ปีที่ 42(3) ฉบับที่ 165 (กรกฎาคม-กันยายน 2563) หน้า 19-38

ปัจจัยในการพัฒนาศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย

สุธาสินี ยอดอุดม*
ธนโชติ บุญวรโชติ**
กฤษณา ตรีศีลวัฒนกุล***

บทคัดย่อ

ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศ เป็นการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าอย่างยั่งยืนผ่านการพัฒนาเศรษฐกิจให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยและเสนอแนวทางในการเพิ่มจำนวนนวัตกรรมของประเทศไทย ที่ดัดแปลงหลักคิดและวิธีการวิจัยจาก Furman Porter และ Stern (2002) เพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของประเทศไทย โดยมีจำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศเป็นเกณฑ์ในการวัดนวัตกรรม ซึ่งรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของปัจจัยต่าง ๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง 2016 และสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติในรูปแบบสมการถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มจำนวนนวัตกรรมของประเทศคือ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การเปิดกว้างด้านการลงทุนระหว่างประเทศ และค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านนวัตกรรมที่กำลังเติบโตขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งภาครัฐเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนภายใต้ยุทธศาสตร์และนโยบายที่สอดรับกับการเพิ่มศักยภาพทางนวัตกรรม โดยเฉพาะสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ที่ประเทศไทยสามารถสร้างความเข้มแข็งได้ด้วยตนเองและมีความยั่งยืนทางด้านการลงทุน โดยสร้างนวัตกรรมให้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นการสร้างบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถซึ่งช่วยส่งเสริมให้ประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านนวัตกรรมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ศักยภาพทางด้านนวัตกรรม ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษา การเปิดกว้างทางด้านการลงทุน ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนา

รับต้นฉบับ: 29 ตุลาคม 2562 | **ได้รับบทความฉบับแก้ไข**: 30 มกราคม 2563 | **ตอบรับบทความ**: 19 มีนาคม 2563

* นิสิตปริญญาโทหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** รองศาสตราจารย์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** อาจารย์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Corresponding Author)

Volume 42(3) Issue 165 (July-September 2020) pp.19-38

Determinants of Thailand's National Innovative Capacity

Suthasinee Yodudom*

Tanachote Boonvorachote**

Krissana Treesilvattanakul***

Abstract

The national innovative capacity is regarded as the national development tool for sustainable progress, through an economic development with a high growth rate. This research is aimed to study factors and to propose guidelines for increasing number of innovations in Thailand. This study has predominantly adopted research methods in determinants of national innovation capacity from Furman, Porter, and Stern (2002). In applying them into Thailand's context, the methods have been modified by using numbers of international patents as criteria for measuring innovation. Secondary data of relevant factors were collected from 2000 to 2016 and analyzed by econometric model. Multiple regression models were applied for data analysis. The analysis shows meaningful contributing factors to Thai innovation development to include share of GDP spent on higher education, openness to international investment and research and development expenditure. These significant variables reflect that Thailand has the potential for innovation growth with support from the government acting as an important driver under the strategic policies in boosting Thailand's potential for innovation. The emphasis is on share of GDP spent on higher education, which is considered as the main factor that Thailand can strengthen itself as well as lead to sustainable development. Integration of the four disciplines as part of all levels of education, namely science, technology, mathematics and engineering (STEM) are new learning approach to create personnel with knowledge that will help promote Thailand's potential for sustainable innovation.

Keywords: National Innovative Capacity, Education Expenditure, Openness to International Investment, R&D Expenditure

Received: October 29, 2018 | **Revised**: January 30, 2020 | **Accepted**: March 19, 2020

* Student, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University.

** Associate Professor, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University.

*** Lecturer, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University (Corresponding Author)

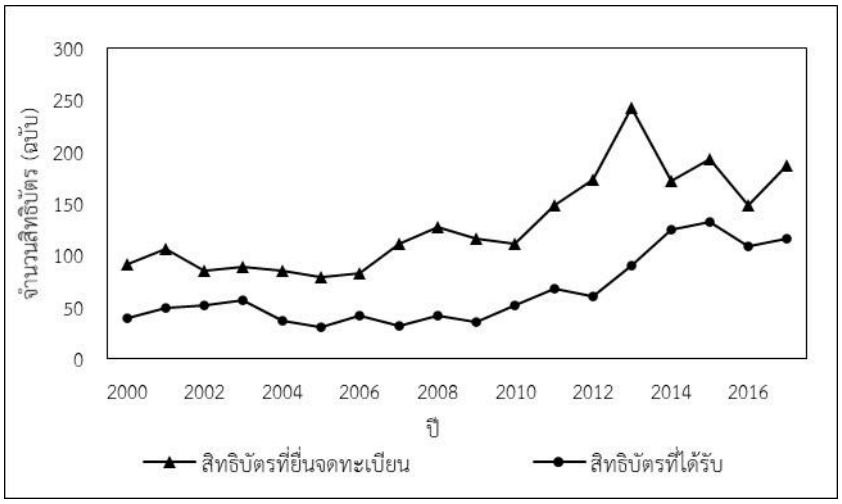
บทนำ

ประเทศไทยถูกจัดอยู่ในกลุ่มรายได้ปานกลาง (Middle-income Trap) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979 โดยในปี ค.ศ. 2011 ธนาคารโลกปรับฐานะประเทศไทยจากประเทศรายได้ปานกลางระดับล่าง (Low-income Country) เป็นประเทศรายได้ปานกลางระดับสูง (Upper-middle-income Country) โดยประเมินจากรายได้ประชาชาติต่อหัว (Gross National Income Per Capita: GNI Per Capita) (The World Bank, 2011) ปี ค.ศ. 2017 ประเทศไทยมีรายได้ต่อหัวอยู่ที่ 5,950 เหรียญสหรัฐ และมีอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) เท่ากับ 3.9 เปอร์เซ็นต์ (The World Bank, 2019a) การที่ประเทศไทยติดอยู่ในกลุ่มรายได้ปานกลางเป็นระยะเวลานานนั้นสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาและข้อจำกัดในการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย สิ่งที่สามารถช่วยให้เกิดการพัฒนาคือการลงทุนที่มุ่งเน้นด้านนวัตกรรมการผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าให้สูงขึ้น การพัฒนาประสิทธิภาพแรงงาน และที่สำคัญคือความเข้มข้นและความต่อเนื่องในการปฏิบัติอย่างจริงจังจากทุกภาคส่วน (Wongsiltuvises & Jaroonpipatkul, 2017)

การลงทุนที่มุ่งเน้นด้านนวัตกรรมนั้นถือเป็นกุญแจสำคัญที่สามารถทำให้ประเทศไทยก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลาง โดย Schumpeter (1934) ผู้บุกเบิกทฤษฎีทางด้านนวัตกรรมกล่าวไว้ว่า นวัตกรรมเป็นแหล่งที่มาของการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างสูงสุด การมีศักยภาพทางด้านนวัตกรรมเป็นรากฐานที่สำคัญของความสามารถทางการแข่งขันอย่างยั่งยืนทั้งในด้านเศรษฐกิจและการเมือง (Porter & Stern, 1999) โดยสถานการณ์ด้านการแข่งขันที่จัดโดย International Institute for Management Development (IMD) ในปี ค.ศ. 2017 ประเทศไทยมีขีดอันดับความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้น 1 อันดับ จากอันดับที่ 28 ในปี ค.ศ. 2016 เป็นอันดับที่ 27 จากทั้งหมด 63 ประเทศ (Institute for Management Development, 2017) โดยที่ปัจจัยหลักที่ทำให้ไทยมีความสามารถทางด้านการแข่งขันต่ำนั้นมาจากปัจจัยในเรื่องของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ สุขภาพและสิ่งแวดล้อม และการศึกษา ผลการจัดอันดับดังกล่าวในช่วง 10 ปี ให้หลังที่อันดับประมาณที่ 47 ที่สะท้อนความอ่อนแอของโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทย

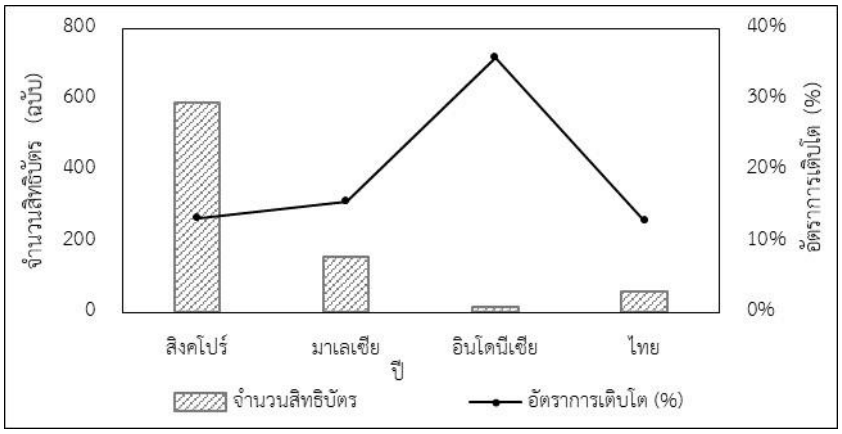
การศึกษาจำนวนมากได้พยายามระบุปัจจัยที่ใช้ในการวัดนวัตกรรมอันจะส่งผลถึงศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศ โดย Villa (1990) เป็นผู้ริเริ่มในการใช้จำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายการค้าสหรัฐอเมริกา (The United States Patent and Trademark Office: USPTO) เป็นผลลัพธ์ในการวัดศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศ เช่นเดียวกันกับ Furman Porter และ Stern (2002) Hu และ Mathews (2005, 2008) Porter และ Stern (2002) เป็นต้น ดังนั้นจำนวนสิทธิบัตรจึงถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่ถูกนำมาใช้ในการวัดศักยภาพทางด้านนวัตกรรมอย่างแพร่หลาย โดยจำนวนสิทธิบัตรของประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2017 นั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยให้ความสำคัญกับการจดสิทธิบัตรและปัญหาด้านการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญามากขึ้น

อย่างไรก็ตาม จำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศและอัตราการเจริญเติบโตของการจดสิทธิบัตรโดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2017 ของประเทศในสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรืออาเซียน (Association of South East Asian Nations: ASEAN) สำหรับประเทศที่มีจำนวนสิทธิบัตรเฉลี่ยมากที่สุดในอาเซียนคือ ประเทศสิงค์โปร์ รองลงมาได้แก่ ประเทศมาเลเซีย ประเทศไทย และประเทศอินโดนีเซีย โดยที่อัตราการเติบโตของประเทศไทยนั้นอยู่ในระดับใกล้เคียงกับประเทศสิงคโปร์ ในขณะที่จำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศโดยเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมาก สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาเกี่ยวกับศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย ในทางกลับกันอินโดนีเซียที่ถึงแม้ว่ามีจำนวนสิทธิบัตรโดยเฉลี่ยน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่น แต่มีอัตราการเติบโตแบบก้าวกระโดดสูงที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2



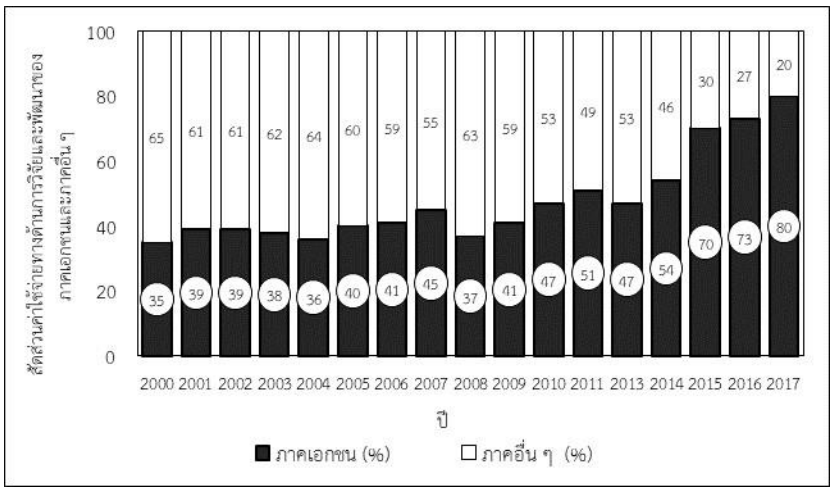
ภาพที่ 1 สถิติการยื่นจดทะเบียนสิทธิบัตรและจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับของประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 2000–2017

ที่มา: The United States Patent and Trademark Office. (2019)



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยและอัตราการเติบโตของจำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศที่ได้รับระหว่างปี ค.ศ 2000–2017

ที่มา: คำนวณจาก The United States Patent and Trademark Office (2019)

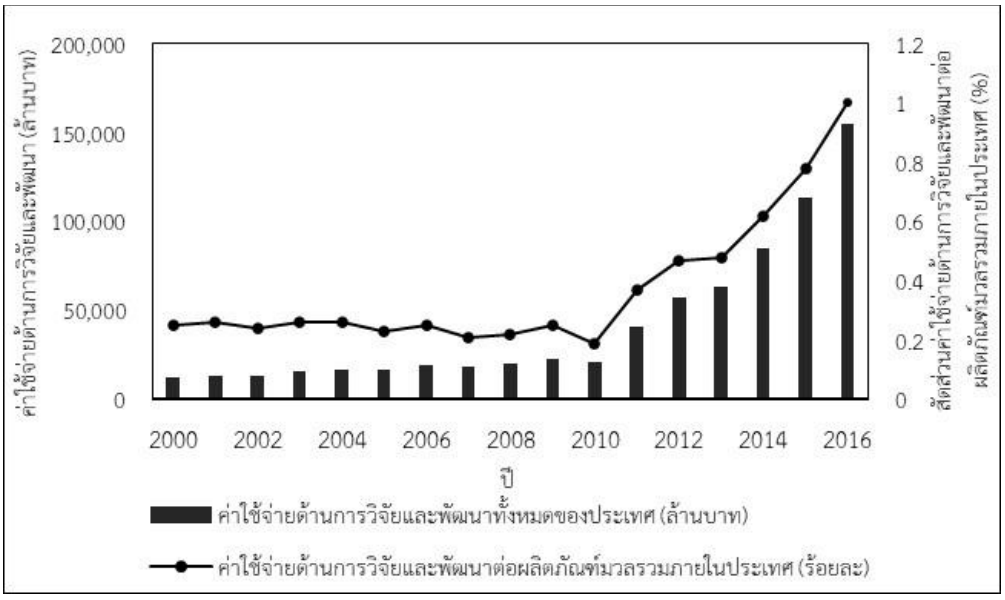


ภาพที่ 3 สัดส่วนค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนและภาคอื่น ๆ ของประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 2000-2017

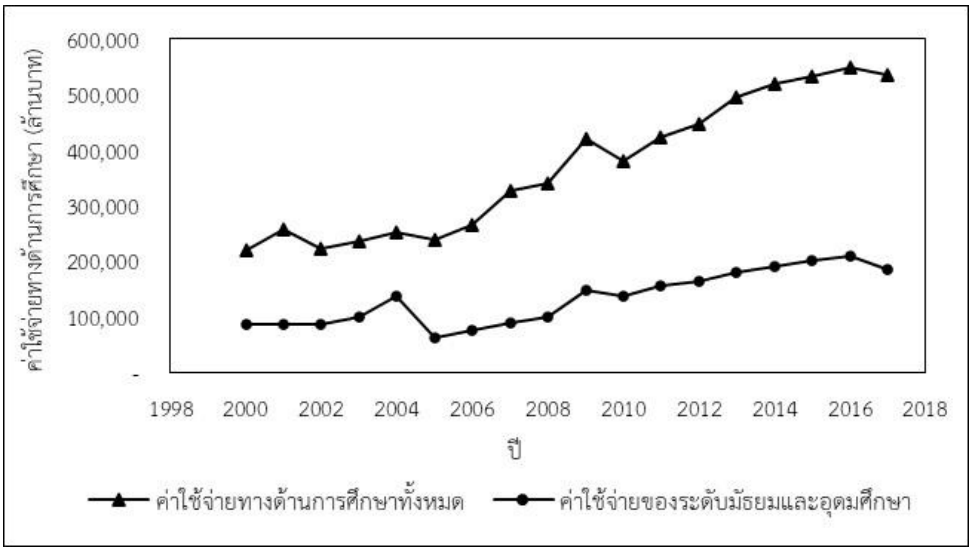
ที่มา: Office of the National Economics and Social Development Council (2020)

ปัจจัยสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนอัตราการเติบโตของจำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศให้เพิ่มสูงขึ้นคือ ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ (Research and Development Expenditure: R&D Expenditure) โดยประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมานั้น สัดส่วนการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาจากภาคเอกชนนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากร้อยละ 35 เป็นร้อยละ 80 ในปี ค.ศ. 2017 ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งถือได้ว่าเป็นสัญญาณที่ดีที่ภาคเอกชน (Business Enterprise) มีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นและมีสัดส่วนมากที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ รัฐบาล (Government) อุดมศึกษา (Academic) หน่วยงานไม่ค้ากำไร (Non-profit Organization) และรัฐวิสาหกิจ (State Enterprise)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ หรือ Gross Domestic Expenditure on R&D (GERD) พบว่าในช่วง 10 ปีแรกนั้นมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างคงที่อยู่ที่ร้อยละ 0.24 และสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1 ในปี ค.ศ. 2017 ดังแสดงในภาพที่ 4 สำหรับประเทศไทยการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนานั้น มีภาครัฐเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนผ่านนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 ซึ่งประกาศใช้ระหว่างปี ค.ศ. 2002 ถึง ค.ศ. 2006 ได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเพื่อสร้างความพร้อมและพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นการพัฒนานวัตกรรม มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการวิจัยและพัฒนา โดยตั้งเป้าหมายค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศทั้งภาครัฐและเอกชนไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.4 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Office of the National Economics and Social Development Council, 2002)



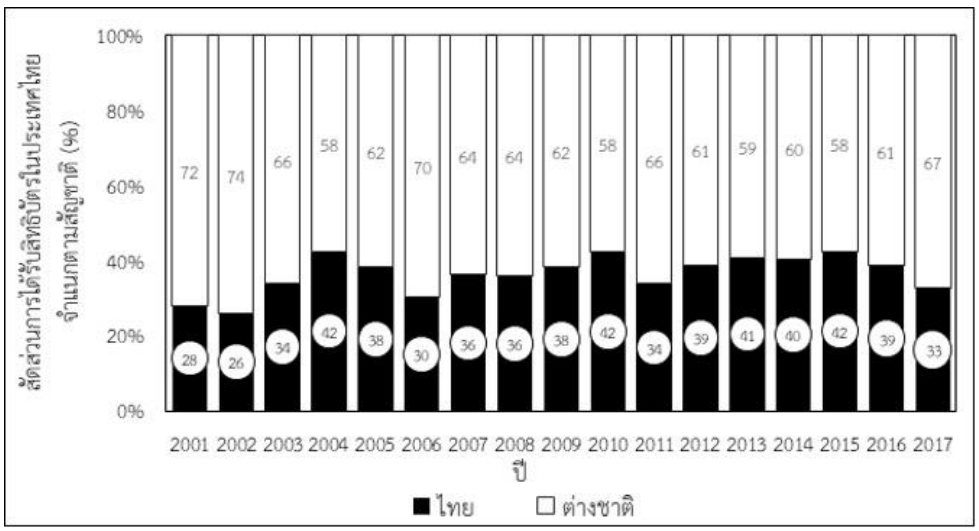
ภาพที่ 4 สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 2000-2017
ที่มา: Office of the National Economics and Social Development Council (2020)



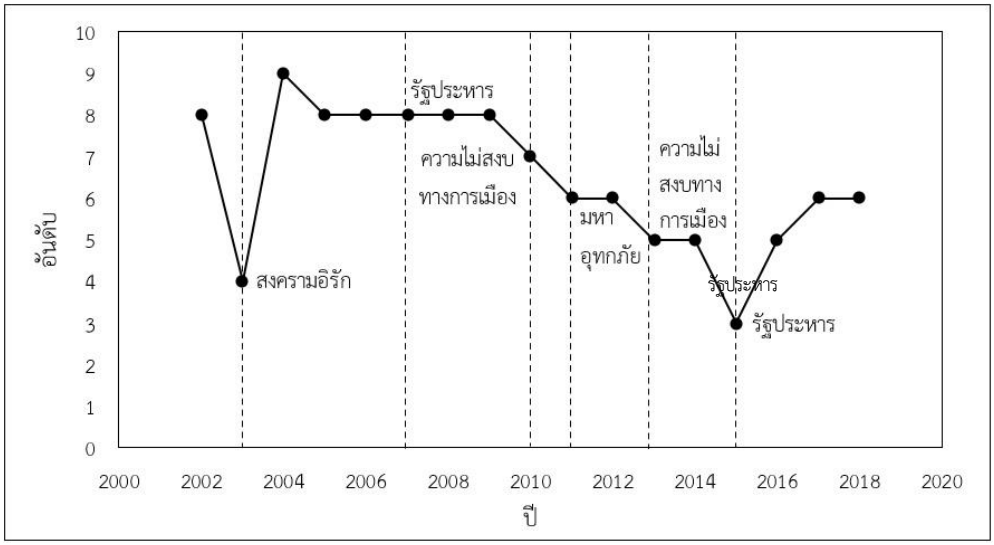
ภาพที่ 5 ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาของประเทศกับค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาของระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษาระหว่างปี ค.ศ. 2000-2016
ที่มา: Ministry of Education (2017)

จากการศึกษาของ Johnson (1998) กล่าวว่าบทบาทของรัฐบาลคือ การกระตุ้นตลาด จัดหาโครงสร้างพื้นฐาน พัฒนาระบบการศึกษา และกระตุ้นให้ภาคเอกชนลงทุนด้านนวัตกรรมอันจะส่งผลให้บรรลุเป้าหมายความได้เปรียบทางด้านการแข่งขัน โดยภาครัฐมีส่วนสำคัญในการออกนโยบายต่าง ๆ รวมถึงนโยบายทางด้านนวัตกรรม การศึกษาถือได้ว่าเป็นหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานที่มีความสำคัญสำหรับทุกประเทศทั่วโลก โดยงบประมาณรายจ่ายด้านการศึกษาของประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2017 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5

สำหรับการได้รับสิทธิบัตรในประเทศไทยจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา จำแนกตามสัญชาติผู้ได้รับสิทธิบัตรระหว่างปี ค.ศ. 2001 ถึง ค.ศ. 2017 ดังแสดงในภาพที่ 6 แบ่งเป็นค่าเฉลี่ยสิทธิบัตรของคนไทยร้อยละ 36.40 และคนต่างชาติร้อยละ 63.36 จะเห็นว่าคนได้ว่าคนไทยให้ความสำคัญกับการจดสิทธิบัตรเพิ่มมากขึ้นจากในอดีต



ภาพที่ 6 สัดส่วนการได้รับสิทธิบัตรในประเทศไทยจำแนกตามสัญชาติผู้ได้รับสิทธิบัตรระหว่างปี ค.ศ. 2001-2017
ที่มา: Department of Intellectual Property (2017)



ภาพที่ 7 คะแนนความสามารถในการแข่งขันในการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนระหว่างประเทศระหว่างปี ค.ศ. 2002-2018
ที่มา: ดัดแปลงจาก Institute for Management Development (IMD) (2017)

คะแนนความสามารถในการแข่งขันทางด้านการเปิดกว้างในการลงทุนระหว่างประเทศ (Openness to International Investment) ดังแสดงในภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีคะแนนที่สูงขึ้น สะท้อนว่าประเทศไทยนั้นยังเป็นเป้าหมายสำหรับการลงทุนของต่างชาติ ถึงแม้ว่าจะมีปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เข้ามากระทบ เช่น สงครามตะวันออกกลาง ความไม่มั่นคงทางด้านการเมือง และปัญหาภัยพิบัติ เป็นต้น

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลในการเพิ่มจำนวนสิทธิบัตรซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงจุดอ่อนที่ต้องเร่งพัฒนาและปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการติดกับดักรายได้ปานกลาง รวมถึงนำเสนอข้อเสนอแนะเบื้องต้นเพื่อเสริมสร้างความแข็งแกร่งของศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทยอันจะนำไปสู่ความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว

ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้นำเสนอองค์ความรู้เกี่ยวนวัตกรรม ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับชาติ จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

นวัตกรรม

นวัตกรรม (Innovation) ได้มีการศึกษาและกล่าวถึงมาเป็นระยะเวลานาน นักวิชาการจากหลากหลายสาขาวิชาได้ให้คำนิยามหรือความหมายของนวัตกรรมแตกต่างกันออกไป

ในระยะเวลาเกือบศตวรรษที่ผ่านมา Joseph Schumpeter นักเศรษฐศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้บุกเบิกการศึกษาบทบาทและความสำคัญของนวัตกรรมที่มีต่อเศรษฐกิจ ทำการเผยแพร่มุมมองเกี่ยวกับนวัตกรรมว่าเป็นแหล่งที่มาหรือรากฐานของการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างสูงสุด การพัฒนาทางเศรษฐกิจสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี องค์กร และทรัพยากร และยังหมายถึงการประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์หรืออุตสาหกรรมของสิ่งใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ ตลาดใหม่ หรือแหล่งทรัพยากรใหม่ รูปแบบใหม่ของการค้าธุรกิจหรือองค์กรใหม่ (Schumpeter, 1934)

ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศ

แนวความคิดของศักยภาพทางด้านนวัตกรรมมาจากการศึกษาของ Villa (1990) ที่กล่าวว่า ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมนั้นเป็นผลสำคัญที่สุดของการประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ต่อความก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และใช้จำนวนสิทธิบัตรของสหรัฐอเมริกาเป็นตัววัด หลังจากงานวิจัยนี้มีนักวิจัยจำนวนมากศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพทางด้านนวัตกรรมทั้งในระดับมหภาคคือประเทศ และระดับจุลภาคคือบริษัท ซึ่งกรอบแนวความคิดในการศึกษาศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Porter และ Stern (1999) มีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดนวัตกรรมที่มาจากแนวคิดและทฤษฎี 3 ส่วน ได้แก่

1) การศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแนวใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วยแนวความคิด (Idea-driven Endogenous Growth Theory) คิดค้นโดย Romer (1990) ที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยด้านทุนมนุษย์ที่มีทักษะความรู้ในการวิจัยและพัฒนาอันมีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ปัจจัยที่ทำให้เกิดนวัตกรรมคือการมีโครงสร้างพื้นฐานทั่วไปด้านนวัตกรรม (Common Innovation Infrastructure) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สนับสนุนนวัตกรรมของทั้งระบบเศรษฐกิจ ซึ่งรวมถึงการลงทุน นโยบายที่สนับสนุนทางด้านนวัตกรรม ทรัพยากรมนุษย์และงบประมาณที่ลงทุนเพื่อความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาครัฐจำเป็นต้องลงทุนเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานทั่วไปด้านนวัตกรรม รวมถึงการกำหนดนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) การศึกษาทฤษฎีการรวมกลุ่มคลัสเตอร์อุตสาหกรรมนวัตกรรมแห่งชาติที่มุ่งเน้นความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Cluster-based Theory of National Industrial Competitive Advantage) ริเริ่มโดย Porter (1990) ที่กล่าวถึงความสามารถในการแข่งขันของประเทศหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมที่คิดค้นและยกระดับเศรษฐกิจ ปัจจัยที่ทำให้เกิดนวัตกรรมคือ สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรม (Cluster-specific Environment for Innovation) คือ การรวมตัวกันของกลุ่มของธุรกิจและสถาบันที่เกี่ยวข้องกันดำเนินกิจการอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน มีความร่วมมือเกื้อหนุนซึ่งกันและกันอย่างครบวงจร ก่อให้เกิดนวัตกรรมและกิจกรรมเชิงพาณิชย์ ในการประเมินสภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะนั้น

3) งานวิจัยเกี่ยวกับระบบนวัตกรรมแห่งชาติ (National Innovation System) ศึกษาโดย Nelson (1993) ที่เน้นขีดความสามารถทางด้านเทคโนโลยีโดยมีแต่ละภาคส่วนทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ปัจจัยที่ทำให้เกิดนวัตกรรมคือ การเชื่อมโยงของคุณภาพ (Linkages of Quality) เป็นจุดแข็งของการเชื่อมโยงศักยภาพระหว่างโครงสร้างพื้นฐานทั่วไปด้านนวัตกรรม และสภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะ

Furman และคณะ (2002) ได้กำหนดกรอบแนวคิดของความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับชาติซึ่งอ้างอิงจาก Porter และ Stern (1999) แต่มีการเพิ่มตัวแปรอื่นร่วม ได้แก่ จำนวนสิทธิบัตรต่อประชากร ผลรวมของจำนวนสิทธิบัตร นโยบายป้องกันการผูกขาด และจำนวนสิทธิบัตรของกลุ่มอุตสาหกรรมเคมี อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องจักร ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์โดยใช้จำนวนการจดสิทธิบัตรระหว่างประเทศและจำนวนสิทธิบัตรต่อประชากรของกลุ่มประเทศ โออีซีดี ทั้งหมด 17 ประเทศ ได้เป็นผลลัพธ์ของศักยภาพทางด้านนวัตกรรม ซึ่งพบว่าปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดนวัตกรรมคือ จำนวนบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อนวัตกรรมมาจากปัจจัยทางเศรษฐกิจมหภาคอื่น ๆ เช่น การเปิดกว้างต่อการค้าระหว่างประเทศ การเพิ่มการแข่งขันในประเทศ ขนาดของตลาดในประเทศ และความพร้อมของทรัพยากรสำหรับสร้างนวัตกรรม ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศยังมีอิทธิพลต่อกิจกรรมการค้าปลายน้ำ เช่น การบรรลุส่วนแบ่งทางการตลาดของสินค้าส่งออกที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง

Porter และ Stern (2002) ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการจดสิทธิบัตรระดับสากลและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศในกลุ่มโออีซีดีและประเทศตลาดเกิดใหม่ ทำการวัดโดยใช้ดัชนีความสามารถเชิงนวัตกรรมเพื่อจัดอันดับประเทศในด้านความสามารถเชิงนวัตกรรมโดยรวม ได้แก่ นโยบายที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม สัดส่วนของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรม และการเชื่อมโยงของคุณภาพ ซึ่งพบว่าจำนวนประชากรในประเทศมีผลต่อจำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศ และนโยบายสาธารณะมีบทบาทสำคัญในการกำหนดขีดความสามารถด้านนวัตกรรมของประเทศ

Hu และ Mathews (2005) ได้นำเอาวิธีการของ Furman และคณะ (2002) มาประยุกต์ใช้กับกลุ่มประเทศเศรษฐกิจเอเชียตะวันออก (East Asia) ผลการวิจัยโดยรวมสอดคล้องกับของ Furman แต่มีข้อแตกต่างบางประการคือ ปัจจัยที่สำคัญเกิดขึ้นเฉพาะในประเทศขนาดเล็ก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของสาธารณะซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกขับเคลื่อนสำหรับภาคเอกชน และงานวิจัยของ Hu และ Mathews (2008) ได้นำเอาวิธีการของ Hu และ Mathews (2005) มาประยุกต์ใช้กับประเทศจีน พบว่าจำนวนสิทธิบัตรมีผลต่อการมีศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศจีน โดยที่มหาวิทยาลัยมีอิทธิพลมากที่สุดที่ส่งผลให้ประเทศจีนมีศักยภาพทางนวัตกรรมสูง ในปี ค.ศ. 2013 มีการศึกษาศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศจีน โดย Franco และ Leoncini (2013) ประเทศจีนกำลังเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับประเทศกลุ่มโออีซีดี โดยจีนมีการส่งเสริมทั้งศักยภาพทางด้านนวัตกรรมและประสิทธิภาพที่มีผลต่อความแข่งแกร่งในปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้วิจัยพบข้อแตกต่างจากประเทศอื่น ๆ ว่าการเปิดกว้างทางเศรษฐกิจนั้นส่งผลกระทบเชิงบวกอย่างชัดเจน ในขณะที่การศึกษาการวัดศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศจีนและอินเดียของ Fan (2011) ใช้จำนวนสิทธิบัตรและการส่งออกสินค้าที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูง จากการศึกษาพบว่าภาครัฐมีบทบาทในการส่งเสริมความสามารถด้านนวัตกรรมและการมีส่วนร่วมในการพัฒนาเศรษฐกิจ รัฐบาลของทั้ง 2 ประเทศ ได้เปลี่ยนระบบนวัตกรรมแห่งชาติของพวกเขาผ่านการเชื่อมโยงสาขาวิทยาศาสตร์กับภาคธุรกิจ และสร้างความสมดุลในการนำเข้าเทคโนโลยีและความพยายามในการวิจัยและพัฒนา

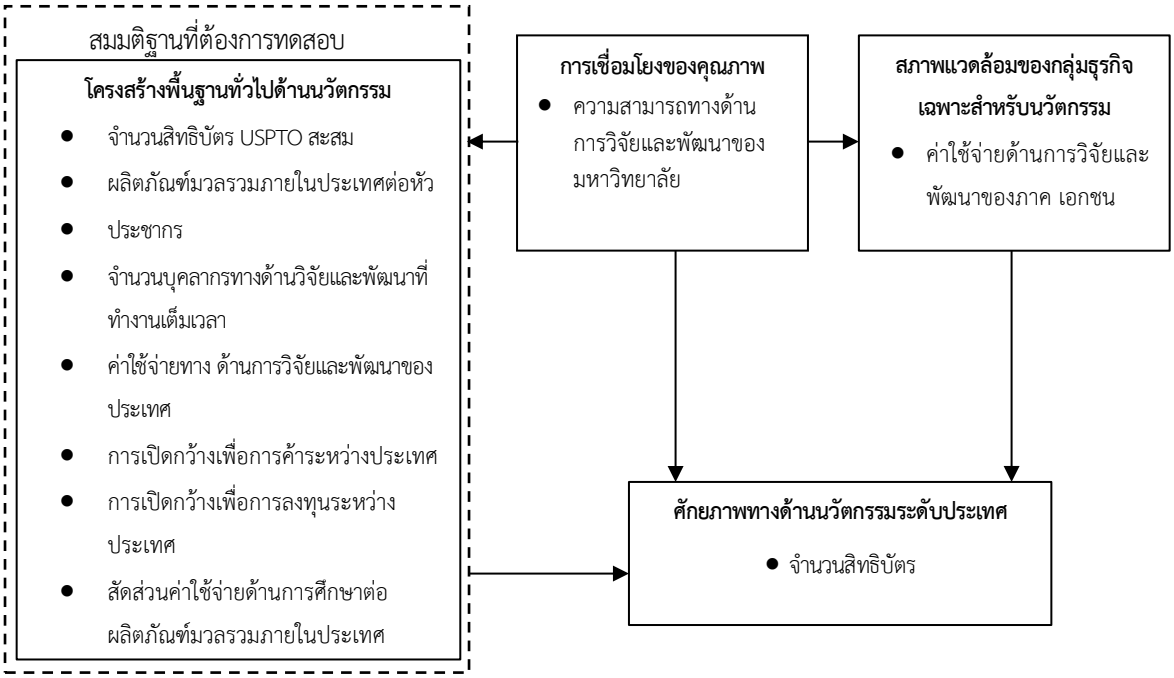
Santana Mariano Camioto และ Rebelatto (2015) ศึกษาประสิทธิภาพของกลุ่มประเทศที่มีการเจริญทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว หรือ BRICS และกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ 7 ประเทศ หรือ G7 ในการแปลงศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคมอย่างยั่งยืน ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวชี้วัดศักยภาพได้แก่ จำนวนสิทธิบัตรที่ยื่นจดและค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนา สำหรับผลการศึกษาสรุปได้ว่า ประเทศที่มีศักยภาพสูงที่สุดในกลุ่มประเทศ G7 คือ อิตาลี ฝรั่งเศส และสหราชอาณาจักร ในกลุ่มประเทศ BRICS คือ บลาซิล

Carvalho Carvalho และ Nunes (2015) และ Pegkas Staikouras และ Tasamadias (2019) ได้ศึกษาศักยภาพด้านนวัตกรรมของประเทศในสหภาพยุโรป เพื่อตรวจสอบปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยพิจารณาจากจำนวนสิทธิบัตร ตัวแปรที่สำคัญที่สุดคือ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน

Ma Wu และ Zhuo (2015) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถทางด้านนวัตกรรมของประเทศต่าง ๆ กว่า 80 ประเทศ พบว่าตัวแปรสำคัญที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการจดทะเบียนสิทธิบัตรระหว่างประเทศในหลาย ๆ ประเทศ ได้แก่ จำนวนสิทธิบัตรสะสม จำนวนบุคลากรทางด้านการวิจัยและพัฒนา ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรม และการเชื่อมโยงคุณภาพ และยังพบว่าอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมีความเกี่ยวข้องกับการค้าระหว่างประเทศและการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศนั้นมีส่วนช่วยให้ประเทศเกิดใหม่สามารถผลิตเทคโนโลยีที่ทันสมัยได้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศมีปัจจัยที่ขับเคลื่อน 3 กลุ่ม ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานทั่วไปด้านนวัตกรรม สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรม และการเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้าง

พื้นฐานและสภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจ ซึ่งสามารถสร้างเป็นกรอบแนวความคิดการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 8 โดยมีสมมติฐานเพื่อทดสอบว่าโครงสร้างพื้นฐานทางด้านนวัตกรรม (Innovation Infrastructure) มีผลต่อการสร้างศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทยในทิศทางบวก



ภาพที่ 8 กรอบแนวความคิด พัฒนามาจาก Furman Porter และ Stern (2002) และ Hu และ Mathews (2005)

หมายเหตุ: สาเหตุ (Cause) ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานทั่วไปด้านนวัตกรรม สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรม และการเชื่อมโยงของคุณภาพ ผล (Effect) คือ จำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศที่ขึ้นทะเบียนกับ USPTO

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ (Correlational Research) เพื่อศึกษาปัจจัยในการเพิ่มศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนวัตกรรมและปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดนวัตกรรมระดับประเทศ โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบสมการเชิงเส้นตรง (Linear Equation) ที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนสิทธิบัตรของประเทศไทยและปัจจัยอื่น ๆ ดังนี้

แบบจำลองการถดถอย (Linear Regression Analysis) ในรูปแบบสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) สมการต้นแบบจาก Furman และคณะ (2002)

$$\dot{A}_{j,t} = \delta_{YEAR} YEAR_t + \delta_{INF} LX_{j,t}^{INF} + \delta_{CLUS} LY_{j,t}^{CLUS} + \delta_{LINK} LZ_{j,t}^{LINK} + \lambda LH_{j,t}^{A} + \emptyset LA_{j,t} + \varepsilon_{j,t}$$

โดยที่

L = ลอการิทึม

$\dot{A}_{j,t}$ = การผลิตนวัตกรรมของประเทศที่ j ปีที่ t

$YEAR_t$ = ปี

$X_{j,t}^{INF}$ = เป็นจุดแข็งของการเชื่อมโยงศักยภาพระหว่างโครงสร้างทั่วไปด้านนวัตกรรม และสภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะของประเทศที่ j ปีที่ t

$Y_{j,t}^{CLUS}$ = สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรมของประเทศที่ j ปีที่ t

$Z_{j,t}^{LINK}$ = รวบรวมความแข็งแกร่งของการเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างพื้นฐานและกลุ่มอุตสาหกรรมประเทศที่ j ปีที่ t

$H_{j,t}^{A}$ = ทรัพยากรมนุษย์และแหล่งเงินทุนของประเทศที่ j ปีที่ t

$A_{j,t}$ = ระดับความซับซ้อนทางเทคโนโลยีโดยรวมของเศรษฐกิจของประเทศที่ j ปีที่ t

$\varepsilon_{j,t}$ = ตัวคลาดเคลื่อน

หมายเหตุ: ในงานวิจัยนี้ j คือ ประเทศไทย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศจำนวน 12 ตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยรวบรวมข้อมูลแบบรายปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2016 ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 17 ปี โดยแหล่งข้อมูลมาจากหลายแหล่ง ได้แก่ ธนาคารโลก (World Bank) The Penn World Tables สำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายทางการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (The United States Patent and Trademark Office: USPTO) สถาบันการจัดการนานาชาติ (Institute for Management Development: IMD) กระทรวงศึกษาธิการ และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.)

ตารางที่ 1 ตัวแปรและความหมาย

ตัวแปร	ชื่อเต็ม	ความหมาย	หน่วย
Patents	จำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศ	สิทธิบัตรที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายทางการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (USPTO)	ฉบับ
GDP Per Capita (*A*)	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว	พันเหรียญสหรัฐ ณ อัตราแลกเปลี่ยนที่อำนาจซื้อที่แท้จริงคงที่ ปี ค.ศ. 2011
Patent Stock (*A*)	จำนวนสิทธิบัตรระหว่างประเทศสะสม	สิทธิบัตรขึ้นทะเบียนกับสำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายทางการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (USPTO) สะสมตั้งแต่ปี ค.ศ. 1999 ถึง t-1	ฉบับ
POP (H^A)	ประชากร	จำนวนประชากร	ล้านคน

ตารางที่ 1 ตัวแปรและความหมาย (ต่อ)

ตัวแปร	ชื่อเต็ม	ความหมาย	หน่วย
FTE R&D (H^A)	จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนา	จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาที่ทำงานเต็มเวลาในทุกอุตสาหกรรม	หมื่นคน
R&D $ (H^A)	ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ	ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศในทุกอุตสาหกรรม	ล้านเหรียญสหรัฐ ณ อัตราแลกเปลี่ยนที่อำนาจซื้อที่แท้จริงคงที่ ปี ค.ศ. 2011
ED Share (X^{INF})	สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ	ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาของระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ	ร้อยละของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ
International Trade (X^{INF})	การเปิดกว้างเพื่อการค้าระหว่างประเทศ	การจัดอันดับการเปิดกว้างของเศรษฐกิจต่อการค้าระหว่างประเทศ โดยมีอันดับระหว่าง 1 ถึง 10	อันดับ
International Investment (X^{INF})	การเปิดกว้างเพื่อการลงทุนระหว่างประเทศ	การจัดอันดับการเปิดกว้างของเศรษฐกิจต่อการลงทุนระหว่างประเทศ โดยมีอันดับระหว่าง 1 ถึง 10	อันดับ
Private R&D Funding (Y^{CLUS})	ร้อยละของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาที่ลงทุนโดยภาคเอกชน	ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนต่อค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ (ล้านเหรียญสหรัฐ ณ อัตราแลก เปลี่ยนที่อำนาจซื้อที่แท้จริงคงที่ ปี ค.ศ. 2011)	เปอร์เซ็นต์
UNIV R&D Performance (Z^{LINK})	ร้อยละของความสามารถทางด้านการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัย	ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยต่อด้วยค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ (ล้านเหรียญสหรัฐ ณ อัตราแลกเปลี่ยนที่อำนาจซื้อที่แท้จริงคงที่ ปี ค.ศ. 2011)	เปอร์เซ็นต์
GDP	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ	พันล้านเหรียญสหรัฐ ณ อัตราแลกเปลี่ยนที่อำนาจซื้อที่แท้จริงคงที่ ปี ค.ศ. 2011

หมายเหตุ: การย่อตัวแปรอ้างอิงจาก Furman Porter และ Stern (2002)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Furman Porter และ Stern (2002)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์โดยสร้างแบบจำลองทางเศรษฐมิติและใช้การวิเคราะห์สมการถดถอย เพื่อทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแปรอิสระด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares: OLS) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้น (Two-Stage Least Squares: 2SLS)

การศึกษาในครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน

1) สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้บรรยายคุณลักษณะของปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา
2) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) เพื่อศึกษาปัจจัยทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมีศักยภาพทางด้านนวัตกรรม ผ่านการสังเกตการณ์และพิจารณาสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อตัวเลขทางเศรษฐศาสตร์มหภาค เช่น สงครามตะวันออกกลาง การรัฐประหาร วิกฤตการเมืองไทย และปัญหาภัยพิบัติ
3) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อจำนวนสิทธิบัตร โดยวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยการสร้างแบบจำลองทางเศรษฐมิติในรูปแบบของสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ในรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Data) นำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม EViews เงื่อนไขของการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะคงที่ (Stationary) ถ้าอนุกรมเวลาที่ใช้ไม่คงที่ส่งผลให้การพยากรณ์ไม่ถูกต้อง กล่าวคือ สมการถดถอยที่ได้ไม่แท้จริง (Spurious) ดังนั้น จึงต้องทำให้สมการถดถอยมีความคงที่ของข้อมูลก่อนด้วยวิธีทดสอบ Unit Root โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้น (Two-Stage Least Squares: 2SLS) เพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนสิทธิบัตรและตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งมีข้อสมมติฐานภายใต้แบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งเรียกว่า ข้อสมมติฐานของ Classical Linear Regression Model (CLRM) (Gujarati & Porter, 2008)

ผลการศึกษา

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

สถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามระหว่างปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2016 ได้แก่ ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

จำนวนสิทธิบัตรมีค่าเฉลี่ยระหว่างปี ค.ศ. 2000 ถึง 2016 อยู่ที่ 53.71 ฉบับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวคือ 2.07 หมื่นดอลลาร์สหรัฐ มีจำนวนสิทธิบัตรสะสมอยู่ที่ 32.46 ฉบับ จำนวนประชากรของประเทศไทยโดยประมาณเท่ากับ 65.82 ล้านคน จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาที่ทำงานเต็มเวลาอยู่ที่ 0.0551 ล้านคน ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศมีค่าเท่ากับ 1,173.71 ล้านดอลลาร์สหรัฐ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศคือ 0.0050 คะแนนความสามารถด้านการเปิดกว้างเพื่อการค้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.53 ในขณะที่คะแนนความสามารถในการแข่งขันด้านการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนระหว่างประเทศมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.53 เปอร์เซ็นต์ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนต่อค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศเท่ากับ 45.94 เปอร์เซ็นต์ ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของ

มหาวิทยาลัยต่อค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศอยู่ที่ 27.47 และค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีค่าเท่า 817.40 พันล้านเหรียญสหรัฐ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สถิติเชิงพรรณนาของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปร		ค่าเฉลี่ย	มัธยฐาน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ผลลัพธ์ของนวัตกรรม						
	Patents	53.71	46.00	31.09	23.00	129.00
โครงสร้างพื้นฐานทั่วไปด้านนวัตกรรม						
A	GDP Per Capita	12.58	12.61	2.07	9.19	15.71
A	Patent Stock	58.59	49.00	32.46	28.00	129.00
H^A	POP	65.82	66.00	1.85	62.00	68.00
H^A	FTE R&D	5.51	5.15	2.30	2.60	11.24
H^A	R&D $	1,173.71	647.22	954.94	406.86	3,723.17
X^{INF}	ED Share	0.50	0.50	0.12	0.27	0.64
X^{INF}	International Trade	2.53	3.00	1.60	1.00	6.00
X^{INF}	International Investment	6.53	7.00	1.81	3.00	9.00
สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรม						
Y^{CLUS}	Private R&D Funding	45.94	41.00	11.05	35.00	73.00
การเชื่อมโยงของคุณภาพ						
Z^{LINK}	UNIV R&D Performance	27.47	29.00	6.66	14.00	38.00
ปัจจัยสนับสนุนและผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้อง						
	GDP	817.40	822.61	155.61	564.48	1,055.31

หมายเหตุ: อ้างอิงการย่อตัวแปรจากตารางที่ 1

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเพื่อเป็นการยืนยันว่าตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์กัน พบว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว จำนวนสิทธิบัตรสะสม จำนวนประชากร จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาที่ทำงานเต็มเวลา ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การลงทุนระหว่างประเทศ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ มีความสัมพันธ์กับจำนวนสิทธิบัตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 99 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

Variables	Patents	GDP Per Capita	Patent Stock	POP	FTE R&D	R&D $	ED Share	International Trade	International Investment	Private R&D Funding	UNIV R&D Performance
GDP Per Capita	.697***										
Patent Stock	.881***	.712***									
POP	.644***	.979***	.676***								
FTE R&D	.890***	.891***	.847***	.847***							
R&D $	.927***	.844***	.877***	.775***	.961***						
ED Share	.675***	.488**	.664***	0.478*	.651***	.647***					
International Trade	-0.090	-0.407	-0.197	-0.408	-0.299	-0.289	-0.298				
International Investment	-.716***	-.591**	-.837***	-.553**	-.671***	-.702***	-.535**	0.340			
Private R&D Funding	.920***	.808***	.847***	.747***	.909***	.957***	.549**	-0.171	-.693***		
UNIV R&D Performance	-0.355	0.054	-0.378	0.150	-0.271	-0.334	-0.399	-0.083	.515**	-0.361	
GDP	.705***	1.000***	.721***	.978***	.897***	.851***	.499**	-0.404	-.597*	.814***	0.050

หมายเหตุ: การย่อตัวแปรอ้างอิงจาก Furman Porter และ Stern (2002) *,**,*** นัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น 90 95 และ 99 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์

แบบจำลองทั้งหมด 3 แบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Ordinary Lest Square (OLS) และ Two-Stage Least Square (2SLS)

	Innovation Infrastructure		National Innovative Capacity
	Ordinary Least Square (OLS)		Two-Stage Least Square (2SLS)
	Model 1	Model 2	Model 3
Intercept	7.0685**	11.2913**	10.3993**
	(0.0446)	(0.0158)	(0.0305)
Ln Patent Stock			0.3639
			(0.2911)
ln GDP Per	1.0085	0.6953	
Capita	(0.2275)	(0.3595)	
Δ Ln FTE R&D	-0.1142	-0.9142	-0.9012
	(0.8964)	(0.3345)	(0.3309)
Δ Ln R&D $	-1.1463	-2.2531*	-2.0629*
	(0.2790)	(0.0754)	(0.0904)
Ln ED Share	0.8944**	0.7433*	0.6008
	(0.0365)	(0.0582)	(0.1308)
International	0.0588	-0.0103	-0.02791
Trade	(0.3173)	(0.8747)	(0.6469)
International	-0.1419**	-0.1325**	-0.0738
InvestmentT	(0.0423)	(0.0399)	(0.3696)
Ln UNIV R&D		-1.1617	-1.1337
Performance		(0.1215)	(0.1132)
Adjusted R^2	0.6475	0.7209	0.7324

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บคือค่า t-statistic ของค่าสัมประสิทธิ์ การย่อตัวแปรอ้างอิงจาก Furman Porter และ Stern (2002) *,**,*** นัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น 90 95 และ 99 ตามลำดับ

แบบจำลองที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานทางด้านนวัตกรรมโดยใช้ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัวเป็นฐานความรู้ (Infra-GDP)

เมื่อพิจารณาค่าสถิติที่สำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนสิทธิบัตรพบว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาที่ทำงานเต็มเวลา ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การเปิดกว้างทางด้านการค้า และการลงทุนระหว่างประเทศ สามารถอธิบายความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามคือจำนวนสิทธิบัตรได้ร้อยละ 64.75 และจากค่าสถิติ t-statistic (t-test) พบว่า สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (ED Share) และอันดับการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนระหว่างประเทศ (International

Investment) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ต่อสมการแบบจำลองที่ 1 กล่าวคือตัวแปรอิสระทั้งสองที่กล่าวมาสามารถอธิบายหรือทำนายตัวแปรตามคือ จำนวนสิทธิบัตร (Patents) ได้

แบบจำลองที่ 2 ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศโดยใช้ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัวเป็นฐานความรู้ (Cap-GDP)

เมื่อพิจารณาค่าสถิติที่สำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนสิทธิบัตรพบว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาที่ทำงานเต็มเวลา ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การเปิดกว้างทางด้านการค้าและการลงทุนระหว่างประเทศ และศักยภาพทางด้านการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัย สามารถอธิบายความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามคือจำนวนสิทธิบัตรได้ร้อยละ 72.09 และจากค่าสถิติ t-statistic (t-test) พบว่า ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ (R&D $) สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (ED Share) และอันดับการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนระหว่างประเทศ International Investment มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.1 และ 0.05 ต่อสมการแบบจำลองที่ 2 กล่าวคือ ตัวแปรอิสระทั้งสามที่กล่าวมาสามารถอธิบายหรือทำนายตัวแปรตามคือ จำนวนสิทธิบัตร (Patents) ได้

แบบจำลองที่ 3 ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศโดยใช้จำนวนสิทธิบัตรสะสมเป็นฐานความรู้ (Cap-patent)

เมื่อพิจารณาค่าสถิติที่สำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนสิทธิบัตรพบว่า จำนวนสิทธิบัตรสะสม จำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาที่ทำงานเต็มเวลา ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การเปิดกว้างทางด้านการค้าและการลงทุนระหว่างประเทศ ศักยภาพทางด้านการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัย สามารถอธิบายความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามคือจำนวนสิทธิบัตรได้ร้อยละ 73.24 และจากค่าสถิติ t-statistic (t-test) พบว่า ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ (R&D $) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ต่อสมการแบบจำลองที่ 3 ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศสามารถอธิบายหรือทำนายตัวแปรตามคือ จำนวนสิทธิบัตร (Patents) ได้

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์พบว่า สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การเปิดกว้างทางด้านการลงทุนของต่างประเทศ และค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีผลทางตรงต่อศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศ หมายความว่า การที่ประเทศมีสัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ศักยภาพทางด้านนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัย Furman และคณะ (2002) Furman และ Hayes (2004) Hu และ Mathews (2005) และ Huang Shin และ Wu (2010) Porter และ Stern (1999) โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ทำการศึกษาในประเทศที่พัฒนาแล้ว ถือได้ว่าเป็นก้าวย่างที่สำคัญของประเทศไทยในฐานะประเทศกำลังพัฒนา โดยสะท้อนว่าการเพิ่มงบประมาณในส่วนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งคณะรัฐมนตรีชุดปัจจุบันได้มีการจัดตั้งกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผ่านการรวมกันของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยมีหน้าที่ในการส่งเสริม สนับสนุน และกำกับดูแลการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ การวิจัยและการสร้างสรรค์นวัตกรรม (Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, 2019) โดยการแยกสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาออกจากกระทรวงศึกษาธิการ จะทำให้ง่ายต่อการขับเคลื่อนและผลักดันนวัตกรรมในระดับอุดมศึกษามากยิ่งขึ้น

การเปิดกว้างทางด้านการลงทุนระหว่างประเทศมีผลต่อจำนวนสิทธิบัตร อันเนื่องมาจากผู้เข้ามาลงทุนจดสิทธิบัตรเพื่อปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาของตนเอง จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนมีผลเชิงลบต่อศักยภาพทางด้าน

นวัตกรรมของประเทศไทย โดยข้อมูลการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนของต่างประเทศนั้นเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการให้คะแนน ซึ่งคะแนนสูงนั้นหมายถึงการที่ประเทศมีการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนมาก ในทางกลับกันหากคะแนนมีค่าต่ำจะหมายถึงประเทศนั้น ๆ มีการเปิดกว้างทางด้านการลงทุนของต่างประเทศน้อย ผลการวิเคราะห์ที่แสดงค่าออกมาในเชิงลบอันเนื่องมาจากคะแนนของประเทศไทยมีค่าลดลงอย่างมากมีสาเหตุมาจากความไม่มั่นคงทางการเมือง

จากงานวิจัยของ Fagerberg และ Srholec (2008) ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุบทบาทของปัจจัยที่มีประสิทธิภาพซึ่งมีผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจพบว่า บทบาททางด้านการเปิดกว้างมีผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งตัวชี้วัดคือ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศขาเข้าและมูลค่าการนำเข้าสินค้า สอดคล้องกับการศึกษาของ Wu Ma และ Zhuo (2017) พบว่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศนั้นมีส่วนช่วยให้ความสามารถทางด้านการผลิตเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศเกิดใหม่มีเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการจดสิทธิบัตรระหว่างประเทศและการคุ้มครองทางด้านทรัพย์สินทางปัญญามีความสำคัญอย่างมากในการสร้างเสริมขีดความสามารถทางด้านนวัตกรรมของประเทศ

ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนามีผลเชิงลบต่อศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย เนื่องจากอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยนั้นมีการเติบโตไม่คงที่ ส่งผลให้มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับจำนวนสิทธิบัตร เมื่อพิจารณาแนวโน้มโดยรวมแล้วถือได้ว่าประเทศไทยให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นจากอดีต

สรุปผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์งานวิจัยที่ต้องการทราบปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทย ผลของการวิจัยพบว่าศักยภาพทางด้านนวัตกรรมขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย คือ 1) สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีผลในเชิงบวกทั้งยังเป็นปัจจัยภายในที่ประเทศสามารถควบคุมได้ 2) การเปิดกว้างทางด้านการลงทุนระหว่างประเทศ เป็นปัจจัยที่มีผลเชิงลบอันสืบเนื่องจากเสถียรภาพทางการเมืองของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมาแต่ทว่ากำลังมีแนวโน้มที่ดีขึ้นในปัจจุบัน และ 3) ค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ เป็นปัจจัยที่มีผลเชิงลบสะท้อนว่าประเทศไทยกำลังอยู่ระหว่างการพัฒนา และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ปี จำนวนนวัตกรรมเติบโตจากการจดสิทธิบัตร USPTO โดยชาวต่างชาติมีจุดมุ่งหมายเพื่อปกป้องทรัพย์สินทางปัญญา กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ปัจจุบันประเทศไทยยังต้องพึ่งพาเทคโนโลยีและนวัตกรรมจากต่างประเทศ การที่จะพัฒนาเศรษฐกิจให้เติบโตอย่างยั่งยืนและสามารถพึ่งพาตนเองได้นั้น ประเทศไทยมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาขีดความสามารถทางด้านการแข่งขันของประเทศ

ประโยชน์และข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพทางด้านนวัตกรรมของประเทศไทยพบว่า สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ การเปิดกว้างทางด้านการลงทุน และค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศ มีผลต่อจำนวนสิทธิบัตร ล้วนแต่เป็นปัจจัยโครงสร้างพื้นฐานทางด้านนวัตกรรมบ่งบอกถึงประเทศไทยเริ่มมีปัจจัยโครงสร้างพื้นฐานที่ดีอันจะยังผลถึงปัจจัยองค์ประกอบที่เหลือของการพัฒนาศักยภาพทางด้านนวัตกรรมระดับประเทศ สภาพแวดล้อมของกลุ่มธุรกิจเฉพาะสำหรับนวัตกรรม ตัวแปรที่สะท้อนคือค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน และการเชื่อมโยงระหว่างทั้งสองส่วนตัวที่บ่งชี้คือค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยให้มีศักยภาพที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งเมื่อพัฒนาปัจจัยองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน ให้มีประสิทธิภาพแล้วจะส่งผลให้ประเทศมีศักยภาพทางด้านนวัตกรรมที่เข้มแข็งและมีความสามารถทางด้านการแข่งขันที่ดีขึ้น

References

Carvalho, N., Carvalho, L. & Nunes, S. (2015). A methodology to measure innovation in European Union through the national innovation system. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 6(2), 159-180.

Department of Intellectual Property. (2017). Statistics of Granted Patent. Retrieved from https://www.ipthailand .go.th/th/patent012/item/statisticregispatent2018.html? category_id=2093

Fagerberg, F., & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Research Policy, 37*(9), 1417-1435.

Fan, P. (2011). Innovation capacity and economic development: China and India. *Economic Change and Restructuring, 44*(1-2), 49-73.

Franco, C., & Leoncini, R. (2013). Measuring China's innovation capacity: a stochastic frontier exercise. *Economics of Innovation and New Technology*, *22*(2), 199-217.

Furman, J. L., & Hayes, R. (2004). Catching up or standing still? National innovative productivity among 'follower' countries, 1978-1999. *Research Policy, 33*(9), 1329-1354.

Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). Determinants of National Innovation Capacity. *Research Policy, 31*(6), 899-933.

Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature, 28*(4), 1661-1707

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). *Basic Econometrics* (5th ed.). New York, NY: Douglas Reiner.

Hu, M.-C., & Mathews, J. A. (2005). National innovative capacity in East Asia. *Research Policy, 34*(9), 1322-1349.

Hu, M.-C., & Mathews, J. A. (2008). China's national innovative capacity. *Research Policy, 37*(9), 1465-1479.

Huang, C. H., Shin, Y. H &. Wu, C. Y. (2010). Constructing national innovative capacity in globalization: The network autocorrelation perspective. In *Technology Management for Global Economic Growth (PICMET), 2010 Proceeding of PICMET 10* (pp. 1-12). IEEE.

Institute for Management Development. (2017). IMD World Competitiveness Yearbook 2017. Retrieved from http://www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/PDF/256008/IMDReport/IMDWorldCompetitivenessYearbook2017/IMD_World_Competitiveness_Yearbook_2017.pdf

Johnson, A. (1998). *Functions in Innovation System Approaches*. Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology. Sweden.

Ma, Z., Wu, Z., & Zhuo, S. (2015). Enhancing national innovative capacity: The impact of international trade and foreign investment. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings.* 1, 11627-11162.

Ministry of Education. (2017). Thailand's Education Statistics. Retrieved from http://www.onec.go.th/index .php/book/BookGroup/19/1

Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. (2019). History of Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. Retrieved from https://www.mhesi.go.th/home/ index.php/ aboutus/history

Nelson, R. R., (1993). *National Innovation System: A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press.

Office of the National Economics and Social Development Council. (2002). Thailand Ninth National Economic and Social Development Plan. Retrieved from http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid= 3784

Pavitt, K. (1982). R&D, patenting and innovative activities: A statistical exploration. *Research Policy, 11*(1), 33-51.

Pegkas, P., Staikouras, C., & Tasamadias, C. (2019). Does research and development expenditure impact innovation? Evidence from the European Union countries. *Journal of Policy Modeling.* 41(5), 1005-1025.

Porter, M. E., & Stern, S. (1999). *The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index*. Washington, DC.

Porter, M. E., & Stern, S., (2002). National innovative capacity. In Schwab, K., Porter, M. E., & Sachs, J. D. (Eds.), The global competitiveness report 2001-2002, (1st ed., pp. 102-118). New York, NY: Oxford University Press.

Porter, M. E., (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review, 68*(2), 73-93.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, *98*(5), 71-102.

Schumpeter, A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Santana, N. B., Mariano, E. B., Camioto, F. D. C., & Rebelatto, D. A. D. N. (2015). National innovative capacity as determinant in sustainable development: A comparison between the BRICS and G7 countries. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*. 9, 384-405.

The United States Patent and Trademark Office. (2019). USPTO Annual Reports: Performance and Accountability Report (PAR). Retrieved from https://www.uspto. gov/about-us/performance-and-planning/uspto-annual-reports

The World Bank. (2011). Thailand Now an Upper Middle Income Economy. Retrieved from http://www. world bank.org/en/news/press-release /2011/08/02/thailand-now-upper-middle-income-economy.

The World Bank. (2019a). GNI per capita, Atlas method (current US$). Retrieved from https://data.world bank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=XT-TH.

Trajtenberg, M. (1990). A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations. *The RAND Journal of Economics, 21*(1). 172-187.

Villa, L. S. (1990). Invention, inventive learning, and innovation capacity. *Behavioral Science*, *35*(4), 290-310.

Wongsiltuvises, P., & Jaroonpipatkul, N. (2017). Middle Income Trap: to overcome the economic trap. Retrieved from https://www.bot.or.th/Thai/ResearchAndPublications/DocLib_/Article_Nov2017.pdf

Wu, J., Ma, Z., & Zhuo, S. (2017). Enhancing national innovative capacity: The impact of high-tech international trade and inward foreign direct investment. *International Business Review*, *26*(3), 502-514.