

การวิเคราะห์บรรณมิติงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ในฐานข้อมูล Scopus

A Bibliometric Analysis of Seed Technology Research in Scopus Database

พรณิสา วัฒนศิริ

Pornnisa Wattanasiri

คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Faculty of Law, Khon Kaen University

Email: pornnwa@kku.ac.th

Date Received : 22 June 2023 Date Revised : 29 February 2024

Date Accepted : 29 February 2024 Date Published online: 27 March 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ทางบรรณมิติเพื่อแสดงผลผลิตงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ในฐานข้อมูล Scopus ระหว่างปีค.ศ. 2004-2023 (20 ปี) ผลพบว่ามีจำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 323 บทความ จำนวนผลงานวิจัยและการอ้างอิงตลอดระยะเวลา 20 ปี พบว่า มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศอินเดียเป็นผู้นำในด้านการสร้างผลงานวิจัย สร้างเครือข่ายระหว่างประเทศ และสถาบันด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มากที่สุด โดยวารสาร Restoration Ecology มีจำนวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากที่สุด ส่วนผู้แต่ง/นักวิจัย Madsen, M.D. มีค่า H-index และสร้างผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากที่สุด การวิเคราะห์คำที่เกิดขึ้นร่วมกัน (co-occurrence) และแนวโน้มเพื่อระบุวิวัฒนาการ (thematic evolution) ของหัวข้องานวิจัยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Biblioshiny เครื่องมือเสริมใน R studio ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางบรรณมิติ ผลการวิจัยพบว่า หัวข้อการสร้างผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มุ่งเน้นในเรื่อง ความงอก (germination) นิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) เทคโนโลยีการเกษตร (agricultural technology) เมล็ดพืช (plant seed) เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) และข้าวโพด (maize) เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จะช่วยเป็นแนวทางของการศึกษาการวิเคราะห์บรรณมิติทางด้านเกษตรในระดับสากล เพื่อการส่งเสริมและสร้างงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์หรือด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมภาคการเกษตรในอนาคตทั้งในระดับชาติและนานาชาติได้มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : การวิเคราะห์บรรณมิติ เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ แผนภาพข้อมูล ผลผลิตงานวิจัย

Abstract

This research has carried out a bibliometric analysis of research output related to seed technology in the Scopus database between 2004 and 2023 (20 years). The results reveal a total of 323 research articles pertaining to the subject within the last 20 years. The examination of research output and citations exposes a consistent upward trajectory, signifying sustained advancement in this domain. India stands out as the foremost contributor to research productivity, fostering collaborative research efforts, and hosting the highest number of institutions dedicated to seed technology. The journal ‘Restoration Ecology’ had the highest number of articles, followed by author/researcher Madsen, M.D., who had the highest H-index and produced the most relevant research. Co-occurrence and thematic evolution analysis of the research topics were conducted using Biblioshiny, a supplementary tool for R Studio. The findings indicate that the research topics in seed technology are primarily focused on germination, restoration ecology, agricultural technology, plant seeds, biotechnology, and maize. This study serves as a guide for the bibliometric analysis of agricultural dimensions on an international level, promoting and conducting research on seed technology and related areas in the agricultural industry at the national and international levels in the future.

Keywords: Bibliometric analysis, Seed technology, Visualization, Research Output.

บทนำ

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการผลิตพืชทุกชนิด การมีเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดียิ่งส่งผลต่อความมั่นคงของอาหารและโภชนาการระดับโลก พัฒนาชุมชนและรายได้ของเกษตรกร อีกทั้งกลุ่มอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์พืชหรือเกษตรกรทั่วโลกมักเผชิญกับปัญหากระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำอันเกิดจากสภาพแวดล้อม สภาพอากาศ และสภาพดินที่ส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ รวมถึงความอ่อนแอต่อโรคหรือแมลงที่สามารถเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย (Louwaars & Manicad, 2022) ส่งผลให้ลดประสิทธิภาพของการปลูกพืชและสูญเสียมูลค่าการจัดการเมล็ดพันธุ์พืชให้คุ้มค่าหรือมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพันธุ์พืชที่ดี เป็นโอกาสที่สำคัญที่เกษตรกรสามารถใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีสมรรถนะสูงในการเพาะปลูก ช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้ ตรงตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภค (Siri, 2015) ฉะนั้นจากปัญหาดังกล่าว เพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์และเสริมประสิทธิภาพต่อการจัดการเมล็ดพันธุ์พืชให้ดียิ่งขึ้น คือ การนำเทคโนโลยีการเกษตรเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิตหรือปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ โดยความหมายของเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ (seed technology) คือ การใช้เทคโนโลยีในการปรับปรุงพัฒนา การทดสอบ ควบคุม การเก็บรักษา การตรวจสอบคุณภาพและการรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อให้

ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูง รวมถึงการจัดการทางการตลาดเพื่อการส่งออกในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ (Afzal, Javed, Amirkhani & Taylor, 2020; Feistritzer, 1975) ซึ่งต้องอาศัยการศึกษา ทดลอง และวิจัยโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพ จนทำให้เกิดเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่ (modern seed technology หรือ MST) มากยิ่งขึ้น จากเทคโนโลยีทางการเกษตรที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมออย่างต่อเนื่อง อันเกิดจากนักวิชาการหรือนักวิจัยที่ต้องการศึกษาและทดลองวิธีการในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed enhancement) เพื่อการปรับปรุงการเจริญเติบโตของเมล็ด ต้นกล้า และพืช รวมถึงการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Taylor et al., 1998; Taylor, Amirkhani & Hill, 2021) เช่น การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) การไพร้มเมล็ด (seed priming) การเคลือบฟิล์ม (film coating) และการคลุกเมล็ด (seed dressing) ในการป้องกันโรคและแมลงเข้ามาทำลายเมล็ดพันธุ์ หรือกระตุ้นประสิทธิภาพในการงอกสูงขึ้นกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ (Pedrini et al., 2020) นอกจากนี้ มีการคิดค้นเทคโนโลยีสร้างเมล็ดพันธุ์เทียม (synthetic seed) การใช้เทคโนโลยีการเกษตรในการเก็บรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และอื่น ๆ ดังงานวิจัยของ Afzal et al. (2020) พบว่า การเคลือบเมล็ด (seed coating) ช่วยยกระดับคุณภาพการงอกและการเจริญเติบโตของพืช ส่วน Davies, Boyd, Madsen, Kerby & Hulet (2018) ศึกษาการประเมินเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สำหรับการฟื้นฟูไม้พุ่มในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน อีกทั้ง Jeepheth, Atnaseo, Hermhuk & Kangsopa (2022) ใช้วิธีการพอกเมล็ดเพื่อส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม นอกจากนี้ มีงานวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เทียมในการเพาะเลี้ยงการเจริญเติบโตของต้นกานพลูชนิดผสม (Nor Asmah, Nor Hasnida, Nashatul Zaimah, Noraliza & Nadiyah Salmi, 2011) หรือเมล็ดพันธุ์เทียมในทับทิม (Naik & Chand, 2006) ซึ่งการปรับปรุงเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคโนโลยีเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากต่อความมั่นคงทางอาหารของประชากร และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหารของแต่ละประเทศ ดังรายงานของ Kyamanywa et al. (2011) เสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารผ่านการปรับปรุงระบบเมล็ดพันธุ์ของมันสำปะหลัง มันฝรั่ง และมันเทศที่เหมาะสมต่อการทนทานการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือของแอฟริกา เป็นต้น อีกทั้งเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ยังเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจพอเพียง เพิ่มรายได้ และการลดความเหลื่อมล้ำในพื้นที่ชนบทให้กับเกษตรกร (Mendola, 2007)

ในขณะเดียวกัน จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยบรรณมิติด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ในฐานข้อมูล Scopus พบว่ายังมีไม่มากนัก โดยพบงานวิจัยของ Suresh & Thanuskodi (2021) ศึกษาแนวโน้มการวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ในฐานข้อมูล Web of Science และ บทความปริทัศน์การยกระดับเมล็ดพันธุ์ทั่วโลกจากฐานข้อมูล Scopus และ Web of science (Brown et al., 2021) เป็นต้น นอกจากนี้ มีการศึกษาบรรณมิติในพืช ผัก ผลไม้ หรือเมล็ดพันธุ์พืชต่าง ๆ เช่น ศึกษาการวิจัยบรรณมิติเกี่ยวกับการฟื้นฟูป่าโดยการเพาะเมล็ดจากแหล่งที่มาของพืชในป่าทั่วโลกจากฐานข้อมูล Web of Science, Scopus และ Google Scholar (de Souza, 2022) วิเคราะห์บรรณมิติงานวิจัยของถั่วอกในฐานข้อมูล Web of Science

(Zheng & Liu, 2022) วิเคราะห์บรรณมิติงานวิจัยในลักษณะของเมล็ดในช่วงปีค.ศ. 1991-2020 จากฐานข้อมูล Web of Science ด้วยโปรแกรม Bibliometrix R-package (Liu, Zhao, Lu & Zhang, 2022) อีกทั้ง การวิจัยบรรณมิติที่อยู่ในฐานข้อมูลระดับชาติอย่างศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index Centre: TCI) โดยในฐานข้อมูล TCI นั้นพบว่า มีงานวิจัยที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับการวิเคราะห์บรรณมิติทางด้านการเกษตรเพียงเล็กน้อย เช่น การวิเคราะห์บรรณมิติงานวิจัยในกาพิเศษโดยเปรียบเทียบงานวิจัยจากฐานข้อมูล Web of Science และ Scopus (Ta-Kham, Saninjak & Jitjaroen, 2021) การวิเคราะห์บรรณมิติเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืนในประเทศไทยจากการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบด้วยเอกสารแบบแผ่นลงรหัส (coding sheet) (Chumkad, Hiranphaet, Sooksai & Sujarit, 2022) เป็นต้น

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้เป็นการสนับสนุนส่งเสริมให้เห็นบริบทของการศึกษาการวิเคราะห์บรรณมิติทางด้านเกษตรในงานวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ระดับสากล ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ศึกษาด้วยโปรแกรม Biblioshiny เป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยวิเคราะห์แนวโน้มของงานวิจัยในหัวข้อหนึ่ง ๆ รวมถึงการติดอันดับของวารสาร สถาบัน ประเทศ นักวิจัย เครือข่ายความร่วมมือ รวมถึงการแสดงผลด้วยแผนภาพ (visualization) ที่เป็นที่ยอมรับในหัวข้อที่ศึกษาได้ (Aria & Cuccurullo, 2017) นอกจากนี้ สามารถสร้างเครือข่ายความรู้งานวิจัยระหว่างสถาบันและนักวิจัยผ่านผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในฐานข้อมูลที่รวบรวมข้อมูลบรรณานุกรมขนาดใหญ่ในระดับสากล

วัตถุประสงค์การวิจัย

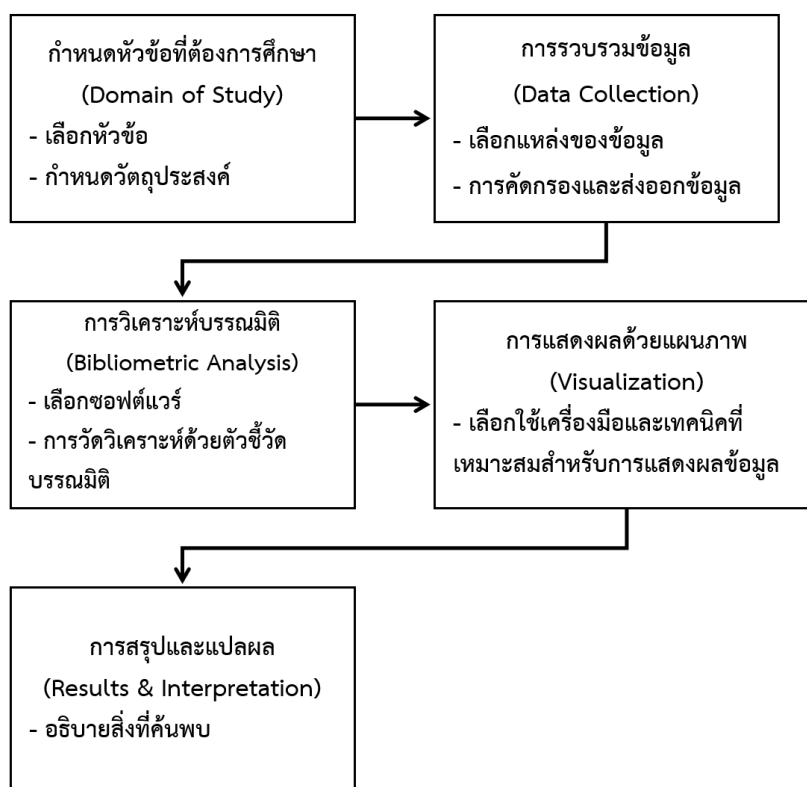
เพื่อวิเคราะห์ผลผลิตงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์จากฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปีค.ศ. 2004-2023 (20 ปี) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์บรรณมิติ

วิธีการศึกษา

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ในการศึกษาครั้งนี้หัวข้อที่ผู้วิจัยศึกษา คือ ผลงานตีพิมพ์ประเภทบทความวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์จากฐานข้อมูล Scopus ในการรวบรวมข้อมูลเนื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ในการรวบรวมบทความและการอ้างอิงที่ใหญ่ที่สุดของวรรณกรรมสิ่งพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์และเป็นหนึ่งในแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ครอบคลุมครบถ้วนที่สุดในหลากหลายสาขาวิชา (Chander, Dhar & Bhatt, 2022; Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey & Lim, 2021) โดยกำหนดคำค้น TITLE-ABS-KEY (“seed technology” OR “modern seed technology” OR “seed enhancement”) ซึ่งผู้วิจัยใช้หลักการค้นคำจากบทความปริทัศน์ของ Brown et al. (2021) ซึ่งได้วิเคราะห์บททวนวรรณกรรมด้านการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระดับโลกซึ่งมีความสอดคล้องและใกล้เคียงจากวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จากนั้นสกัดข้อมูลกำหนดเลือกช่วงระยะเวลาในระหว่างปีค.ศ. 2004-2023 เพื่อให้เห็นทิศทางและแนวโน้มของงานวิจัยตลอดระยะเวลา 20 ปี ในกระบวนการนี้ผลการค้นบทความวิจัยในฐานข้อมูล Scopus พบว่า บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยยังไม่ผ่านการคัดกรองข้อมูลมีทั้งหมด 691 บทความ จากนั้นผู้วิจัยทำการ

เลือกและคัดกรองข้อมูล (filters) โดยกำหนดเลือกศึกษาเฉพาะบทความวิจัย (articles) และบทความที่เป็นเฉพาะภาษาอังกฤษ (english language) เท่านั้น ทำให้เหลือบทความที่เกี่ยวข้องในการนำไปวิเคราะห์ทั้งหมด 323 บทความ จากนั้นส่งออกข้อมูล (export data) จากฐานข้อมูล Scopus เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม ค.ศ. 2023 บันทึกเป็นไฟล์นามสกุล .csv ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล (data processing) ต่อไป โดยก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยทำการตรวจสอบไฟล์และทำความสะอาดข้อมูลในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลซ้ำซ้อน หรือไม่ปรากฏข้อมูลอีกครั้ง

จากนั้นผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม R Studio เวอร์ชัน 4.2.2 ผ่านโปรแกรมเสริม Biblioshiny ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ติดตั้งอยู่ใน Bibliometrix-R package (Aria & Cuccurullo, 2017) เพื่อวิเคราะห์บรรณมิติขั้นสูงในการแสดงข้อมูลและแผนภาพ โดยการวิเคราะห์บรรณมิติในครั้งนี้ใช้ตัวชี้วัดทางบรรณมิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เอกสารวิจัย การวิเคราะห์จำนวนผลงานวิจัยและการอ้างอิงต่อปี ผู้แต่งหรือนักวิจัย ประเทศ สถาบัน วารสาร คำที่เกิดขึ้นร่วมกัน (co-occurrences) และแนวโน้มวิวัฒนาการของหัวข้องานวิจัย (thematic evolution) สุดท้ายนำผลที่ได้อธิบายสิ่งที่ค้นพบเพื่อสรุปและวิเคราะห์ผลของงานวิจัยในครั้งนี้ โดยผู้วิจัยแสดงขั้นตอนการศึกษาวิจัยที่ประยุกต์การศึกษาจาก Jabeen, Yun, Rafiq, & Jabeen (2015) ได้ดังภาพที่ 1

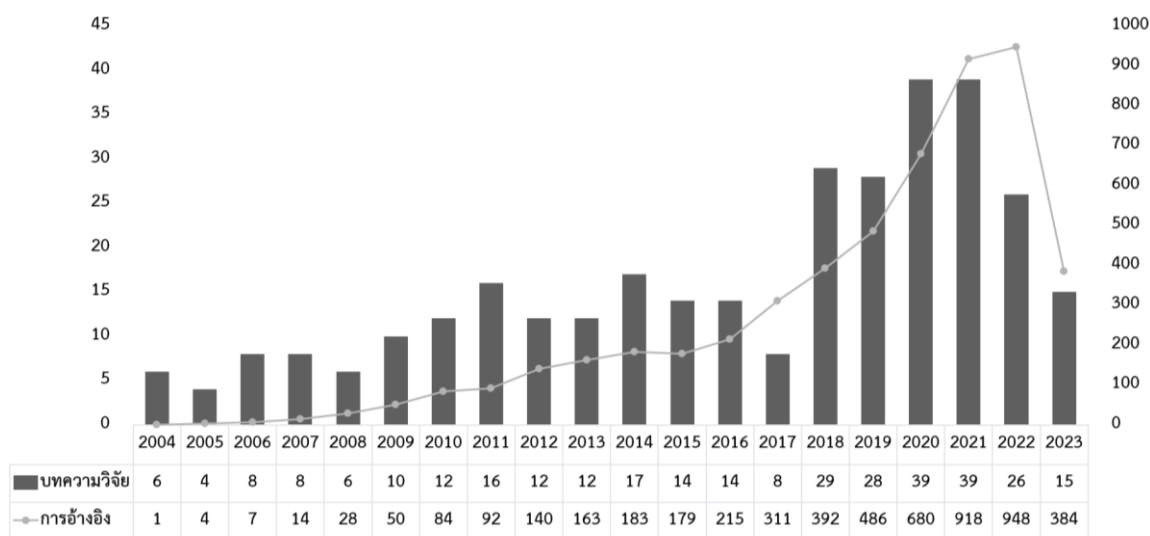


ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางบรรณมิติ

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์จำนวนบทความวิจัยและจำนวนการอ้างอิงบทความ

จากการศึกษาพบว่า จำนวนบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องมีทั้งหมด 323 บทความ ช่วงปีที่มีการตีพิมพ์บทความมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ปีค.ศ. 2020-2021 (39 บทความ) ปีค.ศ. 2022 (26 บทความ) ปีค.ศ. 2014 (17 บทความ) ปีค.ศ. 2011 (16 บทความ) และปีค.ศ. 2023 (15 บทความ) ตามลำดับ ซึ่งภาพรวมตลอดระยะเวลา 20 ปี ค่าเฉลี่ยการเติบโตของบทความวิจัยเท่ากับ 4.94% ส่วนจำนวนการอ้างอิงผลรวมเท่ากับ 5,279 ครั้ง ซึ่งพบว่า ปีที่มีจำนวนการอ้างอิงสูงที่สุดอยู่ในช่วง 6 ปีหลังมีจำนวนการอ้างอิงมากกว่า 300 ครั้งขึ้นไป ซึ่งมากกว่าจำนวนการอ้างอิงในช่วงระหว่างปีค.ศ. 2004-2011 ผลพบว่า มีจำนวนการอ้างอิงต่ำกว่า 100 ครั้ง แต่ระหว่างปีค.ศ. 2018-2023 พบว่า ปีที่มีจำนวนการอ้างอิงสูงที่สุด คือ ปีค.ศ. 2022 มีมากถึง 948 ครั้ง ตามด้วย ปีค.ศ. 2021 มีจำนวน 918 ครั้ง แสดงให้เห็นถึงความเข้มแข็งของคุณภาพของงานวิจัยที่นักวิจัยส่วนใหญ่อ้างอิงบทความวิจัยในช่วงปีล่าสุดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อเทียบจำนวนผลงานตีพิมพ์ในตลอดช่วง 20 ปี พบว่าแนวโน้มผลงานวิจัยและจำนวนการอ้างอิงมีเพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แนวโน้มจำนวนบทความวิจัยและจำนวนผลรวมการอ้างอิงด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์
ปีค.ศ. 2004-2023

2. การวิเคราะห์แหล่งตีพิมพ์

ข้อมูลแหล่งตีพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการเผยแพร่ผลงานวิจัยในด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โดยให้ความสำคัญกับการจัดอันดับวารสาร หรือ Quartile (Q), ค่า H-index และจำนวนการอ้างอิงสูงสุด ผลการศึกษาพบว่า วารสารที่ได้รับการจัดอันดับสูงสุด คือ Restoration Ecology มีค่า H-index เท่ากับ 7

และมีจำนวนการอ้างอิงสูงสุด 158 ครั้ง นอกจากนี้ยังมีวารสารที่ได้รับการจัดอันดับสูงอื่น ๆ เช่น Journal of Seed Science, Frontiers in Plant Science และ Rangeland Ecology and Management โดยเป็นวารสารในระดับ Q1 เป็นส่วนใหญ่ และวารสารบางส่วนอยู่ใน Q2 นอกจากนี้พบว่า มีบางวารสารที่ไม่ได้รับการจัดอันดับเนื่องจากวารสารยุติการดำเนินงานของวารสารหรือไม่ได้รับการรวมอยู่ในฐานข้อมูล Scopus เช่น Research Journal of Seed Science อยู่ในฐานข้อมูล Scopus ครอบคลุมถึงปีค.ศ. 2016 และ African Journal of Agricultural Research อยู่ในฐานข้อมูล Scopus ครอบคลุมถึงปีค.ศ. 2011 โดยวารสารส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดอันดับสูงสุดจะเป็นวารสารใน Q1 และ Q2 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แหล่งตีพิมพ์ที่มีผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มากที่สุด 10 อันดับแรก

อันดับ	แหล่งตีพิมพ์	Quartile ¹	H-index ²	TC ³	NP ⁴	PY_Start ⁵
1	Restoration Ecology	Q1	7	158	13	2016
2	Journal of Seed Science	Q2	6	63	7	2013
3	Research Journal of Seed Science	-	6	81	8	2012
4	Frontiers in Plant Science	Q1	5	126	5	2018
5	Rangeland Ecology and Management	Q1	5	127	8	2014
6	Acta Physiologiae Plantarum	Q2	4	125	5	2009
7	Industrial Crops and Products	Q1	4	98	5	2011
8	Scientia Horticulturae	Q1	4	202	4	2006
9	Acta Agriculturae Scandinavica - Section B Soil and Plant Science	Q2	3	22	3	2008
10	African Journal of Agricultural Research	-	3	23	3	2010

¹Journal quartile score (Q) หรือ Quartile ในการจัดอันดับวารสารวิชาการ อ้างอิงข้อมูลล่าสุดจาก Scimago Journal & Country Rank (SJR) ปีค.ศ. 2022; ²ค่า H-index = Highly-cited index; ³Total number of citations = จำนวนผลรวมการอ้างอิง; ⁴Net production = ผลผลิตงานวิจัย; ⁵Publication year start = ปีที่เริ่มตีพิมพ์

3. การวิเคราะห์ผู้แต่ง/นักวิจัย

ผู้แต่ง/นักวิจัยที่มีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ที่มีค่า H-index จำนวนผลผลิตของงานวิจัย และจำนวนการอ้างอิงผลงานมากที่สุดคือ Madsen, M.D. โดยมีค่า H-index เท่ากับ 8 และมีผลรวมการอ้างอิงมากที่สุดเท่ากับ 185 ตามด้วย Davies, K.W. ที่มีค่า H-index เท่ากับ 7 และ Afzal, I. และ

Erickson, T.E. ที่มีค่า H-index เท่ากับ 5 โดยผู้แต่ง/นักวิจัยอื่น ๆ ในอันดับที่ 5-10 มีค่า H-index เท่ากับ 4 และ 3 ตามลำดับ จากค่า H-index ของผู้แต่ง/นักวิจัยในทั้ง 10 อันดับพบว่า ค่า H-index ใกล้เคียงกันและการถูกอ้างอิงของผู้แต่งหรือนักวิจัยไม่แตกต่างกัน โดยค่า H-index มีช่วงระหว่าง 3-8 ในส่วนของค่า H-index เป็นตัวชี้วัดผลกระทบและความสำเร็จของผู้วิจัยในการวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เป็นไปตามจำนวนงานวิจัยที่มีอยู่ในรายการของผู้แต่ง/นักวิจัย โดยตัวเลข H-index ที่สูงแสดงถึงผู้แต่ง/นักวิจัย ที่มีผลงานที่มีความสำคัญและได้รับการยอมรับจากวงการวิจัยมากที่สุด รวมถึงผลงานวิจัยของผู้แต่ง/นักวิจัย 10 อันดับแรกส่วนใหญ่เริ่มมีผลงานตีพิมพ์ในช่วงระหว่างปีค.ศ. 2011-2019 มากที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผู้แต่ง/นักวิจัยที่สร้างผลงานวิจัยสูงสุดด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ 10 อันดับแรก

อันดับ	ผู้แต่ง/นักวิจัย	H-index ¹	TC ²	NP ³	PY_Start ⁴
1	Madsen, M.D.	8	185	11	2014
2	Davies, K.W.	7	147	8	2014
3	Afzal, I.	5	162	7	2011
4	Erickson, T.E.	5	69	8	2019
5	Bakhtavar, M.A.	4	76	4	2015
6	Ritchie, A.L.	4	35	6	2019
7	Ahmad, N.	3	61	4	2012
8	Anis, M.	3	61	4	2012
9	Boyd, C.S.	3	58	4	2018
10	Brookes, G.	3	47	5	2018

¹ค่า H-index = Highly-cited index; ²Total number of citations = จำนวนผลรวมการอ้างอิง; ³Net production = จำนวนผลผลิตงานวิจัย;

⁴Publication year start= ปีที่เริ่มตีพิมพ์

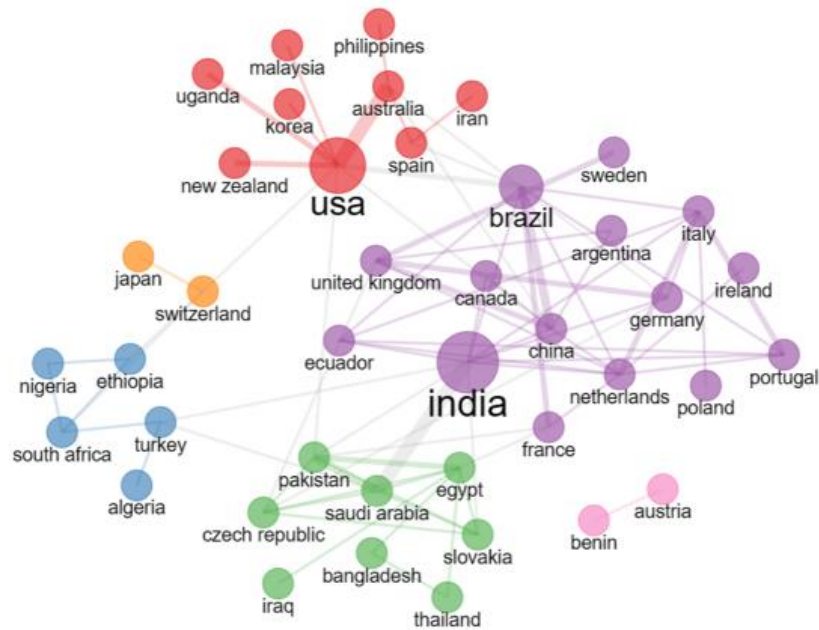
4. การวิเคราะห์ประเทศ

ประเทศที่มีการสร้างจำนวนผลงานวิจัยที่มากที่สุดพบว่า ประเทศอินเดีย มีจำนวน 57 บทความ ตามด้วยประเทศสหรัฐอเมริกา 50 บทความ บราซิล 38 บทความ ออสเตรเลีย 23 บทความ จีน และปากีสถาน 17 บทความ อียิปต์ อิหร่าน และสหราชอาณาจักร มีจำนวน 13 บทความเท่ากัน และตามด้วยแอฟริกาใต้ 11 บทความ โดยประเทศอินเดียเป็นประเทศผู้นำในการสร้างผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มากที่สุด นอกจากนี้ ทวีปเอเชียส่วนใหญ่มีประสิทธิผลในสร้างผลงานวิจัยด้านนี้เป็นอย่างมาก นอกจากประเทศอินเดียแล้ว ยังพบประเทศอื่น ๆ ในทวีปเอเชีย อย่างเช่น ในประเทศจีน ปากีสถาน อียิปต์ และอิหร่าน ซึ่งประเทศในภูมิภาคเอเชียมีบทบาทในการสร้างผลงานตีพิมพ์ด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เพิ่มมากขึ้น เทียบเท่ากับประเทศภูมิภาคขนาดใหญ่อย่าง สหรัฐอเมริกา บราซิล ออสเตรเลีย หรือสหราชอาณาจักรได้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สำคัญที่เข้ามาพัฒนา

และปรับปรุงในการสร้างผลงานวิจัยด้านนี้ให้มีความเข้มแข็งมากขึ้น (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ ภาพที่ 3 ความเชื่อมโยงความร่วมมือเครือข่ายงานวิจัยในระดับประเทศ แสดงให้เห็นถึงกลุ่มความเชื่อมโยงที่สำคัญทั้งหมด 5 กลุ่ม โดยแยกตามสีต่าง ๆ เพื่อให้เห็นกลุ่มความสัมพันธ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ประเทศในกลุ่มสีแดง ได้แก่ สหรัฐอเมริกา มีเครือข่ายความร่วมมือในการสร้างผลงานวิจัยร่วมกันกับประเทศนิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย มาเลเซีย เกาหลี อิหร่าน ฟิลิปปินส์ ยูกันดา และสเปน ส่วนกลุ่มประเทศสีเขียว ได้แก่ ประเทศปากีสถาน ซาอุดีอาระเบีย สาธารณรัฐเช็ก บังกลาเทศ อิรัก อียิปต์ สโลวาเกีย และไทย มีเครือข่ายความร่วมมือที่เชื่อมโยงกัน ส่วนกลุ่มสีม่วงมีเครือข่ายการวิจัย ได้แก่ สวีเดน สหราชอาณาจักร บราซิล อิตาลี แคนาดา จีน เอกวาดอร์ อินเดีย อาร์เจนตินา เยอรมนี เนเธอร์แลนด์ ไอร์แลนด์ โปรตุเกส โปแลนด์ และฝรั่งเศส กลุ่มสีฟ้า ได้แก่ ไนจีเรีย เอธิโอเปีย ตุรกี แอฟริกาใต้ และแอลจีเรีย กลุ่มสีส้ม ได้แก่ ญี่ปุ่น และสวิตเซอร์แลนด์ และสุดท้าย กลุ่มสีชมพู ได้แก่ ออสเตรีย และเบลนิน (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 ประเทศที่มีความร่วมมือในการสร้างผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมลิตพันธุ์มากที่สุด 10 อันดับแรก

อันดับ	ประเทศ	จำนวนบทความ	จำนวนการอ้างอิง
1	อินเดีย	57	687
2	สหรัฐอเมริกา	50	677
3	บราซิล	38	195
4	ออสเตรเลีย	23	449
5	จีน	17	260
6	ปากีสถาน	17	311
7	อียิปต์	13	61
8	อิหร่าน	13	112
9	สหราชอาณาจักร	13	71
10	แอฟริกาใต้	11	107



ภาพที่ 3 กลุ่มเครือข่ายความร่วมมือที่สร้างผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ระดับประเทศ

5. การวิเคราะห์ระดับสถาบัน

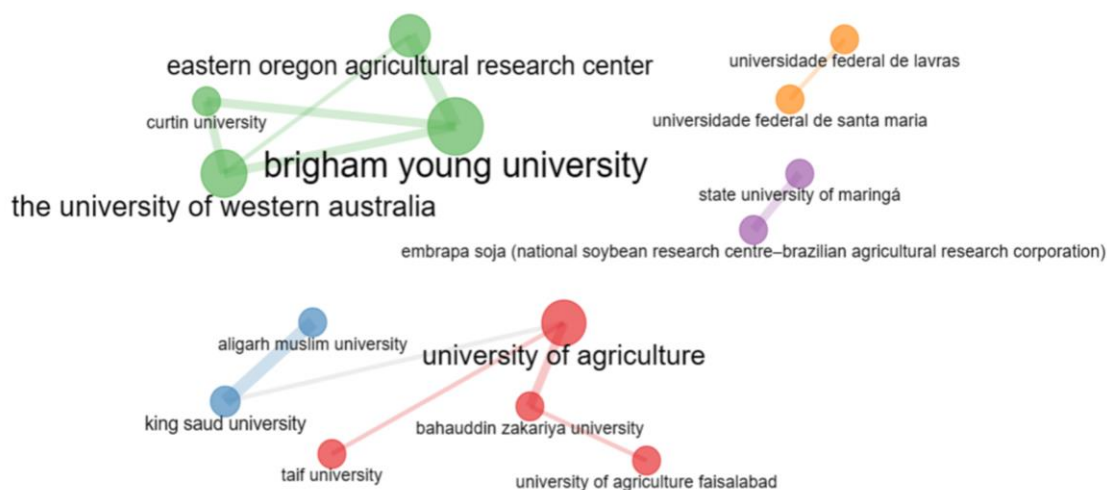
การวิเคราะห์ระดับสถาบัน 5 อันดับแรก พบว่า มหาวิทยาลัย University of Agriculture Faisalabad มีจำนวนบทความสูงที่สุดถึง 41 บทความ ตามด้วย Brigham Young University ที่มี 39 บทความ ส่วน The University of Western Australia มี 22 บทความ Eastern Oregon Agricultural Research Center มี 20 บทความ และ Silkworm Seed Technology Laboratory มี 19 บทความ ในขณะที่ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro มีจำนวนบทความ 15 บทความ ตามด้วย Aligarh Muslim University และ Curtin University ที่มี 13 บทความเท่ากัน และ University of Incheon, University Malaysia Sabah และ University of Nevada ที่มีจำนวน 3 บทความเท่ากัน ส่วน Federal University of Agriculture และ Abeokuta และ King Saud University มีจำนวน 12 บทความ โดย University of Agriculture Faisalabad จากประเทศปากีสถานมีความเข้มแข็งด้านการวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มากที่สุด ซึ่งจากการจัดอันดับสถาบัน 10 อันดับแรกที่มีการสร้างผลงานวิจัยสูงที่สุดด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ในตารางที่ 4 มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยหลายภูมิภาคทั้งในทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และทวีปอเมริกา

ในส่วนของการร่วมมือของกลุ่มเครือข่ายงานวิจัยในระดับสถาบัน (ภาพที่ 4) พบว่า มีกลุ่มที่เครือข่ายงานวิจัยที่สัมพันธ์กันทั้งหมด 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสีแดงมีเครือข่ายความร่วมมืองานวิจัยกับกลุ่มสีฟ้า คือ University of Agriculture, University of Agriculture, Faisalabad ร่วมกับสถาบัน King Saud University และ Aligarh Muslim University ส่วนกลุ่มสีเขียว สถาบันมีเครือข่ายความร่วมมืองานวิจัยร่วมกันระหว่าง Brigham Young University กับ Eastern Oregon Agricultural Research Center, The University of

Western Australia และ Curtin University ส่วนกลุ่มเครือข่ายความร่วมมือกันระหว่างสถาบัน 2 สถาบันจากประเทศบราซิลทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มสี่สีส้มและสีม่วง ซึ่งได้แก่ สถาบัน Universidade Federal de Lavras และ Universidade Federal de Santa Maria รวมถึง State University of Maringá และ Embrapa Soja (National Soybean Research Centre-Brazilian Agricultural Research Corporation)

ตารางที่ 4 สถาบันที่มีการสร้างผลงานวิจัยสูงที่สุดด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ 10 อันดับแรก

อันดับ	สถาบัน	ประเทศ	จำนวนบทความ
1	University of Agriculture, Faisalabad	ปากีสถาน	41
2	Brigham Young University	สหรัฐอเมริกา	39
3	The University of Western Australia	ออสเตรเลีย	22
4	Eastern Oregon Agricultural Research Center	สหรัฐอเมริกา	20
5	Silkworm Seed Technology Laboratory	อินเดีย	19
6	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	เม็กซิโก	15
7	Aligarh Muslim University	อินเดีย	13
8	Curtin University	ออสเตรเลีย	13
9	Federal University of Agriculture, Abeokuta	ไนจีเรีย	12
10	King Saud University	ซาอุดีอาระเบีย	12



ภาพที่ 4 กลุ่มเครือข่ายความร่วมมือในการสร้างผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ร่วมกันระดับสถาบัน

6. การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ที่ถูกอ้างอิง

บทความวิจัยที่ถูกอ้างอิงมากที่สุดในด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โดยใช้เกณฑ์ของจำนวนการอ้างอิงจากฐานข้อมูล Scopus (citation counts) เพื่อให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นของบทความวิจัยเหล่านี้ ผลการวิเคราะห์บทความวิจัย 10 อันดับแรก พบว่า บทความที่ถูกอ้างอิงมากที่สุดอันดับที่ 1 คือ 259 ครั้ง และค่าผลกระทบ Field-Weighted Citation Impact (FWCI) พบว่า บทความอันดับที่ 9 มีค่ามากถึง 26.85 (ตารางที่ 5) โดยบทความวิจัยอันดับแรก งานวิจัยของ Mendola (2007) ศึกษากลยุทธ์เพื่อประเมินการใช้เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่ในการบรรเทาความยากจนของคนชนบทในประเทศบังกลาเทศ การวิเคราะห์พบว่า การนำเทคโนโลยีการเกษตรมาใช้มีผลกระทบในเชิงบวกต่อความเป็นอยู่ของครัวเรือนเกษตรกร ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของบทบาทของเทคโนโลยีการเกษตรในการมีส่วนร่วมบรรเทาความยากจนได้โดยตรง ตามด้วยบทความวิจัยอันดับ 2 งานวิจัยของ Mariano, Villano & Fleming (2012) การนำเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการรับรองร่วมกับการจัดการศัตรูพืชเข้าด้วยกันในการผลิตข้าว เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพทางการเกษตรของเกษตรกรช่วยส่งเสริม สร้างความสามารถ และพฤติกรรมที่มุ่งหวังกำไรของเกษตรกรในประเทศฟิลิปปินส์ได้ รวมถึงบทความวิจัยอันดับ 3 งานวิจัยของ Varier, Vari & Dadlani (2010) ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางเซลล์ย่อยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการไพร้มเมล็ดเพื่อยกระดับคุณภาพของเมล็ด กล่าวถึงบทบาทของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการลดความชื้นที่สะสมขึ้นระหว่างการไพร้มเมล็ดรวมถึงกระบวนการทางเมตาบอลิซึมที่มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการไพร้ม ต่อมาอันดับที่ 4 งานวิจัยของ Matuschke & Qaim (2009) ผลของสื่อสังคมออนไลน์ต่อการนำเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่ไปใช้ในเกษตรกรขนาดเล็กโดยเน้นเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์ผสมและข้าวฟ่างสายพันธุ์ผสมที่ใช้ในประเทศอินเดีย และบทความอันดับที่ 5 งานวิจัยของ Mendola (2008) ศึกษาการย้ายถิ่นฐานและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในครัวเรือนในชนบท ซึ่งการย้ายถิ่นฐานของคนในชนบทส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการผลิตในภาคครัวเรือนทางเกษตร ซึ่ง Mendola (2008) ได้นำเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่มาเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาบทบาทของการย้ายถิ่นฐานของคนชนบทในบังกลาเทศด้วย

สำหรับผลการวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ที่มีการอ้างอิงมากที่สุดในบทความอันดับที่ 6-10 พบว่า งานวิจัยของ Šera, Straňák, Serý, Tichý & Spatenka (2008) ศึกษาการงอกของเมล็ด *Chenopodium Album* ต่อการตอบสนองต่อรังสีพลาสมาในคลื่นความถี่ไมโครเวฟเพื่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ตามด้วย Naik & Chand (2006) ประสิทธิภาพสำเร็จในการใช้เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เทียม (synthetic seed) ในทับทิมจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดพันธุ์เทียมในห้องปฏิบัติการ ตามด้วย Zahoranová et al. (2018) นำเสนอผลของพลาสมาต่อความดันอากาศเย็นต่ำต่อเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เทคนิคที่สำคัญในการประยุกต์ใช้เพื่อเสริมสร้างพื้นผิวเมล็ดไม่ต้องใช้สารเคมีที่อันตรายต่อการยกระดับความงอกของเมล็ดข้าวโพด และงานวิจัยโดย Divakaran, Babu & Peter (2006) ศึกษาวิจัยในประเทศอินเดียโดยการใช้เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เทียมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในชนิดสายพันธุ์ของวานิลลา รวมถึงการศึกษาวิจัยของ Lata, Chandra, Khan & Elsohly (2009) คัดกรองเนื้อสารที่มีปริมาณสูงในกัญชา (*Cannabis sativa*) โดยใช้เทคโนโลยีเมล็ดเทียมสำหรับการ

ขยายพันธุ์พืชผักชนิดสายพันธุ์ MX-1 อีกทั้ง จากผลงานวิจัยใน 10 อันดับนี้พบว่า พื้นที่การศึกษาวิจัยส่วนใหญ่จากประเทศอินเดีย ตามด้วยบังคลาเทศ ฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐเช็ก สโลวาเกีย และสหรัฐอเมริกา (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 บทความวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ที่ถูกอ้างอิงมากที่สุด 10 อันดับแรก

อันดับ	ผู้แต่ง/ นักวิจัย	ชื่อเรื่อง	ปีที่ ตีพิมพ์	การเผยแพร่ใน วารสาร	FWCI ¹	TC ²	พื้นที่ศึกษา
1	Mendola, M.	Agricultural technology adoption and poverty reduction: A propensity-score matching analysis for rural Bangladesh	2007	Food Policy 32(3), 372-393	1.52	259	บังคลาเทศ
2	Mariano, M.J. et al.	Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines	2012	Agricultural Systems, 110, 41-53	3.63	209	ฟิลิปปินส์
3	Varier, A. et al.	The subcellular basis of seed priming	2010	Current Science 99(4), 450-456	0.72	195	อินเดีย
4	Matuschke, I., & Qaim, M.	The impact of social networks on hybrid seed adoption in India	2009	Agricultural Economics 40(5), 493-505	2.23	125	อินเดีย
5	Mendola, M.	Migration and technological change in rural households: Complements or substitutes?	2008	Journal of Development Economics 85(1-2), 150-175	1.70	124	บังคลาเทศ
6	Šera, B. et al.	Germination of <i>Chenopodium album</i> in response to microwave plasma treatment	2008	Information Processing and Management 48(4), 680-697	1.17	110	สาธารณรัฐเช็ก
7	Naik, S.K., & Chand, P.K.	Nutrient-alginate encapsulation of in vitro nodal segments of pomegranate (<i>Punica granatum</i>)	2006	Scientia Horticulturae	2.51	89	อินเดีย

		L.) for germplasm distribution and exchange		108(3), 247-252			
8	Zahoranová, A. et al.	Effect of cold atmospheric pressure plasma on maize seeds: enhancement of seedlings growth and surface microorganisms inactivation	2018	Plasma Chemistry and Plasma Processing	5.24	88	สโลวาเกีย
9	Divakaran, M. et al.	Conservation of Vanilla species, in vitro	2006	Scientia Horticulturae	26.85	87	อินเดีย
10	Lata, H. et al.	Propagation through alginate encapsulation of axillary buds of <i>Cannabis sativa</i> L. - An important medicinal plant	2009	Physiology and Molecular Biology of Plants	2.03	86	สหรัฐอเมริก

¹ Field-Weighted Citation Impact: FWCI = หน่วยวัดความเข้มแข็งของบทความวิจัยในฐานข้อมูล Scopus ซึ่งค่าที่มากกว่า 1.00 หมายความว่าเอกสารนั้นได้รับการอ้างอิงมากกว่าที่คาดหมายตามค่าเฉลี่ยของเอกสารที่คล้ายกัน; Total citation (TC) = ผลรวมการอ้างอิง

7. การวิเคราะห์คำที่เกิดขึ้นร่วมกัน (co-occurrences analysis) และกลุ่มคำ (word cloud)

จากวิเคราะห์คำที่เกิดขึ้นร่วมกันเพื่อศึกษาคำสำคัญที่เกิดขึ้นร่วมกัน พบว่า คำที่เกิดขึ้นร่วมกันมากที่สุด 20 อันดับแรก ได้แก่ ความงอก (germination) เมล็ด (seed) การฟื้นฟูระบบนิเวศ (restoration ecology) การปลูกพืชด้วยเมล็ด (seeding) ข้าวโพด (*Zea mays*) หญ้า (grass) สารกำจัดวัชพืช (herbicide) การเพาะปลูก (cultivation) วงศ์หญ้า (*Poaceae*) เมล็ดพันธุ์ (seeds) ส่วนคำที่ติดอันดับที่ 11-20 ได้แก่ สรีรวิทยา (physiology) ต้นกล้า (seedling) สหรัฐอเมริกา (united states) เกษตรกรรม (agriculture) เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) พันธุศาสตร์ (genetics) เมล็ดพืช (plant seed) การจัดการเมล็ด (seed treatment) พืชดัดแปรพันธุกรรม (transgenic plant) และ ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) (ตารางที่ 6) จากนั้นเมื่อสร้างกลุ่มคำ โดยใช้คำที่เกิดขึ้นร่วมกันมากที่สุด 20 อันดับแรก เพื่อแสดงความสำคัญของคำดังกล่าว จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่า คำที่มีความถี่ในการใช้คำที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อยมากที่สุดจะมีขนาดกลุ่มคำใหญ่กว่าขนาดคำที่มีขนาดเล็ก ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมในการแสดงผลในรูปแบบของกลุ่มคำที่มีความถี่ในการใช้คำที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อยที่สุด แสดงให้เห็นประเด็นงานวิจัยที่มีความสำคัญที่ได้รับการสนใจในการวิจัยด้านนี้ สร้างความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคำในเนื้อหาของบทความหรืองานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ จากเทคนิคการวิเคราะห์คำที่เกิดขึ้นร่วมกันซึ่งเป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างรายงาน การแสดงข้อมูล และการสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ (Atenstaedt, 2012; McNaught & Lam, 2010)

ตารางที่ 6 คำที่เกิดขึ้นร่วมกันของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สูงสุด 20 อันดับแรก

อันดับ	คำสำคัญ	Occurrences*	อันดับ	คำสำคัญ	Occurrences*
1	germination	44	11	physiology	11
2	seed	41	12	seedling	11
3	restoration ecology	19	13	united states	11
4	seeding	15	14	agriculture	10
5	zea mays	15	15	biotechnology	10
6	grass	13	16	genetics	10
7	herbicide	13	17	plant seed	10
8	cultivation	12	18	seed treatment	9
9	poaceae	12	19	transgenic plant	9
10	seeds	12	20	activated carbon	8

* Occurrences = จำนวนความถี่ของคำที่เกิดขึ้นร่วมกัน



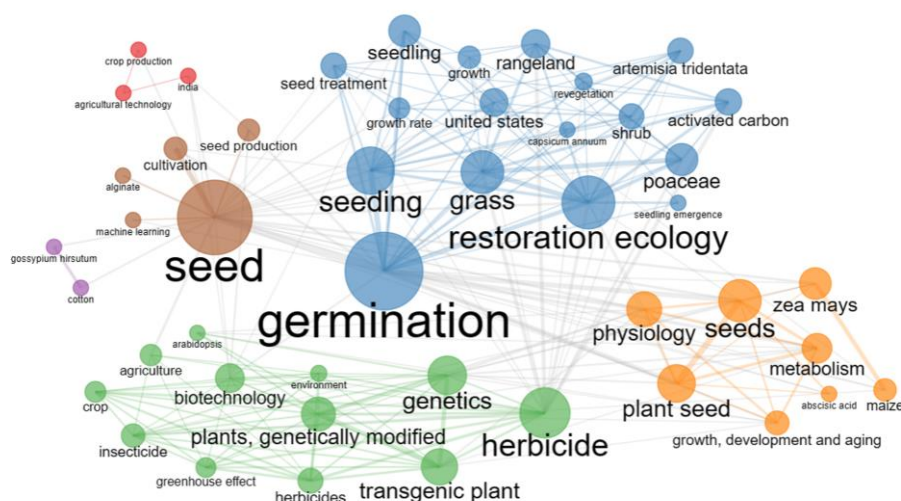
ภาพที่ 5 กลุ่มคำที่ใช้บ่อยของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มากที่สุด 20 อันดับแรก

8. การวิเคราะห์เครือข่ายคำที่เกิดขึ้นร่วมกัน (co-occurrence network)

คำที่เกิดขึ้นร่วมกันจากการแสดงผลรูปแบบคำสำคัญแบบ keywords plus เพื่อประเมินเครือข่ายคำที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อย พบว่า มีกลุ่มคำที่เกิดเป็นกลุ่มคลัสเตอร์ทั้งหมด 5 กลุ่ม แสดงให้เห็นถึงผลงานงานวิจัยที่ปรากฏกลุ่มคำในตลอดระยะเวลา 20 ปี (ปีค.ศ. 2004-2023) นั้น แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในแต่ละกลุ่ม ซึ่งขนาดของวงกลมและเส้นโยงสื่อถึงความหนาแน่นในการใช้คำที่เกิดร่วมกันบ่อย และบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำสำคัญและการใช้คำร่วมกันที่ไม่เกี่ยวข้องกันมากกว่าคำสำคัญอื่น จึงจัดกลุ่มแยกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันเป็นหลายกลุ่มคลัสเตอร์ โดยคำร่วมที่โดดเด่นมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มสีฟ้า พบคำว่า ต้นกล้า (seedling) พุ่มหญ้า (rangeland) การปลูกพืชเพื่อการฟื้นฟู (revegetation) อัตราการเจริญเติบโต

(growth rate) สหรัฐอเมริกา (united states) พริก (*Capsicum annuum*) การเจริญเติบโต (growth) การปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ (seed treatment) *artemisia tridentata* ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ไม้พุ่ม (shrub) การปลูกหญ้า (seeding grass) วงศ์หญ้า (*Poaceae*) การงอกต้นกล้า (seedling emergence) นิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) ความงอก (germination) ข้าวโพด (*Zea*) และ สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ (physiology seeds) ตามด้วยกลุ่มสีน้ำตาล ได้แก่ คำว่า เมล็ดพันธุ์ (seed) การผลิตเมล็ดพันธุ์ (seed production) การเพาะปลูก (cultivation) แอลจีเนต (alginate) และ การเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) ส่วนกลุ่มสีเขียว ได้แก่ คำว่า เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) สิ่งแวดล้อม (environment) พันธุศาสตร์ (genetics) พืชที่ปรับแต่งพันธุ์ (plants, genetically modified) สารกำจัดวัชพืช (herbicide) ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) สารกำจัดวัชพืช (herbicides) พืชที่แต่งพันธุ์โดยการถ่ายยีน (transgenic plant) อะราบิโดพซิส (*arabidopsis*) เกษตรกรรม (agriculture) พืชไร่ (crop) สารป้องกันกำจัดแมลง (insecticide) ส่วนกลุ่มสีส้ม ได้แก่ คำว่า ข้าวโพด (*Zea mays*) สรีรวิทยา (physiology) เมล็ดพันธุ์ (seeds) เมแทบอลิซึม (metabolism) เมล็ดพืช (plant seed) กรดแอบไซซิก (abscisic acid) การเติบโต การพัฒนา และการเกิดของอายุ (growth, development and aging) นอกจากนี้กลุ่มขนาดเล็กอีก 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสีแดง พบคำว่า การผลิตพืช (crop production) อินเดีย (india) เทคโนโลยีการเกษตร (agricultural technology) และกลุ่มสีม่วง พบคำว่า ฝ้าย (*Gossypium hirsutum*) และ ฝ้าย (cotton)

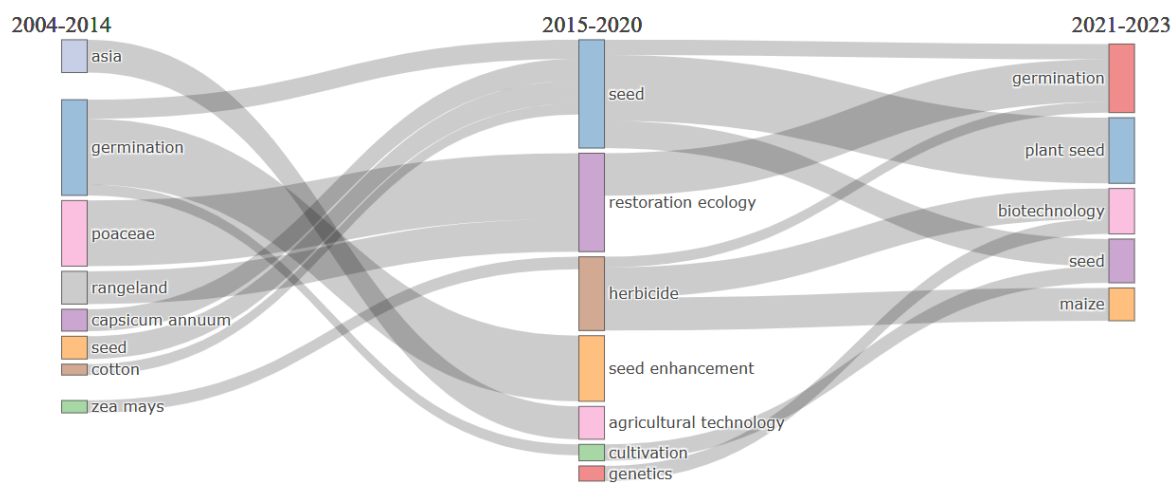
ขณะเดียวกัน มีเครือข่ายของคำที่ใช้ร่วมกันที่แสดงถึงความหลากหลายของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ อย่างเช่น คำว่า สหรัฐอเมริกา และ อินเดีย ที่ปรากฏบ่อย แสดงให้เห็นถึงการเป็นผู้นำของทั้งสองประเทศในการวิจัยด้านนี้ นอกจากนี้ยังพบคำที่เกี่ยวข้องกับพืชที่มีความเชื่อมโยงในการวิจัยเมล็ด อย่างคำว่า ข้าวโพด พริก หญ้า และ ฝ้าย ที่ปรากฏมากที่สุด รวมถึงยังเน้นไปที่การศึกษาการเจริญเติบโตและความงอกของเมล็ดที่พบว่าเป็นคำที่โดดเด่นที่สุด การศึกษาภายใต้สภาวะโลกร้อนหรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ การใช้สารเคมีทางวิทยาศาสตร์ และการวิจัยทางสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 เครือข่ายของคำที่เกิดขึ้นร่วมกันของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์

9. แนวโน้มและวิวัฒนาการผลงานวิจัย (thematic evolution)

การวิเคราะห์แนวโน้มพัฒนาการผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่ปีค.ศ. 2004-2023 โดยมีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำสำคัญในผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกัน แสดงถึงสีและขนาดของจุดกราฟเส้น แสดงถึงความสัมพันธ์ของคำหรือหัวเรื่องที่ปรากฏในบทความวิจัยต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 7 แสดงให้เห็นถึงเส้นที่เชื่อมต่อคำหรือหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้องกันโดยตั้งค่าในโปรแกรม Biblioshiny แบ่งออกเป็น 3 ช่วงระยะเวลา เพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในหัวข้องานวิจัยและแนวโน้มของผลงานวิจัยด้านนี้ พบว่า งานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์มีการแนวโน้มและวิวัฒนาการงานวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องในช่วงปีแรก (ปีค.ศ. 2004-2014) ได้แก่ เอเชีย (asia) ความงอก (germination) หญ้า (Poaceae) พุ่มหญ้า (rangeland) พริก (*Capsicum annuum*) เมล็ด (seed) ฝ้าย (cotton) ข้าวโพด (*Zea mays*) จากนั้นวิวัฒนาการของงานวิจัยในช่วงปีค.ศ. 2015-2020 ได้แก่ เมล็ด (seed) นิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) สารกำจัดวัชพืช (herbicide) การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed enhancement) เทคโนโลยีการเกษตร (agricultural technology) การเพาะปลูก (cultivation) พันธุศาสตร์ (genetics) เพิ่มมากขึ้นจากช่วงปีแรก ส่วนช่วงปีล่าสุดระหว่างปีค.ศ. 2021-2023 แนวโน้มการวิจัยหรือวิวัฒนาการหัวข้องานวิจัยเกี่ยวข้องกับ ความงอก (germination) เมล็ดพืช (plant seed) เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) เมล็ด (seed) และ ข้าวโพด (maize) แสดงให้เห็นถึงงานวิจัยในช่วงปีหลังให้ความสนใจในการวิจัยความงอกของเมล็ด วิจัยเมล็ดข้าวโพด และเน้นการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 7 แนวโน้มวิวัฒนาการผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ปีค.ศ. 2004-2023

สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ด้วยวิธีทางบรรณมิติ ทำให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ระดับสากลจากฐานข้อมูล Scopus อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในปัจจุบันที่เทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้คน และสังคมทั่วโลกไม่ว่าจะเป็นภาคธุรกิจ การศึกษา

รวมถึงภาคการเกษตร การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีทางการเกษตรสามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการพัฒนาภาคเกษตรกรรมในทุกประเทศทั่วโลก จากจำนวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ (ปีค.ศ. 2004-2023) ทั้งหมด 323 บทความ แสดงถึงภาพรวมผลงานตีพิมพ์ตลอดระยะเวลา 20 ปี มีแนวโน้มจำนวนผลงานวิจัยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นถึงการวิจัยในด้านนี้ที่มีพัฒนาการในวงการของนักวิจัยเมล็ดพันธุ์เพิ่มมากขึ้น ในส่วนของจำนวนการอ้างอิงผลงานตีพิมพ์มีความสอดคล้องกับจำนวนผลงานวิจัยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน อาจเนื่องจากผลงานตีพิมพ์นั้นมีการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนผู้อ่านที่เข้าถึงผลงานวิจัยเพื่อใช้ในการอ้างอิงนั้นมากขึ้นเช่นเดียวกัน ในส่วนของผู้แต่ง/นักวิจัยอาจควรพิจารณาการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารที่เหมาะสมอย่าง เช่น วารสาร *Scientia Horticulturae* ซึ่งมีจำนวนการอ้างอิงสูงแม้จะมี H-index ต่ำกว่าวารสารอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์แหล่งตีพิมพ์ที่มีในการสร้างผลงานด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์นี้ ช่วยให้ผู้ที่สนใจสามารถตัดสินใจในการเลือกตีพิมพ์วารสารตามความเหมาะสม ด้วยค่า H-index หรือระดับค่า Q ของวารสาร จะช่วยบ่งบอกถึงระดับความสำเร็จในการตีพิมพ์งานวิจัยของแต่ละวารสาร รวมถึงการมีโอกาสนในการได้รับการอ้างอิงผลงานของตนเองมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นผู้แต่งหรือนักวิจัยที่มีผลงานต้องการสร้างผลงานวิจัยที่น่าสนใจในด้านนี้ควรสร้างผลงานที่มีคุณภาพและเลือกวารสารที่ตีพิมพ์ที่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการอ้างอิงผลงานได้มากขึ้น ส่งผลให้เพิ่มค่า H-index และเพิ่มโอกาสในการได้รับการยกย่องในเผยแพร่ผลงานของตนเองให้มากขึ้นได้ในวงกว้างของวงการวิชาการด้านเมล็ดพันธุ์

อย่างไรก็ตาม ความสำคัญและคุณภาพของผลงานตีพิมพ์จะมีผลต่อจำนวนการอ้างอิงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณาผลของแนวโน้มการวิวัฒนาการหัวข้อการวิจัย (ภาพที่ 7) ผู้แต่งนักวิจัย อาจารย์ นักวิชาการ หรือผู้ที่สนใจในหัวข้อนี้ สามารถวางแผนการวิจัยในอนาคตได้ตรงกับความต้องการและสอดคล้องกับแนวโน้มของการวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ในอนาคต อีกทั้งพบว่ามี ผู้แต่ง/นักวิจัยที่สร้างผลงานวิจัยจากหลายสถาบัน ดังข้อมูลในตารางที่ 5 พบผลงานตีพิมพ์ที่ได้รับการอ้างอิงสูงสุดเกี่ยวข้องกับทางด้านส่งเสริมการเกษตร เศรษฐศาสตร์การเกษตร และการวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์เทียม เป็นต้น นอกจากนี้ นักวิจัยวงการเมล็ดพันธุ์ควรเน้นไปที่การพัฒนาและปรับปรุงการวิจัยด้านนี้อย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความเข้มแข็ง สร้างคุณค่า และคุณภาพในงานวิจัยด้านนี้ได้อย่างยั่งยืน ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Afzal et al. (2020) ได้เผยแพร่บทความปริทัศน์เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ที่ทันสมัย เช่น การเคลือบเมล็ด (seed coating) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ช่วยปรับปรุงการงอกและการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่ในช่วงเริ่มต้นของฤดูกาลได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นส่งผลต่อการพัฒนาระบบการเกษตรที่ยั่งยืน นอกจากนี้ ส่งผลให้เกิดการวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์อีกมากมาย อาทิเช่น เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ถ่านกัมมันต์ของต้นกล้าจากผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืชหลังฉีดพ่นหญ้า (Munro, Ritchie, Erickson, Nimmo & Price, 2023) สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตเมล็ดเทียมในพืชตระกูลเฟิร์น (Jang, Cho & Lee, 2020; Lee, Jang, Park, Cho & Lee, 2022) เทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ (Kangsopa & Jeepheth, 2021) และพอกเมล็ดพันธุ์ในผักกาดหอม (Jeepheth et al., 2022; Jeepheth, Thawong, Atnaseo, Hermhuk, & Kangsopa, 2024) เป็นต้น ซึ่งจะ

เห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาจากแหล่งตีพิมพ์ที่มีการศึกษาวิจัยพบว่า การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในพืชชนิดต่าง ๆ สร้างคุณค่าทางการเกษตรทั้งในระดับชุมชน สังคม และประเทศได้ การวิจัยก้าวหน้าสู่การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ได้

ขณะเดียวกันการวิเคราะห์เครือข่ายความร่วมมือระดับสถาบันและประเทศ แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลด้านความเข้มแข็งในการสร้างผลงานวิจัยด้านเมล็ดพันธุ์ที่โดดเด่น ทวีปเอเชียเป็นอีกภูมิภาคที่มีจุดศูนย์กลางของการสร้างงานวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์อย่างมาก ประเทศไทยมีเครือข่ายความร่วมมืองานวิจัยร่วมกับสถาบันในภูมิภาคต่าง ๆ มากขึ้น (ดังภาพที่ 3) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของนักวิจัยในประเทศไทยในการสร้างเครือข่ายร่วมกับนานาชาติ ด้วยเหตุนี้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชที่ค้นพบจากกลุ่มนักวิจัย ส่งผลให้เกิดการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน มีแนวโน้มการผลิตผลงานวิจัยออกมาเป็นจำนวนมาก ฉะนั้นงานวิจัยที่มีการวิเคราะห์สังเคราะห์หรือการจัดระบบข้อมูลสารสนเทศด้วยแนวทางบรรณมิติของการวิจัยด้านเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างน้อย และเพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มและทิศทางของการวิจัยซึ่งปัจจุบันการวิเคราะห์บรรณมิตินำไปปรับใช้ในการวิเคราะห์วิจัยหลากหลายสาขาวิชา (Ellegaard, 2018) ตลอดจนประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์บรรณมิติที่สามารถนำเสนอในรูปแบบแผนภาพข้อมูล แสดงความสัมพันธ์ของเครือข่ายการวิจัยทั้งในระดับประเทศ องค์กรหรือหน่วยงานวิจัย และนักวิจัยด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญของโลกและภูมิภาค จะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างความสัมพันธ์เครือข่ายทางวิชาการขององค์กรหรือหน่วยงานและนักวิชาการหรือนักวิจัยในประเทศไทยกับนานาชาติได้อย่างยั่งยืน สอดคล้องกับการศึกษาบรรณมิติที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดพันธุ์ เช่น งานวิจัยของ Brown et al. (2021) วิเคราะห์บทความวรรณกรรมสิ่งพิมพ์ด้านการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระดับโลกศึกษาในฐานข้อมูล Web of Science และ Scopus ส่วน Suresh & Thanuskodi (2021) ศึกษาการประสิทธิผลการวิจัยและแนวโน้มในการวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ในฐานข้อมูล Web of Science เป็นต้น อีกทั้ง งานวิจัยในครั้งนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสถิติขั้นสูงด้วยซอฟต์แวร์ช่วยในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น Bibliometrix, CiteSpace และ VOSviewer เป็นต้น (José, Enrique, Antonio & Cobo, 2020) ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลจากบรรณานุกรมและฐานข้อมูลวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างแผนภาพข้อมูลและเครือข่ายข้อมูลได้อย่างชัดเจน จะแสดงให้เห็นแนวโน้มและวิวัฒนาการของผลงานวิจัยที่เกิดขึ้นของเรื่องนี้ สามารถเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ นำไปสู่ทิศทางของการกำหนดนโยบายการวิจัยของเหล่านักวิชาการ อาจารย์ นักวิจัย ผู้สนับสนุนแหล่งทุนการวิจัย และผู้ที่สนใจที่ศึกษาในเรื่องนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดงานวิจัย ส่งเสริมงานวิจัยในการสร้างผลงานตีพิมพ์ที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเพื่อให้เห็นบริบทของการศึกษาการวิเคราะห์บรรณมิติทางด้านเกษตรในประเทศไทยที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับบทความวิจัยของ Ta-Kham et al. (2021) การวิเคราะห์บรรณมิติงานวิจัยในกาแฟพิเศษโดยเปรียบเทียบงานวิจัยจากฐานข้อมูล Web of Science และ Scopus และงานวิจัยของ Chumkad et al. (2022) การวิเคราะห์บรรณมิติเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืนในประเทศไทย และการวิเคราะห์บรรณมิติสมุนไพรในเครื่องสำอาง (Leechon & Kabmala, 2023) เป็นต้น

ฉะนั้น นักวิจัย นักวิชาการ อาจารย์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับวงการเมล็ดพันธุ์ ควรตระหนักและให้ความสำคัญอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนางานวิจัยด้านนี้ให้ยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทางการเกษตรเพื่อส่งเสริมการพัฒนางานวิจัยในระดับชาติและนานาชาติ ในระดับอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะการนำไปใช้

สำหรับใช้เป็นแนวทางการศึกษาต่อยอดหรือสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในการวิจัยแก่วงการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ หรืออุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทยของนักวิจัยหรือหน่วยงานที่มีความโดดเด่นทางด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1) ประยุกต์กับโปรแกรมอื่นที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ VOSviewer, CiteSpace หรือการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยจากฐานข้อมูลอื่น เช่น Web of Science, Dimensions และ Google Scholar เพื่อการขยายแนวทางการศึกษาที่แตกต่างกัน

2.2) การศึกษาค้นคว้าการดึงข้อมูล (export data) เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม ค.ศ.2023 เมื่อเวลาผ่านไปสามารถศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมทำให้เห็นทิศทางหรือแนวโน้มการวิจัยด้านนี้หรือหัวข้องานวิจัยอื่นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าศูนย์วิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง/References

- Afzal, I., Javed, T., Amirkhani, M., & Taylor, A.G. (2020). Modern seed technology: Seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. *Agriculture (Switzerland)*. 10(11), 1–20.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*. 11(4), 959-975.
- Atenstaedt, R. (2012). Word cloud analysis of the BJGP. *British Journal of General Practice*. 62(658), 231-232.

- Brown, V.S., Erickson, T.E., Merritt, D.J., Madsen M.D., Hobbs, R.J., & Ritchie, A.L. (2021). A global review of seed enhancement technology use to inform improved applications in restoration. *Science of the Total Environment*. 798, e149096.
- Chander, R., Dhar, M., & Bhatt, K. (2022). Bibliometric analysis of studies on library security issues in academic Institutions. *Journal of Access Services*. 19, 86-104.
- Chumkad, K., Hiranphaet, A., Sooksai, T., & Sujarit, R. (2022). The bibliometric analysis of sustainable organic farming in Thailand. *Journal of Community Development and Life Quality*. 10(3), 283-292.
- Davies, K.W., Boyd, C.S., Madsen, M.D., Kerby, J., & Hulet, A. (2018). Evaluating a seed technology for sagebrush restoration across an elevation gradient: support for bet hedging. *Rangeland Ecology & Management*. 71(1), 19–24.
- de Souza, D.C. (2022). Forest restoration by direct seeding: a global bibliometric analysis. *Restoration Ecology*. 30(8), e13631.
- Divakaran, M., Babu, K.N., & Peter, K.V. (2006). Conservation of Vanilla species, in vitro. *Scientia Horticulturae*. 110(2), 175-180.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. 133, 285–296.
- Ellegaard, O. (2018). The application of bibliometric analysis: disciplinary and user aspects. *Scientometrics*. 116(1), 181–202.
- Feistritzer, W.P. (1975). The role of seed technology for agricultural development. *Seed Science and Technology*. 3, 415-429.
- Jabeen, M., Yun, L., Rafiq, M., & Jabeen, M. (2015). Research productivity of library scholars bibliometric analysis of growth and trends of LIS publications. *New Library World*. 116(7-8), 433-454.
- Jang, B.K., Cho, J.S., & Lee, C.H. (2020). Synthetic seed technology development and production studies for storage, transport, and industrialization of bracken spores. *Plants*. 9(9), 1–12.
- Jeephet, P., Atnaseo, C., Hermhuk, S., & Kangsopa, J. (2022). Effect of seed pelleting with different matrices on physical characteristics and seed quality of lettuce (*Lactuca sativa*). *International Journal of Agricultural Technology*. 18(5), 2009–2020.

- Jeephet, P., Thawong, N., Atnaseo, C., Hermhuk, S., Kangsopa, J. (2024). Effect of seed pelleting application of plant growth promoting bacteria on germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa*). *Environment and Natural Resources Journal*. 22(1), 26-33.
- José, A.M.-M., Enrique, H.-V., Antonio, S.-E., & Cobo, M.J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *El profesional de la información*. 29(1), e290103.
- Kangsopa, J., & Jeephet, P. (2021). Effect of osmopriming and coating seed with captan and metalaxyl on the germination and seedling growth of field corn. *International Journal of Agricultural Technology*. 17(3), 909–920.
- Kyamanywa, S., Kashaia, I., Getu, E., Amata, R., Senkesha, N., & Kullaya, A. (2011). *Enhancing food security through improved seed systems of appropriate varieties of cassava, potato and sweet potato resilient to climate change in Eastern Africa*. International Livestock Research Institute (ILRI): Nairobi, Kenya.
- Lata, H., Chandra, S., Khan, I.A., & Elsohly, M.A. (2009). Propagation through alginate encapsulation of axillary buds of *Cannabis sativa* L. - An important medicinal plant. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 15(1), 79-86.
- Lee, H., Jang, B.-K., Park, K., Cho, J.-S., & Lee, C.H. (2022). Production of synthetic seeds by encapsulating gametophytes in *Matteuccia struthiopteris*, edible ferns. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*. 58(5), 742–749.
- Leechon, Y. & Kabmala, M. (2023). A bibliometric analysis of researches on medicinal plants for cosmetics. *Journal of Library and Information Science Srinakharinwirot University*. 16(1), 44-54.
- Liu, Z., Zhao, M., Lu, Z., & Zhang, H. (2022). Seed traits research is on the rise: A bibliometric analysis from 1991–2020. *Plants*. 11(15), 1-14.
- Louwaars, N.P., & Manicad, G. (2022). Seed systems resilience - An overview. *Seeds*. 2022(1), 340-356.
- Mariano, M.J., Villano, R., & Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*. 110, 41-53.
- Matuschke, I., & Qaim, M. (2009). The impact of social networks on hybrid seed adoption in India. *Agricultural Economics*. 40(5), 493-505.

- McNaught, C., & Lam, P. (2010). Using wordle as a supplementary research tool. *Qualitative Report*. 15(3), 630-643.
- Mendola, M. (2007). Agricultural technology adoption and poverty reduction: A propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. *Food Policy*. 32(3), 372-393.
- Mendola, M. (2008). Migration and technological change in rural households: Complements or substitutes?. *Journal of Development Economics*. 85(1-2), 150-175.
- Munro, T.P., Ritchie, A.L., Erickson, T.E., Nimmo, D.G., & Price, J.N. (2023). Activated carbon seed technologies provide some protection to seedlings from the effects of post-emergent herbicides. *Restoration Ecology*. 31(4), e138751.
- Naik, S.K., & Chand, P.K. (2006). Nutrient-alginate encapsulation of in vitro nodal segments of pomegranate (*Punica granatum* L.) for germplasm distribution and exchange. *Scientia Horticulturae*. 108(3), 247-252.
- Nor Asmah, H., Nor Hasnida, H., Nashatul Zaimah, N.A., Noraliza, A., & Nadiah Salmi, N. (2011). Synthetic seed technology for encapsulation and regrowth of in vitro-derived Acacia hybrid shoot and axillary buds. *African Journal of Biotechnology*. 10(40), 7820-7824.
- Pedrin, S., Balestrazzi, A., Madsen, M.D., Bhalsing, K., Hardegree, S., Dixon, K.W., & Kildisheva, O.A. (2020). Seed enhancement: getting seeds restoration-ready. *Restoration Ecology*. 28(S3), S266-S275.
- Šera, B., Straňák, V., Serý, M., Tichý, M., & Spatenka, P. (2008). Germination of chenopodium album in response to microwave plasma treatment. *Information Processing and Management*. 48(4), 680-697.
- Siri, B. (2015). Seed conditioning and seed enhancements. Klunghanawitthaya Priting, Khon Kaen, Thailand.
- Suresh, N., & Thanuskodi, S. (2021). Research performance and trends in seed technology research: A scientometric assessment. *Library Philosophy and Practice*. 2021, 1-13.
- Ta-Kham, T. Saninjak, K., & Jitjaroen, W. (2021). An analysis of specialty coffee research publication using a bibliometric method. *Journal of Information Science*. 39(1), 1-19.
- Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennett, M.A., Bradford, K.J., Burris, J.S., & Misra, M.K. (1998). Seed Enhancements. *Seed Science Research*. 8, 245-256.
- Taylor, A.G., Amirkhani, M., & Hill, H. (2021). Modern Seed Technology. *Agriculture*. 11, 630.
- Varier, A., Vari, A.K., & Dadlani, M. (2010). The subcellular basis of seed priming. *Current Science*. 99(4), 450-456.

- Zahoranová, A., Hoppanová, L., Šimončicová, J., Tučková, Z., Medvecká, V., Hudecová, D., Kaliňáková, B., Kováčik, D., & Černák, M. (2018). Effect of cold atmospheric pressure plasma on maize seeds: enhancement of seedlings growth and surface microorganisms inactivation. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. 38(5), 969-988.
- Zheng, Q., & Liu, K. (2022). Worldwide rapeseed (*Brassica napus* L.) research: A bibliometric analysis during 2011–2021. *Oil Crop Science*. 7(4), 157-165.