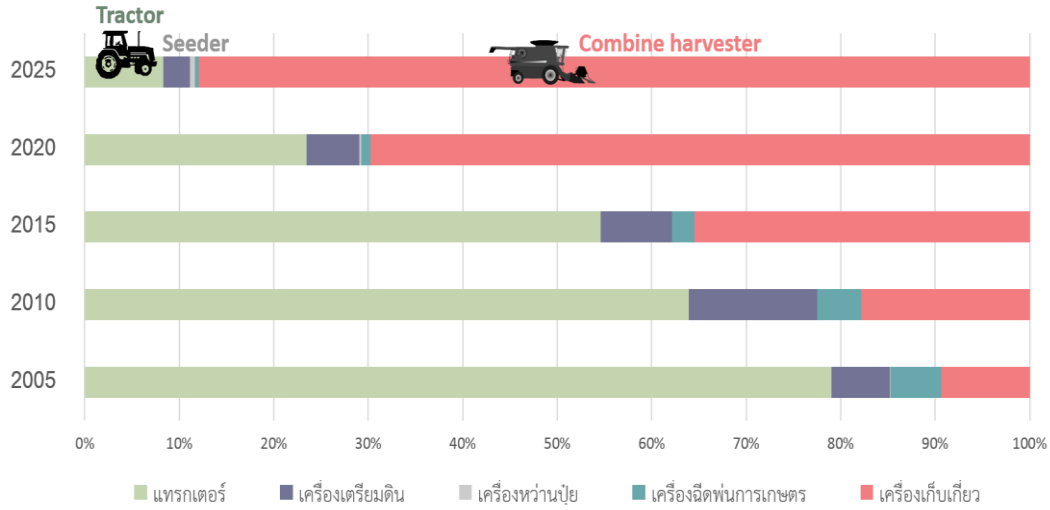
ภาพที่ 3-3 คาดการณ์สัดส่วนมูลค่านำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย



[21] จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการพลาสติกเกษตร, Industrial Innovation Expo, 2016

[22] ประชาชาติธุรกิจ https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1486833496

ภาพที่ 3-4 คาดการณ์สัดส่วนมูลค่าส่งออกเครื่องจักรกลการเกษตรของประเทศไทย



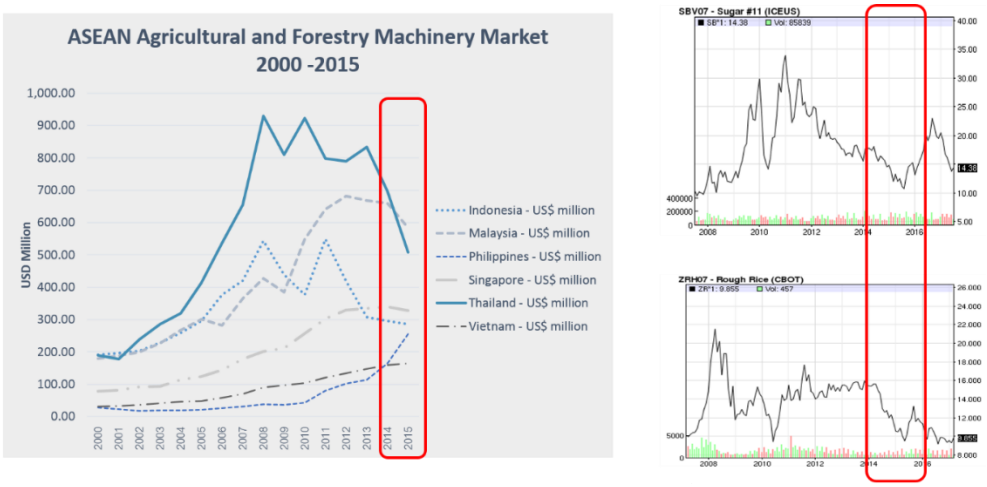
ที่มาข้อมูล : Trademap.org, 2016
คาดการณ์ โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี สวทน.
หมายเหตุ : ข้อมูลไม่รวมรถตัดหญ้าที่ไม่ใช่การเกษตร เครื่องสูบน้ำ หรืออุปกรณ์เพื่อการเลี้ยงสัตว์

ภัยคุกคาม : ราคาสินค้าเกษตรผันผวนและมาตรการภาครัฐที่ยังไม่เอื้อกับการใช้เทคโนโลยี

พืชไร่เป็นสินค้าทั่วไปที่มีราคาผันผวนส่งผลโดยตรงต่อรายได้เกษตรกร

เกษตรกรกลุ่มพืชไร่ซึ่งเป็นลูกค้าของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีรายได้ที่ผันผวน เนื่องจากพืชไร่ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสินค้าพื้นฐานทั่วไป (commodity) มีราคาขึ้นลงตามราคาตลาดหรือปริมาณผลผลิตรวมทั้งโลก ซึ่งมักได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและโรคแมลง จะเห็นได้ว่าตลาดเครื่องจักรกลของไทยและอาเซียนชะลอตัวระหว่างปี 2014 - 2015 สอดคล้องกับราคาข้าวและอ้อยที่ตกต่ำในช่วงปีเดียวกัน (ภาพที่ 3-6) ราคาผลผลิตตกต่ำสะท้อนในผลตอบแทนสุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกพืชไร่ ที่ประสบภาวะขาดทุนติดต่อกันหลายปีโดยเฉพาะในชาวนาผู้ปลูกข้าว และส่งผลต่อภาวะซบเซาของเครื่องจักรกลเกษตรในช่วง 2 ปีที่ผ่านมาเช่นกัน

ภาพที่ 3-6 ตลาดเครื่องจักรกลการเกษตรและป่าไม้ของอาเซียนปี 2000-2015 ราคาน้ำตาลและข้าวปี 2006-2016



ที่มา : ฐานข้อมูล Global Market Information Database และ Nasdaq.com

ภาพที่ 3-7 ผลตอบแทนสุทธิ (บาทต่อตัน) ของเกษตรกรไทยรายพืช

พืชไร่

ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	56	57	58
ข้าวนาปี	- 620	- 1,771	- 44
ข้าวนาปรัง	- 1,954	- 1,243	- 514
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	154	486	755
มันสำปะหลัง	307	259	344
อ้อย	130	33	- 247
สับปะรด	624	3,280	6,688
ถั่วเหลือง	3,984	628	- 631
ถั่วเขียว	6,501	13,553	13,018
ถั่วลิสง	20,845	28,817	28,558

พืชผัก

ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	56	57	58
กระเทียม	17,444	47,632	38,278
หอมแดง	6,384	6,755	1,726
หอมใหญ่	2,970	3,340	1,858
มันฝรั่งพันธุ์บริโภค	- 2,915	3,210	7,197
มันฝรั่งพันธุ์โรงงาน	1,902	3,783	3,637

ไม้ผล ไม้ยืนต้น

ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	56	57	58
ยางพารา (แผ่นดิบ)	9,505	- 9,904	- 20,036
ปาล์มน้ำมัน	895	1,434	665
กาแฟ	20,380	17,338	7,170
ชาอัสสัมสด	9,614	9,548	8,610
ชาจีนสด	78,356	69,148	71,108
พริกไทยดำคละ	102,073	149,127	243,559
มะพร้าว	2,573	4,925	3,449
ลำไยเกรด A	13,440	14,401	15,329
ทุเรียน	24,219	19,212	31,529
มังคุด	5,354	6,762	16,940
เงาะ	11,286	8,921	12,322
ลิ้นจี่	733	- 2,682	- 100
ลองกอง	- 2,698	- 7,906	- 3,471
มะม่วง	18,097	16,783	20,813
ส้มเขียวหวาน	16,414	20,355	26,891
ส้มโอ	22,802	22,465	27,167
กล้วยไข่	2,648	4,734	7,137
กล้วยหอม	1,037	2,420	4,315

ที่มาข้อมูล : ผลตอบแทนสุทธิของเกษตรกรแต่ละพืช สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559
เรียบเรียบข้อมูล โดย ศูนย์ข้อมูลและการคาดการณ์เทคโนโลยี, สวทน.

โครงสร้างพื้นฐานของไทยยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยี

ประเทศไทยยังมีข้อกำหนดที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น

- ยังไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่สาธารณะสำหรับอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้งานในภาคเกษตร เพื่อลดต้นทุนในการจัดซื้อเทคโนโลยีลง
- ข้อกำหนดในการตรวจสอบอุปกรณ์บางอย่างที่ประเทศไทยกำหนดขึ้นเอง แต่หน่วยงานในประเทศไม่สามารถตรวจสอบเองได้
- ขาดโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการระบุพิกัดดาวเทียม เช่น สถานีภาคพื้นที่ หมุดพิกัด
- การคิดเกณฑ์ภาษีนำเข้าอุปกรณ์เพื่อการทดลองวิจัยในอัตราสูงสุด ทำให้การนำเข้าเพื่อทดลองมีต้นทุนสูง
- ขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลที่ผู้พัฒนาโปรแกรมภาคเอกชนสามารถนำไปต่อยอดได้ เช่น ภาพ NDVI ซ้อนทับข้อมูลดิน น้ำฟ้า น้ำใต้ดิน พยากรณ์อากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ตลอดจนองค์ความรู้ที่เป็นหัวใจของเกษตรแม่นยำ เช่น สรีระวิทยาพืช (Plant physiology)
- ฯลฯ

วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และความท้าทายของผู้พัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในประเทศไทย (SWOT Analysis)

Strenght	Weakness
S1-เทคโนโลยี-ตลาด ไทยเป็นฐานการผลิตเครื่องจักรกลเกษตร ที่มีความเชี่ยวชาญในการปรับปรุงเครื่องจักรกลเกษตรให้เหมาะกับเกษตรแปลงเล็กในอาเซียน ผลิตภัณฑ์ที่ไทยมีศักยภาพและได้รับการยอมรับ ได้แก่ เครื่องเก็บเกี่ยว	**W1-ตลาด** ทิศทางการลงทุนในเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับ MNC ซึ่งครองตลาดไทยถึงร้อยละ 90 ซึ่งบริษัทแม่ในญี่ปุ่นทำวิจัยและพัฒนารวมถึงจดสิทธิบัตรด้านเกษตรแม่นยำ ถ้าลงมาเล่นตลาดเกษตรแม่นยำจะทำให้ผู้ประกอบการไทยเติบโตได้ยาก **W2-เทคโนโลยี** ผู้ประกอบการต่างประเทศพัฒนาเทคโนโลยีไปก่อนประเทศไทย เช่น จีน ได้เริ่มจดสิทธิบัตรตั้งแต่ปี 2011 แต่ยังไม่พบการจดสิทธิบัตรของบริษัทคนไทยในด้านเกษตรแม่นยำ **W3-เทคโนโลยี** การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของไทย มุ่งเน้นระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ แต่ยังไม่ได้ยกระดับสู่การพัฒนาเทคโนโลยีจัดเก็บหรือบริหารจัดการข้อมูลซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของเกษตรแม่นยำ
Opportunity	**Threat**
O1-ตลาด แนวโน้มต่างๆ ผลักดันให้เกษตรกรต้องการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น **O2-ตลาด** อุตสาหกรรมเกษตรของไทยและอาเซียนมีศักยภาพในการเป็น early adoptor ของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และข้าวแบบนาแปลงใหญ่ **O3-เทคโนโลยี** ไทยและอาเซียนนำเข้า “เครื่องเก็บเกี่ยว” ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไทยมีศักยภาพ ด้วยอัตราการเติบโตสูง	**T1-ตลาด** เกษตรกรกลุ่มพืชไร่ซึ่งเป็นลูกค้าของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีรายได้ที่ผันผวน เนื่องจากพืชไร่ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสินค้าพื้นฐานทั่วไป (commodity) ราคาขึ้นลงตามตลาดที่อิงกับปริมาณผลผลิตรวมทั้งโลก **T2-เทคโนโลยี** โครงสร้างพื้นฐานและมาตรการภาครัฐของไทยยังไม่เอื้อต่อการใช้เทคโนโลยี เช่น ยังไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการใช้งานภาคเกษตร ยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐานหาค่าพิกัดดาวเทียม สถานีภาคพื้นหรือหมุดพิกัด การคิดเกณฑ์ภาษีนำเข้าอุปกรณ์เพื่อการทดลองวิจัยในอัตราสูงสุด ตลอดจนขาดฐานข้อมูลและองค์ความรู้ ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาเกษตรแม่นยำ

กลยุทธ์สำหรับการพัฒนานวัตกรรมเกษตรแม่นยำในประเทศไทย (TOWS Matrix)

	Strengths	Weakness
Oppor-tunity	**เชิงรุก (S-O)** ● ผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร เร่งพัฒนา “เครื่องเก็บเกี่ยวขับเคลื่อนอัตโนมัติที่สามารถเก็บข้อมูลเพื่อสร้าง yield map ได้” ร่วมกับลูกค้าที่เป็นกลุ่มเกษตรอุตสาหกรรมรายใหญ่ในอาเซียน ● ตัวแทนจำหน่าย (dealer) ยกระดับสู่การเป็นที่ปรึกษาเกษตรแม่นยำ นำเข้าอุปกรณ์เกษตรแม่นยำของต่างประเทศมาเพื่อทดลองตลาด วิจัยพัฒนาเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับเกษตรแปลงเล็ก ● รัฐบาล-ผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร สร้างแบรนด์เทคโนโลยีไทยให้เป็นที่รู้จักและจดจำในอาเซียนก่อนเทคโนโลยีจากประเทศอื่น ๆ ผ่านการสาธิต จัดฝึกอบรม การให้ทุนการศึกษา ● รัฐบาล อนุญาตให้การทำแปลงสาธิตนำไปลดหย่อนภาษี R&D ได้ 300% และ BOI ควรให้สิทธิประโยชน์แก่การผลิตแบบเกษตรอุตสาหกรรม เช่น ยกเว้นภาษีการนำเข้าเครื่องจักร	**เชิงแก้ไข (W-O)** ● ผู้ประกอบการรับจ้างผลิต (OEM) เร่งสร้างพันธมิตรกับบริษัทที่มีเทคโนโลยีและตลาดเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต่อพ่วงเทคโนโลยี VRT ที่เหมาะกับเกษตรแปลงเล็กในอาเซียน ● รัฐบาล – ผู้ประกอบการเครื่องจักรกลการเกษตรไทย - ผู้ประกอบการใหม่หรือที่อยู่ในอุตสาหกรรมอื่น ควรบูรณาการความร่วมมือและความเชี่ยวชาญหลากหลายสาขา เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและบริการเกษตรแม่นยำ ในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างไปจากผู้เล่นรายใหญ่ เช่น โดรน บริการข้อมูลเกษตร ● รัฐบาล ผ่อนผันหรือยกเว้นภาษีนำเข้า สำหรับการนำเข้าเพื่อพัฒนาศักยภาพการเกษตร ● วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตร ศูนย์เรียนรู้ด้านเครื่องจักรการเกษตร หรือคณะวิศวกรรม เปิดเป็นศูนย์ให้ start up, เกษตรกรหรือผู้ต้องการพัฒนาเครื่องมือ/เครื่องจักร ให้มีเวิร์คชอปในการพัฒนาอุปกรณ์เอง
Threats	**เชิงป้องกัน (S-T)** ● ผู้ประกอบการเกษตรแม่นยำ ปรับปรุงหรือแบ่งส่วนเทคโนโลยีให้มีราคาถูกลง หรือการจัดทำเป็นแพคเกจที่เกษตรกรสามารถเลือกใช้บริการราคาถูกก่อนได้ เช่น ระบบเติมเงิน เป็นต้น ● รัฐบาล ออกมาตรการเงินอุดหนุนสำหรับเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ	**เชิงรับ (W-T)** ● Social Enterprise, องค์กรไม่แสวงผลกำไร พัฒนาบริการหรือโมเดลธุรกิจใหม่ ๆ ที่ทำให้เกษตรกรไม่จำเป็นต้องเป็นผู้จ่ายเงินกับเทคโนโลยี ● รัฐบาล บูรณาการข้อมูลจากหลายส่วนราชการพัฒนาเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลเกษตรที่จะเป็นหัวใจการทำเกษตรสมัยใหม่ และอนุญาตให้ผู้พัฒนาโปรแกรมการจัดการการเกษตรนำไปต่อยอดเป็นโปรแกรมที่เป็นประโยชน์กับเกษตรกรอย่างแท้จริง เช่น แผนการให้น้ำราย 7 หรือ 15 วัน ● รัฐบาล แก้ข้อจำกัดของหน่วยราชการหรือกฎหมายที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยี

4
แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตรแม่นยำในประเทศไทย

เกษตรแม่นยำช่วยเกษตรกรเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สำคัญต่อการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศและความมั่นคงทางอาหาร อีกทั้งยังสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรที่มีอยู่เดิม และก่อให้เกิดธุรกิจบริการข้อมูลเกษตรอื่น ๆ ผู้ประกอบการ ภาครัฐ ตลอดจนเกษตรกรในประเทศไทยจึงเริ่มหันมาให้ความสนใจกับเทคโนโลยีนี้มากขึ้นในช่วงหลายปีมานี้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

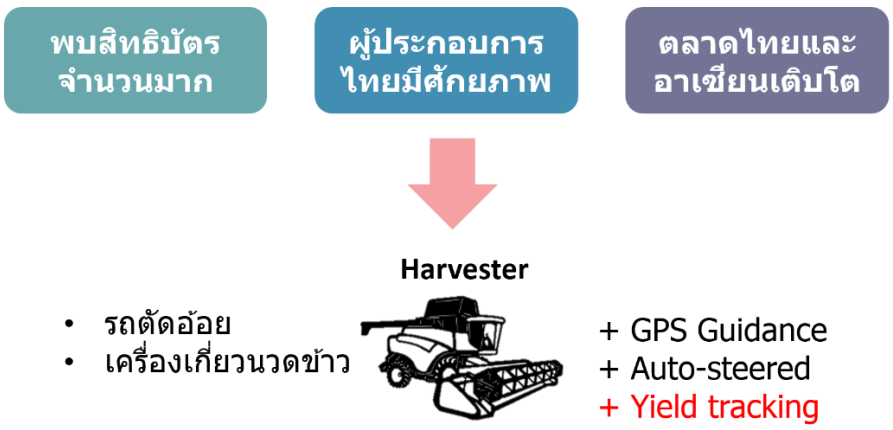
กรอบการวิเคราะห์	สรุปประเด็นสำคัญ
แนวโน้มเทคโนโลยีในอนาคต (PEST+Envi+Ind Analysis) (Patent Analysis)	● มุ่งเน้นการพัฒนา “เครื่องเก็บเกี่ยวอัตโนมัติ” ที่ติด GPS และเซนเซอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลของผลผลิตในแต่จุดของแปลงได้ ● บริษัทเครื่องจักรกลเกษตรมุ่งสู่การพัฒนาระบบ “เก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล” มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการพัฒนาระบบอัตโนมัติ
แนวโน้มตลาดโลกในอนาคต (Market overview)	● แทรกเตอร์ติด GPS จะยังคงมีสัดส่วนสูงที่สุดในตลาดเกษตรแม่นยำ แต่บริการด้านข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ภาพถ่ายจากโดรนและดาวเทียมจะเพิ่มสูงขึ้น ● เครื่องจักรกลเกษตรรุ่นใหม่จะมีเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเข้ามามากขึ้น ● จีนจะเป็นตลาดเครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติขนาดใหญ่ แต่จะนำเข้าน้อยมาก
ภาวการณ์แข่งขันของธุรกิจ (Five forces Analysis)	● ผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรเดิม (ฮาร์ดแวร์) ที่ต่อยอดเทคโนโลยีไปสู่การบริหารจัดการข้อมูลจะได้เปรียบ ● ผู้เข้าสู่ตลาดรายใหม่มีโอกาสในกลุ่มซอฟท์แวร์ เนื่องจากสามารถพัฒนารูปแบบบริการได้หลากหลาย หากมีการพัฒนาฮาร์ดแวร์ด้วยจะยิ่งได้เปรียบ ● เป็นธุรกิจที่ใช้เทคโนโลยีเข้มข้น ยังไม่พบสินค้าทดแทนมาเป็นคู่แข่ง แต่ต้องระวัง Technology breakthrough
ศักยภาพ ช่องว่าง โอกาสและความท้าทายของประเทศไทย (SWOT Analysis)	● ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตสัญชาติไทยมีศักยภาพ คือ “เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย ข้าว และข้าวโพด” ที่เหมาะกับตลาดในอาเซียน และประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ ● การพัฒนามุ่งไปที่ระบบอัตโนมัติ ยังไม่ได้พัฒนาสู่ความเชี่ยวชาญด้านอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟท์แวร์ หรือระบบตัดสินใจ ● ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่ในอาเซียนเป็นกลุ่มลูกค้าที่มีศักยภาพในการยอมรับเทคโนโลยี ในขณะที่เกษตรกรรายย่อยอาจไม่สามารถแบกรับค่าใช้จ่ายของเทคโนโลยีได้จนกว่าเทคโนโลยีจะถูกลง
ข้อเสนอแนะกลยุทธ์ของประเทศไทย (TOWN Analysis) (บางส่วน)	● **เชิงรุก (S-O)** สร้างแบรนด์ให้เป็นที่จดจำในอาเซียน วิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับ “เครื่องเก็บเกี่ยว” ให้สามารถเก็บข้อมูลและสร้างแผนที่ ● **เชิงแก้ไข (W-O)** มองหาตลาดของอุปกรณ์เกษตรแม่นยำอื่น ๆ ที่แตกต่างจากผู้เล่นรายใหญ่ เช่น อุปกรณ์ต่อพ่วง โดรนสำรวจ หรือบริการด้านข้อมูล ● **เชิงป้องกัน (S-T)** แบ่งส่วนเทคโนโลยีให้มีราคาถูกลง ● **เชิงรับ (W-T)** พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลเพื่อให้เอกชนนำไปต่อยอด

ข้อเสนอโจทย์วิจัย (Research gap) และผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

เกษตรแม่นยำเป็นธุรกิจใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีเข้มข้น ดังนั้น การสร้างศักยภาพทางเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ไทยมีศักยภาพและตลาดอาเซียนเติบโตสูง ได้แก่ เครื่องเก็บเกี่ยว (กลยุทธ์เชิงรุก S-O) หรือเร่งพัฒนากลุ่มผลิตภัณฑ์หรือบริการที่แตกต่างไปจากผู้เล่นรายใหญ่ที่ครองตลาดเครื่องจักรกลเกษตรอยู่แล้ว เช่น โดรนสำรวจแผนที่ บริการวิเคราะห์ข้อมูล และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์เตรียมดิน อุปกรณ์ฉีดพ่นให้กลายเป็นอุปกรณ์ที่มี Variable Rate Technology ด้วยการติดเซนเซอร์เข้าไปติดกับอุปกรณ์เพื่อเก็บข้อมูล (กลยุทธ์เชิงแก้ไข W-O) ซึ่งจะเป็นโอกาสในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เดิมได้ (ตาราง 4-1) ตัวอย่างข้อเสนอโจทย์วิจัยของแต่ละผลิตภัณฑ์ดังตาราง 4-2

ผลิตภัณฑ์เป้าหมาย (กลยุทธ์เชิงรุก S-O) : เครื่องเก็บเกี่ยว

เครื่องเก็บเกี่ยวอัตโนมัติเหมาะสมกับการเป็นผลิตภัณฑ์เป้าหมายที่จะลงทุนพัฒนาเทคโนโลยี เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการไทยมีศักยภาพทั้งในทางเทคโนโลยีและการตลาด อีกทั้งยังเป็นสินค้าที่ความต้องการของเกษตรกรในอาเซียนเติบโตสูง เนื่องจากช่วยลดต้นทุนแรงงานและลดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ทันเวลา จากการสืบค้นสิทธิบัตรเกี่ยวกับเกษตรแม่นยำยังพบสิทธิบัตรจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเก็บเกี่ยวอัตโนมัติ ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเกี่ยวกับเซนเซอร์เพื่อวัดคุณภาพผลผลิต ดังนั้น การยกระดับเทคโนโลยีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวหรือเครื่องตัดอ้อยที่เป็นจุดแข็งของไทย ให้เป็นอุปกรณ์เกษตรแม่นยำ (กล่าวคือติดเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพผลผลิตและจัดทำเป็นแผนที่ผลิต) เพื่อจับตลาดเครื่องเกี่ยวนวดที่กำลังเติบโตในอาเซียน จึงเป็นกลยุทธ์เชิงรุกที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ได้ในอนาคต



ตารางที่ 4-1 สรุปข้อมูลตลาดและเทคโนโลยีของแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ผู้เล่นหลัก	ระดับเทคโนโลยีในปัจจุบัน	เทคโนโลยีที่ต้องยกระดับ	มูลค่าเพิ่ม* ($/unit)	ประโยชน์ของเทคโนโลยี (Yield increase)	คาดการณ์มูลค่าตลาดปี 2025 (ล้านเหรียญ)		
						โลก	นำเข้าไทย	ส่งออกไทย
แทรกเตอร์	MNC (L)	Autonomous	• Auto-steered • Operation data log	32,000	7% ลดการอัดตัวของดิน	110,618	303	2,356
อุปกรณ์เตรียมดิน	Thai (S)	Hardware integration	Variable Rate Technology • Nutrient sensor • Moisture sensor • Section controller	15,000	11% การให้ปุ๋ยอย่างแม่นยำ 7% การหว่านเมล็ดอย่างแม่นยำ	61,397	49	0.8
เครื่องเก็บเกี่ยว	Thai (S)	Autonomous	• Auto-steered • Mass flow rate sensor • Yield map	32,000	20% การให้ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง, น้ำอย่างแม่นยำ	34,000	727	25,000
เครื่องฉีดพ่น	Thai (S)	Hardware integration	Variable Rate Technology • Sensor • Section & row controller • Control rate	16,000	20% การให้ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง, น้ำอย่างแม่นยำ	155,356	215	252
โดรน	Startup (XS)	Autonomous	Data mapping & NDVI interpretation • Soil map • Yield monitoring • Localize part/ battery	7,500	20% การให้ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง, น้ำอย่างแม่นยำ	6,000	N/A	N/A
ข้อมูลดาวเทียม	Startup (XS)	Data collection & Monitoring	NDVI interpretation • Soil map • Yield monitoring	7,500	20% การให้ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง, น้ำอย่างแม่นยำ	2,039	N/A	N/A

* จากการสำรวจราคาผลิตภัณฑ์ในแคตาล็อกของบริษัท Ag-Juction

ตารางที่ 4-2 ข้อเสนอโจทย์วิจัยของแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	เทคโนโลยีที่ต้องยกระดับ	Research gap	
		Common ground	Competitiveness
แทรกเตอร์	Operation data log	• ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลการทำงานของแทรกเตอร์	• การควบคุมสัญญาณสื่อสารระหว่างแทรกเตอร์ 2 คัน หรือแทรกเตอร์กับอุปกรณ์อื่น เช่น โดรน
อุปกรณ์เตรียมดิน (W-O)	Variable Rate Technology • Nutrient sensor • Moisture sensor • Section controller	• การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินอัตโนมัติ เพื่อจัดทำแผนที่ดิน • การใช้ข้อมูลอื่น เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อ calibrate เซนเซอร์สำหรับอุปกรณ์เตรียมดินเพื่อควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ	• โปรแกรมคำนวณระยะห่างระหว่างร่อง
อุปกรณ์ฉีดพ่น (W-O)	Variable Rate Technology • Sensor • Control rate	• การส่งข้อมูลความชื้น ไปยังอุปกรณ์ฉีดพ่นเพื่อควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ และการควบคุมอัตราการฉีดพ่นในแต่ละจุดภายในแปลง	• การตั้งค่าพารามิเตอร์และการใช้ข้อมูลอื่น เช่น การระบาดของแมลง เพื่อตั้งค่าเซนเซอร์สำหรับหัวฉีดพ่นอัตโนมัติ
เครื่องเก็บเกี่ยว (S-O)	• Mass flow rate sensor • Yield map	• การตั้งค่าพารามิเตอร์และการใช้ข้อมูลเพื่อ calibrate เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพของผลผลิตและประมวลผลเป็นแผนที่ผลผลิต	• การส่งข้อมูลสภาพพื้นผิวดิน หรือสภาพพืช ไปยังอุปกรณ์เก็บเกี่ยวพืชตระกูลหัวใต้ดินเพื่อควบคุมการทำงาน
โดรน (W-O)	Data mapping & NDVI interpretation • Soil map • Yield monitoring • Localize part/ battery	• การแปรผลภาพถ่าย (NDVI interpretation) • ชิ้นส่วนโดรนที่ถูกลง น้ำหนักเบา แบตเตอรี่แบบใหม่	• การ integrate ข้อมูลกับข้อมูลเกษตรอื่นๆ เพื่อสร้างแบบจำลองและคาดการณ์ • โปรแกรมคำนวณเงินประกันความเสี่ยงผลผลิต
ข้อมูลดาวเทียม (W-O)	NDVI interpretation • Soil map • Yield monitoring	• การแปรผลภาพถ่าย (NDVI interpretation)	