

泰國米育種和研發政策¹

Orachos Napasintuwong

Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics

Kasetsart University, Bangkok, Thailand

E-mail: orachos.n@ku.ac.th

BK studios 陳昱先 亞太糧食肥料技術中心研究助理 盧佩渝 合譯

摘要

稻米無疑地是亞洲重要的糧食和經濟作物。泰國米是全球市場公認的優質農產品，其品質主要受到稻米品種特性所影響。稻米品種的研發和改良為泰國政府最重要的任務之一，但公部門投入稻米品種改良的資金並不多。基改和雜交稻米等先進技術的使用限制以及國際種原資源的商業化限制降低私部門投資的誘因。本文旨在概述泰國米育種的歷程和現況，討論議題包含稻米種原資源取得、合作研究計畫以及保護智慧財產權的相關政策和法規。

關鍵字：研發、投資、稻米、政策、育種

泰國米研發

泰國米育種歷程

1855 年與英國簽訂的鮑林條約(Bowring Treaty)開啟泰國與外國商人之間的國際貿易；隨後，泰國米的出口量增加，泰國也與緬甸和中南半島成為全球最大的稻米外銷國之一(圖 1)。第二次世界大戰後，緬甸和中南半島稻米外銷量大幅降低，而泰國稻米外銷量持續增加並壟斷全球稻米市場。1970 年代晚期之前，全球稻米需求量雖然增加，但泰國米在全球市場的占比並沒有增加，因為中國、美國和其他稻米外銷國也加入全球市場。

¹ 本文部分內容在 2017 年 12 月 27-30 日印度(Guntur) 100th Indian Economic Association Annual Conference 發表。

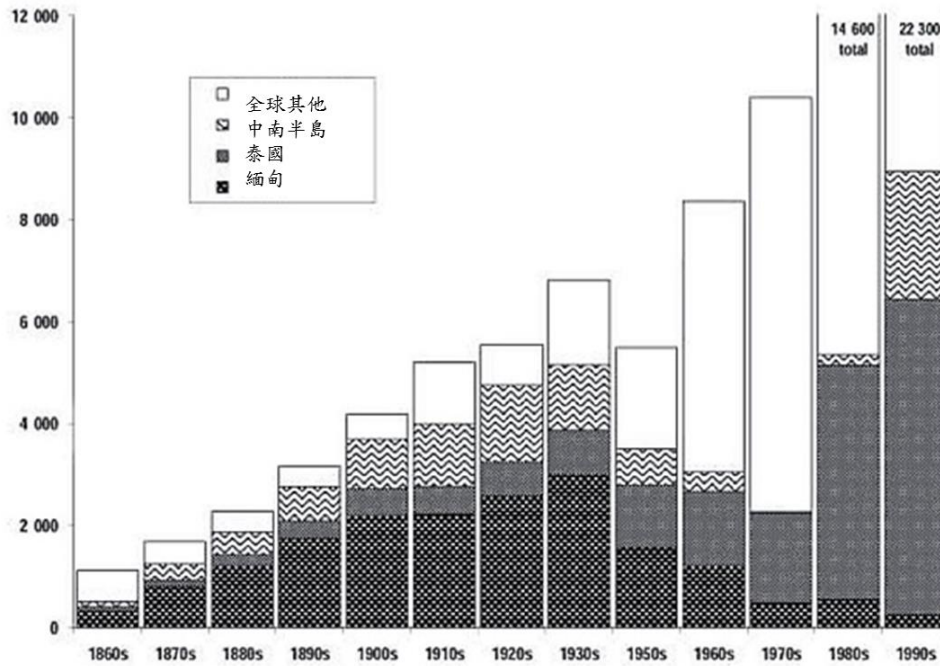


圖 1. 1860-1999 年全球稻米外銷量
 (10 年平均累積外銷量，稻米單位為百萬公噸)
 資料來源：Van Der Eng, 2004

即便如此，當時泰國米品種混亂，因而造成價格較低。部分賣家挑出長粒米，以當時認知度較高的印度高級米(Patna rice)之名販售，短粒米則以 Siam 米(Siam 為泰國古名)之名販售(National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 2003)。這樣的做法使泰國米被冠上惡名。挑選優質稻米品種進行種植的願景始於 1907 年，當年朱拉隆功國王(King Chulalongkorn)下令在稻米展覽上開啟首屆稻米品種比賽(圖 2、圖 3)，比賽的目的為支持和改良優質稻米品種以及增加泰國米的價格，使其達到跟其他國家一樣的標準。後續 1910 年和 1911 年的年度農業和商業展覽(Annual Exhibitions of Agriculture and Commerce)提供一個最佳稻米品種評選的平台，促進優質品種種子的生產和散佈。後來發現後續比賽的得獎品種品質越來越好，表示農民已開始採用優質稻米，也建立了泰國良好的稻米種原資源庫。泰國目前的稻米種原庫包含約 24,000 個品種，其中約 20,000 個為在地品種(Bureau of Rice Research and Development, 2009)。



圖 2. 1910 年首屆年度農業和商業展覽展覽的水稻和稻米展
資料來源：Barnett, 1910

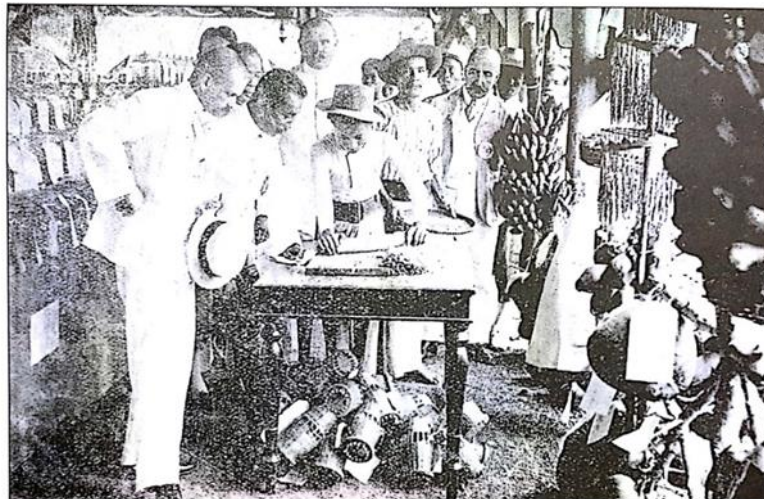


圖 3. 1910 年首屆年度農業和商業展覽檢視水稻和稻米的委員
資料來源：Barnett, 1910

具有遠見的朱拉隆功國王也在 1890 年於泰國中部建立灌溉系統，作為泰國稻米栽培面積擴張和稻米育種的基礎。此灌溉系統目前位於巴吞他尼府(Pathumthani province)，稱為 Rangsit 運河(Rangsit Canal)(Royal Irrigation Department, 2017)。朱拉隆功國王啟動首座稻米試驗所 Rangsit Rice Experiment Station 的建立計畫，而稻米試驗所也在 1916 年由拉瑪六世國王(King Vajiravudh)建置。建置期間，第一位獲取國王獎學金至康乃爾大學完成製圖和農業學業的學生 Tri Milintasut (Phraya Phojakara)被指派為 Rangsit 稻米試驗所第一位所長(圖 4); Rangsit 稻米試驗所目前為泰國農業合作部(Ministry of Agriculture and Cooperatives)稻米部門(Rice Department, RD)轄下的巴吞稻米研究中心(Pathumthani Rice Research Station) (National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 2003)。稻米品

種改良的第一步為收集稻米品種，建立基因多樣化，促進品種改良過程中重要的優質品種挑選、比對和搜尋程序。國王派往歐美攻讀現代農業的第一批學生回到泰國後即以稻米品種篩選的方式開始執行稻米品種發展計畫，因此 Rangsit 稻米試驗所在 1916 年至 1950 年之間收集數百種稻米品種，成為 1960 年代品種基因改良的基礎(Poapongsakorn et al., 2010)。

品種庫中最傑出的品種 PinKaew 在 1933 年於加拿大雷吉納的世界稻米比賽(World Rice Contest)獲得最佳稻米的獎項。同一場比賽中，其他泰國米品種獲得了總共 20 個獎項中的第二、第三和第八名(Plant Genetic Conservation Project Office, 1996)。經過三年試驗期間後，8 款品質優良的品種在 1935 年被挑選出來進行傳種，並正式推薦給農民種植。



圖 4. 1937 年訪客參觀巴吞稻米研究中心

資料來源：University of Wisconsin-Milwaukee Libraries, 1959

過去稻米育種的工作主要由 RD 部門主導，並與國內或國際組織(如國際稻米研究所 International Rice Research Institute, IRRI)的育種計畫合作。在 1950 年代早期，RD 部門與美國農業部(United States Department of Agriculture, USDA)和美國援外使團(United States Overseas Mission, USOM)稻米改良計畫合作，訓練 30 位泰國研究員從事稻米品種篩選，隨後啟動「優良稻米品種收集計畫」(good rice varieties collection program)。舉世聞名的泰國香米品種 Khao Dawk Mali 105 (KDML105，國內市場常稱之為 Hom Mali 米)即為這些訓練計畫下的成果。KDML105 最初於 1945 年在春武里府被發現，後來傳到北柳府。優良稻米品種

收集計畫下的一位研究員發現，Bangkla 北柳府試驗站 199 種稻米穗中之第 105 號稻米穗的品質非常傑出。經過篩選和田間試驗後，RD 在 1959 年完成 KDML105 登記，並推薦為種植品種。

1966 年綠色革命期間，泰國在 IRRI 發行 IR8 之後便開始進行現代化稻米育種計畫，並在 1969 年發行第一個現代化品種 RD1²。早期發行的高產量品種(HYV)(如 RD1、RD2、RD3 及 RD4)烹煮品質劣於當地既有品種，因此沒有受到泰國顧客的愛戴。為符合泰國顧客偏好，烹煮品質較佳、長度最少為 7mm 的長粒米後來就成為泰國米育種的常規品種。近代研發最成功的品種為 RD6 和 RD15。1977 年發行的 RD6 是第一款透過 gamma 輻射誘導 KDML105 研發而成的優質香糯米，至今仍很受歡迎。除了 KDML105 外，1978 年發行的 RD15 是唯一符合泰國 Hom Mali 米標準的改良泰國香米。RD15 也是由 KDML105 以 gamma 輻射誘導突變的品種，成熟期較 KDML105 提早兩週，且產量也較高(每公頃 3.5 公噸 vs. 每公頃 2.27 公噸)。

稻米研發：投資和相關影響

過去證據顯示研發投資可顯著影響農業的產業成長，且泰國米的研發也創造正向的經濟價值。Suphannachart (2011)發現泰國 HYV 的研發和種植是影響總要素生產力(Total Factor Productivity, TFP；技術變動指標)成長的重要因素。研究結果顯示泰國農業和稻米研發具有正向的投資報酬率。1970-2006 年間，作物研發投資報酬率為 29.5% (Suphannachart and Warr, 2011)。以稻米而言，1999 年發行的 Chainart 1(中部水田地區最受歡迎的抗褐飛蟲、白背飛蟲、皺縮矮化病和稻熱病之一高產量品種)經過 12 年研發而成，投資報酬率超過 140% (Napasintuwong, 2010)。抗病品種 RD6 是一個 2007 年發行、抗稻熱病和葉枯病、烹煮品質佳的熱門高產量糯米品種，其投資報酬率為 28-33% (Meerod, 2011)。

即便如此，泰國公部門投資於稻米研發的資金非常少，且過去幾十年研發投資相對於稻米 GDP 的比率呈現下降的趨勢(圖 5)。公部門農業研發投資負成長趨勢也存在於亞洲和全球，但亞太區域稻米研發投資占比(約 15%)仍高於全球其他區域(如拉丁美洲、加勒比群島、中東和北非稻米研發投資占比約為 4%)(Beintema et al., 2010)。過去幾十年間，泰國米育種工作主要由泰國農業部轄下的 RD 主導。近幾年來，其他獲取國內研究機構補助的公家研究機構和大學也更積極地涉略稻米育種計畫。大學主要著重在基礎研究，經常與 RD 合作。舉例而言，泰國農業大學獲取泰國國家研究委員會(National Research Council)的補助，與瑪希敦醫學大學和清邁大學合作研發出紫香米(Riceberry)來改善稻米品種的營養結構和價值；這三所公立大學於 2005 年發行紫香米。2011 年泰國中部嚴重洪災發生後，RD

² RD 研發的稻米品種以 RD 作為命名開頭，後面數字奇數代表非糯米品種，偶數代表糯米品種。1974-2006 年 RD 併入農業部期間，稻米品種開頭以農業部試驗站命名。

與泰國科技部(Ministry of Science and Technology)轄下的國家遺傳工程與生物科技中心(National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, BIOTEC)合作，成功研發出耐暴洪品種 RD51，並於 2013 年完成登記。其他的案例包含泰國湄州大學與 RD 合作研發出 2015 年完成登記的 Gor Kor Mae Jo 2 (糯米品種)和 RD 與瑪哈沙拉堪大學合作研發出 2016 年登記於農業部的 Hom Mali Gomane Surin(紅香米)。RD 登記的品種僅有少數例外由泰國私人公司研發。

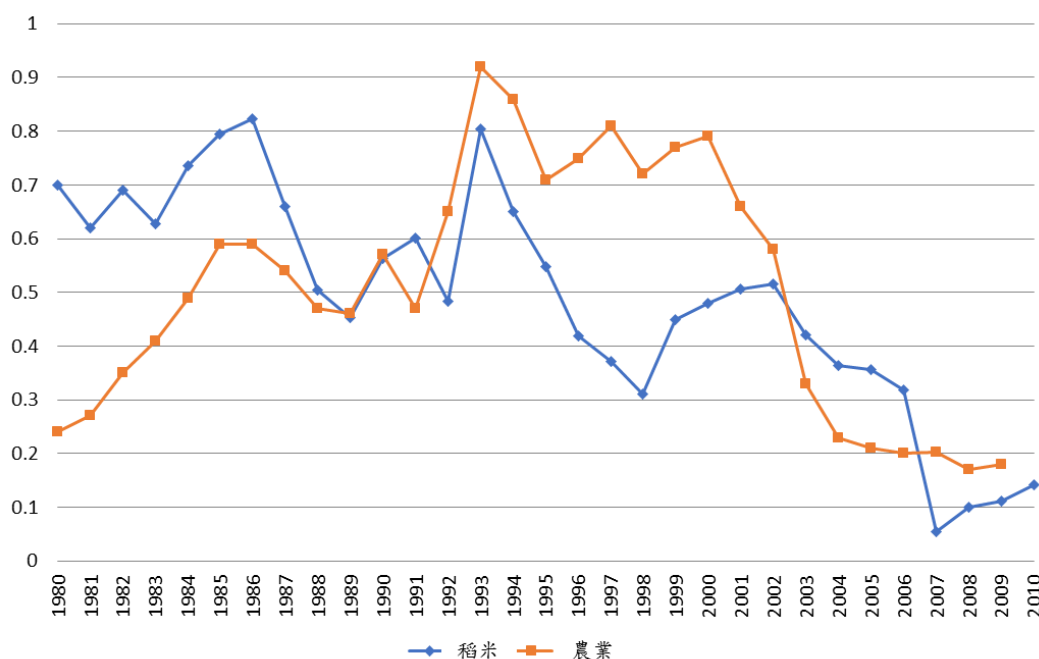


圖 5. 稻米和農業相對於 GDP 公共研發投資密度(%)

資料來源：Poapongsakorn et al., 2010.

泰國米品種研發政策和法規

身為領導全球優質米生產和出口的國家，泰國非常保護其稻米種原資源。*Oryza sativa L.* 即為泰國植物品種保護法(Plant Variety Act, PVA，又稱種子法)所保護的植物物種之一。PVA 在 1975 年頒布，規定所有受保護的種子(包含稻米種子)進口、出口、收集和運銷都必須擁有許可憑證。PVA 禁止進口可作為稻米種子的水稻米，但若進口用途為研究或試驗則可向農業部司長提出核可申請。泰國可與其他國家交換研究用的稻米種原資源，但利益交換的合約必須由農業部司長核可。即便如此，1964 年頒布的植物檢疫法(Plant Quarantine Act 1964)規定，進口的水稻不可做任何商業化用途，且需持有非基改(non-GMO)和證明符合檢疫及植物檢疫標準(sanitary and phytosanitary standards, SPS)的認證。進口稻米種子作為原種子(foundation seed)或是雜交米親本品種時必須要表明種植或進行研究的種子種類、數量、地區和時間。實務上，只要種子來源國通過 SPS 風險評估，其他受保護的植物物種可依據個別情形提出商業用途進口的申請，但稻米種子商業用途

的進口申請從未被核准。同樣的，泰國米種子的出口也是被禁止的。稻米種子和種原資源貿易因此可被視為「被禁止的生意」；國外廠商沒有誘因在泰國際行稻米育種的投資。此外，稻米育種使用的現代化生技技術非常有限，僅有少數研究機構採用標記輔助育種(marker assisted selection)和基因工程(genetic engineering)等技術。泰國禁止生產基改稻米，且基改稻米研究也僅限於封閉性的田間試驗。

過去十年期間，雖然私人公司如 Charoen Pokphand (CP，一家母公司為泰國企業的跨國公司)和跨國公司拜爾(Bayer)提供雜交稻米育種和雜交稻米種子生產的誘因，目前幾乎所有在泰國種植的稻米品種皆為開放授粉品種(Open-Pollinated Varieties, OPVs)。由於使用進口種原資源進行稻米種子的商業化生產是被禁止的，拜爾已將其雜交稻米研究計畫撤離泰國。CP 是唯一一家研究稻米遺傳改良的公司，於 2011 年登記第一款雜交稻米品種 CP304，登記日期與 RDH1 (RD 所研發的品種)為同一天。RD63 是泰國政府與外國廠商唯一一次公私部門合作研發的案例。RD63 為 RD 在家樂氏公司(Kellogg's)中粒米試行計畫(media grain rice pilot program)下所研發出來的品種。中粒米試行計畫的目的為培養出可支援家樂氏亞太地區產品(如 Rice BubblesTM)製造所需的中粒米(Garcia et al., 2015)。RD 在 2015 年 2 月登記和發行 RD63。種植 RD63 的農民可透過當地供應商與家樂氏簽約。

RD 核可的稻米品種不僅需要有傑出的特徵，也必須在推薦的合適區域中具有種植利用價值(value for cultivation and use, VCU)。優質米的生產與個別品種有著密切的關係，因此政府補貼計畫往往只補貼 RD 核可的品種。圖 6 顯示過去 RD 核可品種數量呈現增加的趨勢。

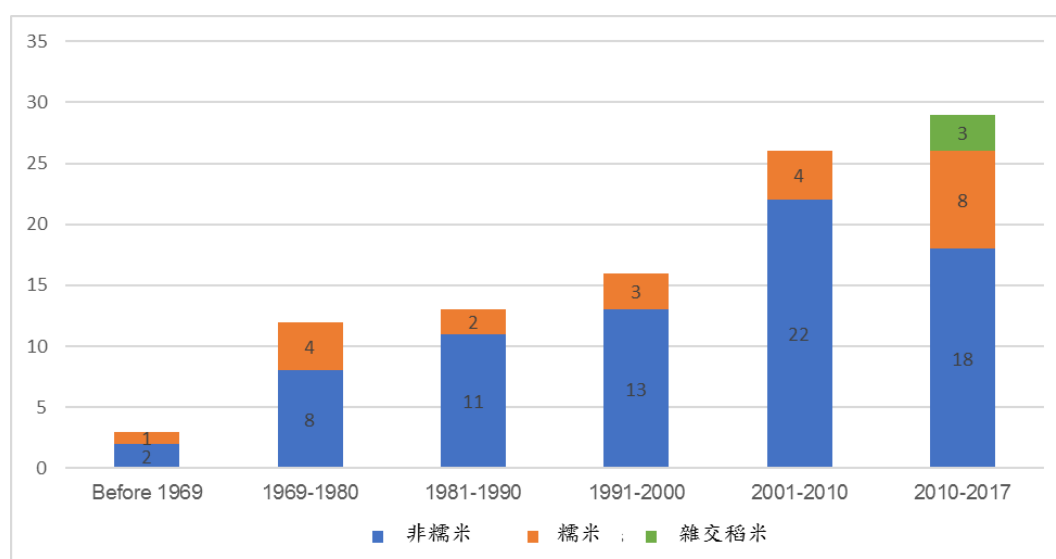


圖 6. RD 核可稻米品種的數量

註：不包含旱稻、深水稻、紅米和日本米

資料來源：作者彙整 Bureau of Rice Research and Development, 2009 等資料

農業部登記的品種反而只保護品種的名稱和要求提供基本的種原資源來源、研發過程和品種特徵。RD 核可的品種和農業部登記的品種主要差別在於前者需要通過較多種植利用價值的試驗。然而，PVA 規定商業化的種子必須在農業部登記有案。圖 7 為農業部登記品種的數量，部分品種並非 RD 核可的品種。大部分由泰國公司或大學研發的稻米品種都在農業部登記有案。值得注意的是，1974-2006 年間，RD 的研究是被併入農業部的。

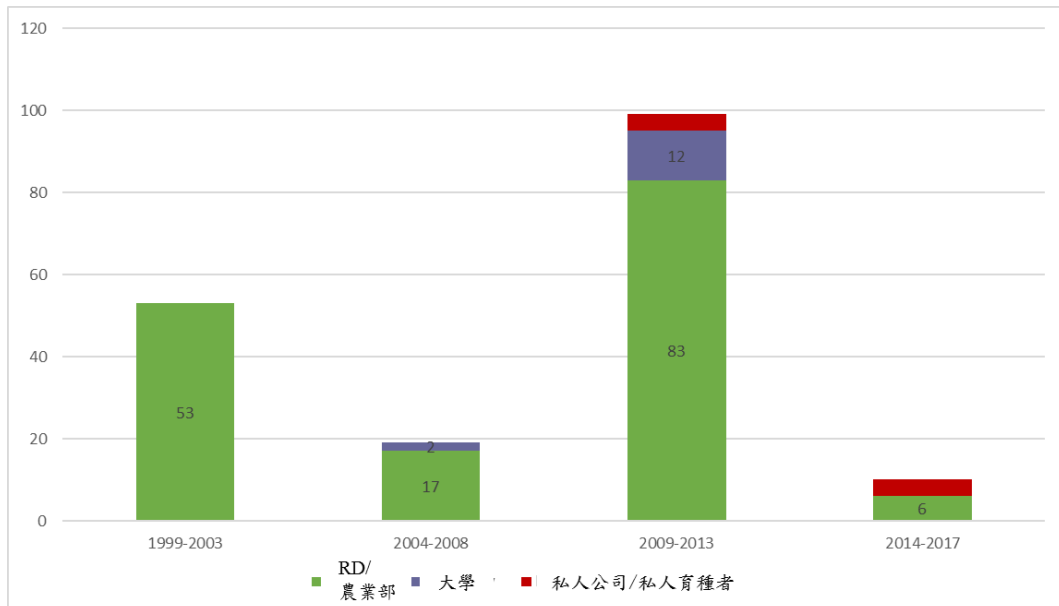


圖 7. 農業部登記的稻米品種數量

註：2006 年之前，RD 的功能歸咎於農業部之下

資料來源：Plant Varieties Protection Office, 2017

此外，新稻米品種可申請植物育種品種權保護，並依據 1999 年頒布的植物品種保護法的規定列為新品種。目前泰國大部分稻米品種由公家機關研發，因此被視為公共財，僅有少數稻米品種依植物品種保護法申請品種權保護。公部門投資一方面可確保市面上稻米品種有優質的性狀、可解決生產問題，且可因應市場需求。另一方面，目前的保護政策限制國外稻米基因資源的取得，使得私部門缺乏誘因參與商業化的稻米育種。這對於泰國新品種的研發可能是一個障礙，尤其是在因應未來氣候變遷需持續增加品種改良特徵(如抗蟲害、耐旱、耐洪災、短作等)的情形下。此外，一些野外稻米和其他生物的有利特徵(如抗病蟲害、非常環境適應性)的基因也無法導入稻米(National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 2003)。泰國禁止開放田間試驗進行基因工程、缺乏生技安全法規且限制國際廣泛商業化種原資源的取得，因此泰國米未來的競爭力可能因而受到威脅。

結論

泰國米在全球市場上建立了優良品質和口感的口碑。稻米品種會顯著影響稻米的品質；很幸運的是，泰國擁有優質米的種原資源庫，且除少數私人公司投資的案例外，國內稻米育種工作主要由公部門主導。由於國外稻米基因資源的取得受限，目前外來稻米品種商業化是被禁止的。雖然近年私部門的投資有所增加(尤其是在特殊、可為育種者創造利潤的稻米品種上)，政府仍必須意識到稻米品種改良的需求，才能維持泰國米在全球市場的競爭力，並確保未來的糧食安全。

REFERENCES

- Barnett, J.C., 1910. Report of the First Annual Exhibitions of Agriculture and Commerce, held in Bangkok, April 1910. Reprint in 2004 by Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand.
- Beintema, N., D. Raitzer, A. Dobermann, C. Pray, L. Sanint, and M. Wopereis, 2010. Positioning rice research globally: investments, institutional arrangements, and emerging challenges. pp. 449-473 in: S. Pandey D. Byerlee, D. Dawe, A. Dobermann and S. Mohanty, S. Rozelle and B. Hardy (eds.) *Rice in the global economy: strategic research and policy issues for food security*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Bureau of Rice Research and Development, 2009. Rice Knowledge Bank. Rice Department. (<http://www.ricethailand.go.th/Rkb>; Accessed 3 April 2018) (in Thai)
- Garcia, J.P., A. Gurley, J. Herrmann, M. Mabson, P. Subramanian and M. Wyan, 2015. The business case for sustainable agriculture in Asia. (https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/110994/Building_Sus_Business_Case_for_Sus_Ag_Thailand_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y; Accessed 3 April 2018)
- Meerod, W., 2011. Return on investment analysis on a trait development of blast resistant RD6 rice: A case Study of Nan. Paper prepared for presentation at the Thailand Research Expo 2011. Bangkok Convention Center, Centara Grand Hotel, Bangkok. August 26-30, 2011. (in Thai)
- Napasintuwong, O., 2012. Economic Impact of Research Investment in Chinat1 Rice Variety Development. ARE Working Paper No. 2012/2. Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. 2003. Science and technology with Thai rice. Bangkok: National Science and Technology Development Agency.
- Plant Genetic Conservation Project Office, 1996. Thai rice. (http://www.rspg.or.th/special_articles/hrs_rice/rice_01.htm; Accessed 3 April 2018)
- Poapongsakorn, N. *et al.*, 2010. National Science, Technology and Innovation Policy and Plan for Agriculture and Food Industry (2010-2019). Report submitted to the National Science, Technology and Innovation Policy Office, Bangkok. (in Thai)
- Royal Irrigation Department, 2017). History of Royal Irrigation Department. (<http://www.rid.go.th/>; Accessed 3 April 2018)
- Suphannachart, W., 2013. Total Factor Productivity of main and second rice production in Thailand. *Applied Economics Journal*, 20,1: 1-22.

Suphannachart, W. and P. Warr, 2011. Research and productivity in Thai agriculture. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 55, 1: 35-52.

University of Wisconsin-Milwaukee Libraries, 1959. AGSL Digital Photo Archive - Asia and Middle East. Photographer: Robert Larimore Pendleton. (<https://uwm.edu/lib-collections/asia-middle-east>; Accessed 3 April 2018)

Van Der Eng, P., 2004. Productivity and comparative advantage in rice agriculture in South-East Asia since 1870. *Asian Economic Journal*, 18, 4: 345–370.

Date submitted: April 9, 2018

Reviewed, edited and uploaded: April 26, 2018