

因應氣候變遷及
糧食安全之農業創新研究

102 年度成果發表暨研討會

論文集

主編 王毓華 呂秀英

農業試驗所特刊第 183 號

因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究—
102 年度成果發表暨研討會論文集

主編

王毓華、呂秀英

行政院農業委員會農業試驗所 編印

中華民國一〇三年十二月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究：成果發表暨研討會論文集.

102 年度 / 王毓華, 呂秀英主編. -- 初版. -- 臺中市：農委會農試所, 2014.12

面； 19*26 公分. -- (農業試驗所特刊；第 183 號)

ISBN 978-986-04-3853-6 (平裝)

1. 農作物 2. 農業經營 3. 文集

434.207

103026584

編 號：農業試驗所出版品 2014 年 006 號

書 名：因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究—102 年度成果發表暨研討會論文集

發行人：陳駿季

編輯：王毓華、呂秀英

出版機關：行政院農業委員會農業試驗所

地 址：臺中市霧峰區萬豐里中正路 189 號

網 址：<http://www.tari.gov.tw>

電 話：(04) 23302301

出版年月：2014 年 12 月

版 次：初版

展售門市：1. 行政院農業委員會農業試驗所圖書館 (04)23317035

2. 國家書店 / 104 臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207

國家網路書店 <http://www.govbooks.com.tw>

3. 五南文化廣場 / 400 臺中市中山路 6 號 (04)22260330

定 價：新台幣 350 元(平裝)

承印者：學安文化事業有限公司

地 址：臺中市南區仁和二街 78 號

電 話：(04) 22861600

ISBN 9789860438536 (平裝)

GPN 1010303083

版權所有、轉載須經本所同意

Taiwan Agric. Res. Inst., Spec. Publ. No. 183

Agricultural Innovation Studies for Coping with Climate Change and Food Security

Edited by:

Yu-Hua Wang, Hsiu-Ying Lu

Taiwan Agricultural Research Institution

Proceedings of 2013 Workshop held at
Taiwan Agricultural Research Institution (TARI),
Council of Agriculture, Taiwan ROC
on October 28-29, 2013

Published by TARI
December, 2014

序

近年來全球氣候極端異常頻率增加，依聯合國農糧組織統計資料及世界氣象組織統計報告顯示，全球的氣候正在逐步改變中。氣候變遷所衍生的異常災害，最常見的包括氣溫上升、降雨型態改變、農作物生產不穩定、動物遷移習性改變等，因而造成農業帶向兩極移動、大氣中二氧化碳濃度增加、降雨過度集中或乾旱、土壤質地惡化、作物生理與生育情形異常、病蟲害生態改變等。農業係高度依賴天然資源與環境變異的生物產業，對於天氣與氣候的變化十分敏感，因此氣候變遷對於糧食生產環境更是首當其衝，進而影響糧食供應的穩定性。由過去『全球百大農業問題』文獻顯示，糧食安全與氣候變遷是與農業息息相關的重要議題。

為了緩解與調適氣候變遷對農業生產及糧食安全的衝擊，行政院農業委員會特於99年6月15日召開「因應氣候變遷農業調適政策會議」，並將會議決議之各項策略與措施融入施政計畫內分年分工推動與執行，另於100年5月間舉行「全國糧食安全會議」，規劃五大議題綜合討論。經農委會陳前主委武雄指示農業試驗所於當(100)年籌辦「因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會」，邀請國內外專家針對「作物育種」及「生產環境管理」兩項議題再深入探討，期以歸納解決方向，並據以研擬行動方案來因應氣候變遷對我國農業發展的影響。為提升我國因應氣候變遷之調適能力，維護國內糧食安全，農委會於101年起執行特別申請額度之整合型計畫—「因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究」，由農業試驗所擔任統籌機關，結合跨部會、跨領域各界研發能量與研究資源，以四年期程，分由多元面向導入，聚焦於六大研究主軸及研究目標，期能在氣候變遷情勢下，引領科技創新，共同攜手合作以降低氣候變遷及糧食安全對國內農產業之衝擊，維護農業環境生態永續。

本計畫涵蓋農、林、漁、牧等不同領域，參與的機關單位包括農政單位、試驗改良場所及大專院校等共40個機關/單位，藉由客觀的計畫績效評估制度，每年採用滾動式調整計畫研究方向，以達成計畫總目標。101年執行77個計畫，102年執行72個計畫。整體計畫執行策略，分別由政策面、技術面、生產面、產業面及環境面著手。本計畫自101年起，經由各參與機關單位共同合作投入相關研究，兩年來已陸續累積相當豐碩的成果，透過本次研討會之研究議題的口頭報告與海報展示，不但能展示本會之研究成果，藉由整合跨領域、跨機關之研發成果分享，亦能加強研究人員互動溝通，有助於強化我國農業研發能力，對於我國農業研究能量之聚集具有重大意義。本專刊乃收錄本次研討會之口頭報告的論文內容，冀望能提供給國內各試驗機關或大專院校、產業團體從事或推動因應氣候變遷及糧食安全相關議題之參考，以提早因應並調節氣候變遷對農作生產的衝擊。

行政院農業委員會農業試驗所
所長

陳駁季

中華民國 102 年 12 月

目錄

主要國家糧食自給率內涵比較分析

李仁耀 ¹ 張呈徽 ^{2,4} 林啟淵 ³	1
--	---

農地脆弱度評估及應用之研究

李承嘉 ¹ 詹士樑 ^{1,2,4} 黃國慶 ³ 戴政新 ¹ 吳貞儀 ¹	16
--	----

建構糧食安全應變機制提升糧食安全決策之研究

張靜文 ^{1,3} 吳榮杰 ² 顏晃平 ¹	29
--	----

推動臺灣農產品碳標籤可行性之研究—以米產品碳標籤為例

江秀娥 ^{1,2} 蔡政諺 ¹ 林盈甄 ¹ 張采蘋 ⁴	48
---	----

耐旱節水水稻新品系之研發

羅正宗 ^{1,3} 呂奇峰 ¹ 陳榮坤 ¹ 陳演書 ¹ 劉啟東 ²	63
--	----

小麥耐熱種原評估

林訓仕 ^{1,2}	71
--------------------------	----

耐低溫大豆品種選育及低投施栽培技術改進

吳昭慧 ^{1,2} 黃涵靈 ¹	80
---	----

耐逆境雜交牛樟、泡桐與桉樹選拔與利用

何政坤 ^{1,2} 張淑華 ¹ 陳永修 ² 施欣慧 ² 吳家禎 ¹ 陳嬋 ¹	89
--	----

國產水稻新穎性加工製品及專用米穀粉開發

宋鴻宜 ^{1,6} 林貞信 ² 蔡明原 ³ 蘇梅英 ³ 須文宏 ⁴ 陳時欣 ⁴ 江伯源 ⁵	97
--	----

北中南東地區環境親合型作物輪作經營模式之建立

楊志維 ^{1,5} 戴振洋 ² 詹碧連 ³ 余德發 ⁴	113
---	-----

毛豆外銷專區及恆春地區洋蔥環境親和型輪作系統經營模式建立

黃祥益 ^{1,2} 周國隆 ¹ 賴榮茂 ¹ 李承翰 ¹ 侯秉賦 ¹	124
--	-----

氣候變遷對農業長期生態系之影響長期觀測

陳琦玲 ^{1,4} 蔡正國 ¹ 吳旻晃 ¹ 江志峰 ¹ 蔡志濃 ¹ 陳純葳 ¹ 陳健忠 ¹ 余志儒 ¹ 石憲宗 ¹ 陳淑佩 ¹ 蕭巧玲 ¹ 楊純明 ¹ 何佳勳 ¹ 姚銘輝 ¹ 張哲瑋 ¹ 吳泓書 ¹ 孫文章 ² 王瑞章 ² 吳文哲 ³	136
--	-----

高產飼料稻米專用品種之選育

賴明信 ¹ 吳東鴻 ^{1,2} 李長沛 ¹ 卓偉玄 ¹ 顏信沐 ¹	174
--	-----

飼料甘藷品種 (系) 產量比較及其胰蛋白酶活性分析	
賴永昌 ^{1,3} 廖文昌 ² 黃哲倫 ¹	185
臺中秈 17 號糙米在畜禽飼糧中之應用 (I)	
李春芳 ^{1,4} 施柏齡 ¹ 廖宗文 ¹ 李秀蘭 ² 范耕榛 ¹ 陳文賢 ¹ 賴明信 ³	193
樹薯替代玉米為家禽能量飼料之研究	
李昇儒 ¹ 廖震元 ² 王淑音 ^{3,4}	201
鳳梨釋迦果園防風栽培及災後復育技術之研究	
盧柏松 ^{1,2} 江淑雯 ¹ 陳奕君 ¹	208
氣候變遷之農業生產調適決策支援系統之建置	
劉滄琴 ^{1,3} 黃毓斌 ¹ 許伯任 ²	216
氣候變遷對臺灣西南海域主要經濟性魚種資源與漁場影響之研究	
賴繼昌 ^{1,2} 黃建智 ¹ 楊清閔 ¹ 何珈欣 ¹ 吳龍靜 ¹ 黃星翰 ¹ 洪銘昆 ¹	226
主要糧食與蔬果利用天然低溫之貯藏系統研發	
王怡玗 ^{1,3} 劉富文 ²	239
雞糞生質能燃燒發電與雞糞堆肥溫室氣體產量之評估研究	
蘇忠楨 ^{1,5} 徐世勳 ¹ 王淑音 ² 黃大駿 ³ 孫世勤 ⁴ 廖明村 ⁴ 蕭為澤 ¹ 許聖民 ¹ 蕭哲仁 ¹	244

Contents

An Analysis on Food Self-sufficiency Ratios of the Developed Countries	
J.-Y. Lee ¹ , C.-H. Chang ^{2,4} and C.-Y. Lin ³	1
A Study on the Vulnerability Assessment and Application of Agriculture Land	
C.-J. Lee ¹ , S.-L. Chan ^{1,2,4} , G.-C. Huang ³ , J.-S. Dai ¹ and J.-Y. Wu ¹	16
Developing a Contingency Plan to Upgrade Food Security in Taiwan	
C.-J. Wen ^{1,3} , R.-J. Woo ² and H.-P. Yen ¹	29
Feasibility Study on Establishing a Carbon Footprinting Labelling System for Taiwan's Agricultural Product	
H.-E. Chiang ^{1,2} , C.-Y. Tsai ¹ , Y.-C. Lin ¹ and T.-P. Chang ⁴	48
Development of New Draught - Resistant Line for Rice	
J.-C. Lo ^{1,3} , C.-F. Lu ¹ , R.-K. Chen ¹ , Y.-S. Chen ¹ and C.-D. Liu ²	63
Evaluation of Heat Tolerance Germplasm in Wheat	
H.-S. Lin ^{1,2}	71
Selective Breeding of Cold Tolerance Soybean and the Improvement of Agricultural Practices for Low-Input Facility	
C.-H. Wu ^{1,2} and H.-L. Huang ¹	80
Selection and Utilization of Stresss Tolerant <i>Cinnamomum</i>, <i>Paulownia</i>, and <i>Eucalyptus</i> Hybrids	
C.-K. Ho ^{1,2} , S.-H. Chang ¹ , Y.-H. Chen ² , H.-H. Shih ² , C.-C. Wu ¹ and J. Chen ¹	89
Establishment of Environmental Friendly Crop Rotation System in Taiwan	
Z.-W. Yang ^{1,5} , C.-Y. Tai ² , B.-L. Chan ³ and D.-F. Yu ⁴	113
Environment Friendly Model Establishment for Vegetable Soybean Rotation in the Export Professional Fields and Onion Rotation in Hengchun Area	
H.-Y. Huang ^{1,2} , K.-L. Chou ¹ , J.-M. Lai ¹ , C.-H. Lee ¹ and P.-F. Hou ¹	124
Long Term Monitoring on the Effect of Climate Change on Agricultural Ecosystem	
C.-L. Chen ^{1,4} , J.-K. Tsai ¹ , M.-H. Wu ¹ , C.-F. Chiang ¹ , J.-N. Tsai ¹ , C.-W. Chen ¹ , C.-C. Chen ¹ , J.-Z. Yu ¹ , H.-T. Shih ¹ , S.-P. Chen ¹ , C.-L. Hsiao ¹ , C.-M. Yang ¹ , C.-H. Ho ¹ , M.-H. Yao ¹ , J.-W. Chang ¹ , H.-S. Wu ¹ , W.-C. Sun ² , R.-C. Wang ² and W.-J. Wu ³	136

Development of High Yield Forage Fice

M.-H. Lai ¹, Dung-Hung Wu ^{1,2}, C.-P. Li ¹, W.-S. Jwo ¹ and C.-S. Tseng ¹ 174

A Compared of the Root Yield and Trypsin Inhibitor Activity of Sweet Potato Lines for Animal Feeds

Y.-C. Lai ^{1,3}, W. C. Liao ² and C.-L. Huang ¹ 185

Application of Taichung Sen No. 17 Brown Rice in Livestock Diets (I)

C.-F. Lee ^{1,4}, B.-L. Shih ¹, C.-W. Liao ¹, H.-L. Lee ², G.-J. Fan ¹, Y.-C. Chen ¹ and M.-H. Lai ³ ... 193

Study of Cassava as Corn Replacement for Poultry Feed

S.-R. Lee ¹, C.-Y. Liao ² and S.-Y. Wang ^{3,4} 201

Research of Aatemoya Orchard Windproof Cultivation and Post Disaster Restoration Technology

P.-S. Lu ^{1,2}, S.-W. Chiang ¹ and Y.-C. Chen ¹ 208

Developing a Decision Supporting System on Agricultural Production for Coping with Climate Change

T.-S. Liu ^{1,3} Y.-B. Huang ¹ P.-J. Hsu ² 216

Impact of Climate Change on the Economical Fish Resources and Fishing Ground off the Southwestern Taiwan Waters

C.-C. Lai ^{1,2}, J.-Z. Huang ¹, C.-M. Yang ¹, J.-S. He ¹, L.-J. Wu ¹, H.-H. Hung ¹ and M.-K. Huang ¹ 226

Research and Development on Long-Term Storage of Staple Crops, Fruits and Vegetables in Naturally-Cooled Storage Systems

Y.-T. Wang ^{1,3} and F.-W. Liu ² 239

Poultry Litter-to-Energy:

an Analysis of Economic Benefit and Greenhouse Gas Production Scenario

J.-J. Su ^{1,5}, S.-H. Hsu ¹, S.-Y. Wang ², D.-J. Huang ³, S.-K. Sun ⁴, M.-T. Liao ⁴, W.-T. Hsiao ¹, S.-M. Hsu ¹, and C.-J. Hsiao ¹ 244

主要國家糧食自給率內涵比較分析

李仁耀¹ 張呈徽^{2,4} 林啟淵³

摘要

本研究蒐集 FAO、日本、中國大陸、韓國及英國等國家或國際組織糧食自給率的編算方式，藉以分析其與台灣現有編制方式的差異，並探討其政策應用的意涵。結果發現台灣現有以熱量所衡量「所有食物」與「傳統食物」的糧食自給率，兩者的相關係數達到 0.94，兩者趨勢是一致的；不過從數值來看，2009 年糧食自給率只有 32%，但是傳統食物的糧食自給率則是有 81.1%。由於氣候、技術等因素的限制，本國在非傳統食物的生產上並不具備比較利益，這些差異化產品反應的是消費者對於多樣化的需求，可能並非維繫生存所需。因此，採用「傳統食物的糧食自給率」，可能較能反映本國的糧食安全程度。政府在制定糧食自給率政策時，常常以提升本國生產農產品為手段，在政策制定時，由於氣候、技術等因素的限制，非傳統食物的增產上，推廣不易，而應以傳統食物為其政策實行的目標。

關鍵詞：糧食自給率、傳統食物、非傳統食物。

前言

全球氣候變遷、環境急遽惡化，常導致糧食作物生產不足，加上能源日益枯竭，作物往往移為生質能源之用，此外新興經濟體崛起，糧食生產與消費同時發生結構性的調整，致使糧食供應吃緊，糧食價格屢屢攀高。我國為糧食淨進口國，糧食價格高漲影響民生甚鉅，糧食安全課題也日益受到高度重視。

我國積極與貿易夥伴洽談自由貿易協定，政府已宣示 10 年內加入「泛太平洋戰略經濟夥伴關係協定」（TPP），貿易自由化程度將大幅提高，其中農產品項目於相關協定將降至零關稅的目標，勢必衝擊現有農業生產結構，而農產品貿易為糧食供應來源之一，相關政策變動亦將影響我國糧食安全。

有關衡量糧食安全指標建構上，我國依循聯合國糧農組織（Food and Agriculture Organization, FAO）規範，按年編製「糧食平衡表」，並據以發展糧食生產指數、糧食自給率、糧食生產出口比率、糧食供應進口比率以及糧食供應 PFC 比率等 5 項指標。

1 國立高雄應用科技大學國際企業系。

2 修平科技大學應用財務金融系副教授。

3 國立嘉義大學應用經濟系。

4 通訊作者 電子信箱：chunghui@mail.hust.edu.tw；電話：04-24961123#2401。

林國慶(2010)以「糧食自給率」做為糧食安全指標，並針對目前我國以熱量為基礎的糧食自給率之計算方式，提出修正建議為，我國國產糧食國內生產量（主要糧食之國內生產量扣除供作中間投入使用部分、折算用進口中間投入生產之間接產出糧食部分），可供國內眾人食用之比例，然而，該研究並無就所需之飼料自給率進行估計。因此，李仁耀等 (2011)進一步以國內畜產品的生產量，估算國內飼料消費量，求得各項畜產品的飼料自給率後，藉以調整畜產品的類別(糧食)自給率，探討我國糧食自給率的變化。

日本的糧食安全指標主要以糧食自給率為主，同時在品目別自給率上，也計算了一項以飼料自給率調整的糧食自給率，同時，也另外計算主食用穀物自給率，藉以排除飼料穀物的影響 (李仁耀等，2011)。至於在中國方面，馬九杰等 (2001)以膳食能量供需差異比率、糧食總供需差異比率、...、國際糧食價格上漲率等 8 項指標，建構出中國糧食安全預警指標體系。另外，中國國務院頒「糧食安全中長期規劃綱要」，明訂生產水準、自給水準以及物流水準等 3 個構面，共計 15 項指標，作為糧食安全綜合指標。

許聖章 (2007) 發現台灣 2002 年加入 WTO 之後，農家所得分配不均的程度相對於非農家開始增加。而市場逐步開放的結果，由於部份農產品國內的生產成本遠較國外高，致使農民缺乏足夠競爭力來加以因應，雖然行政院訂立『農產品受進口損害救助辦法』，惟認定受損的標準難以達到，致使保護效果有限，重要農產品的糧食自給率逐步下降，像穀類糧食自給率由 2002 年原本的 56.3%，降至 2009 年的 38.1%。

我國地狹人稠，為糧食淨進口國。當國際糧價產生波動、發生氣候變遷等事件時，容易產生糧食危機，使我國陷入無法確保糧食安全的狀態，造成社會不安。同時，平時糧食無缺，但仰賴糧食進口的國家，像日本與韓國等與我國國情相同的國家，也擔心由於國際糧價高漲，若外國採取禁止出口的措施，對其國家糧食安全的危害，因而紛紛提出許多相對應的措施。像是 2011 年南韓總統李明博就在國民經濟對策會議上宣佈要將糧食的自給率提高到 50% (韓國中央日報，2011)，而我國行政院農委會也於 2010 年所舉行的「糧食安全會議」中，提出 2020 年我國的糧食自給率目標將提高到 40%。由此可知，糧食安全已成為許多國家的重要議題。

由於糧食安全相關指標很多，在第二節中，首先介紹聯合國糧農組織與主要國家之糧食自給率並進行討論；在第三節中，介紹英國《糧食自給率》的編制內容概要；第四節英國《糧食自給率》的計算範例；第五節則針對英國《糧食自給率》的變動趨勢；第六節為臺灣糧食自給率之試編；最後，則為結論與建議。

聯合國糧農組織與主要國家之糧食自給率

一、聯合國糧農組織糧食自給率

國際間常依循聯合國的「糧食平衡表編製指導手冊」(The Handbook for The Preparation of Food Balance Sheets)，編制糧食平衡表，利用國內生產、進口、出口與存貨變動等資料，按年計算國內各類糧食供給量，進而推估平均每位國民每日各種營養素可攝取量，藉以反映農產品供需、瞭解國民營養狀況以及評估國家經濟發展階段之重要參考；同時，計算糧食自給率，衡量一個國家在特定期間所能夠提供糧食供給的能力，為重要的糧食安全指標。

依託於糧食平衡表的編製之下，FAO「糧食平衡表編製指導手冊」建議編制自給率，藉以作為一國糧食需求與供給能力與政策制定的參考指標。有關於 SSR 的公式定義如下：

$$SSR = \frac{\text{國內生產}}{\text{國內生產} + \text{進口} - \text{出口}} \quad (1)$$

SSR 為 100 時，表示該項產品在本國的供給完全依賴國產；當 SSR 為 0 時，表示該產品在本國的供給完全依賴進口。此一自給率廣為各國所應用，並被作為一個國家的糧食安全程度與政策目標的制訂基準。

在個別產品的自給率計算上並不困難，但是，在一群產品的自給率計算上卻存在爭議。在 FAO 的之「糧食平衡表編製指導手冊」中，目前提供的是利用各單項產品的重量加總來進行類別產品自給率的計算公式，如小麥與其他穀物的自給率可表示為：

$$SSR = \frac{(\text{小麥} + \text{其他穀物})\text{國內生產}}{(\text{小麥} + \text{其他穀物})(\text{國內生產} + \text{進口} - \text{出口})} \quad (2)$$

同時，小麥、穀物與牛羊乳等，亦可以透過重量進行加總¹。此一利用重量加總的方式，在糧食作物間使用其爭議可能較小，但是，將糧食作物與肉類、乳類利用重量加總，則失去其可比較性。因此，FAO 也建議糧食平衡表中，各種加總問題可以利用「貨幣價值」(monetary values)為基礎或者是「營養價值」(nutritive values)為基礎來加以解決。

二、日本之糧食安全自給率

日本在農業統計的制定與研究上是相當先進與細緻的國家，也是台灣農業統計與農業施政所主要學習的重要對象。如同前述，FAO 提出不同品項的重量逕行加總之後，所計算出的糧食自給率，存在數量加總的問題，為此 FAO 指出可以利用「貨幣價值」為基礎或者是「營養價值」為基礎來加以解決，日本則在 1988 年後，通過「食料需給

¹ 雖然，FAO 手冊中提到產品加總可以利用營養成分或價格來加權平均，但是，其 SSR 係採取重量加總的方式來進行計算。

表」發表熱量自給率(或稱卡路里 (calorie)自給率；以下統稱熱量自給率)。

基於數量可加總與可比較性的基礎上，日本以衡量糧食自給率的計算指標有二：分別為以「產品熱量」及以「產品金額」為基礎，將不同單項的產品自給率進行加權平均，計算綜合糧食自給率 (Food Self-sufficiency Ratio)。而其計算公式如下：

1. 「產品熱量」為基礎之糧食自給率

$$R_{et} = \frac{\sum P_{it} E_i}{\sum C_{it} E_i} \times 100 \quad (3)$$

R_{et} ：以熱量計算之糧食自給率； P_{it} ：i 產品當年國內生產量；

C_{it} ：i 產品當年國內可供消費量； E_i ：i 產品每百公克所含熱量

2. 「產品金額」為基礎之糧食自給率

$$R_{pt} = \frac{\sum P_{it} V_{i,D}}{\sum [(C_{it} - NI_{it}) * V_{i,D}] + \sum [NI_{it} * U_{i,F}]} \times 100 \quad (4)$$

R_{pt} ：以價格計算之糧食自給率； $V_{i,D}$ ：i 產品國內價格；

$U_{i,F}$ ：i 產品進口價格； P_{it} ：i 產品當年國內生產量；

NI_{it} ：i 產品當年淨進口量； C_{it} ：i 產品當年國內可供消費量；

由式(3)及(4)中可得知，不論以產品熱量或是以產品金額為基礎之糧食自給率，數值區間皆位於 0 到無窮大之間，當糧食自給率愈高時，代表國內所消費之糧食 (包括食用及非食用)，由本國所生產供應之比率愈高，糧食安全的程度也愈高。以「金額」為基礎的糧食自給率，分母為國人為獲取糧食消費的總支出，分子則為國人消費國內生產產品的支出，反應一國之農業生產能力，所能夠提供國人生命與健康的「所得支付」能力；而「產品熱量」為基礎的糧食自給率，分母為國人為獲取糧食消費的總熱量，分子則為國人所消費國內生產產品的總熱量，主要係反應本國之農業生產能力，所能夠提供國人生命與健康的「熱量支付」能力。

除此之外，日本針對穀物部分所進行自給率的計算，係採數量加總的方式，其中包含有「穀物自給率」及「主食用穀物自給率」兩個項目。而「穀物自給率」(包含食用與飼料用)的計算概念與 FAO 相同，但「主食用穀物自給率」係為日本所特有的自給率計算方式，其主要意義在於將食用與飼料用兩部分的穀物供需加以區分，進而計算食用穀物的自給率，避免由於進口大量飼料穀物，致使所計算出的穀物自給率偏低，造成決策誤判的問題。其主要用途為衡量並反應其國人食用穀物的自給率水準。

值得一提的是，日本在類別產品自給率的計算中，另外提供一項利用「個別產品飼料自給率」調整之「個別產品自給率」。其主要理由是日本對於牛肉、豬肉與雞肉

的消費比例日益增加，從而日本當地飼養這些禽畜動物的穀類消費也大量增加，但這些穀類（如玉米等）的供給主要還是仰賴進口。也就是說，日本大量進口穀物飼養禽畜動物後，看似整體禽畜動物的自給率大幅的提高；但是，這些利用進口飼料穀物飼養所生產的禽畜產品，在某種程度上應將其視為禽畜產品的進口，因此，目前所計算的禽畜產品自給率將高於其國內提供飼料穀物所實際能夠生產的自給率。透過「個別產品飼料自給率」的調整後，「個別產品自給率」將低於目前生產與消費狀態下所計算的結果，反應該國實際生產該類產品的自給狀況。其計算方式可調整為：

$$SSR = \frac{\text{國內生產量} \times \text{飼料自給率}}{\text{國內生產量} + \text{進口量} - \text{出口量}} \quad (5)$$

上述各項自給率指標的優點在於，可以瞭解國內消費所糧食（包括食用及非食用）中，由國內生產供應之比率。但其缺點有：1.未考慮消費熱量在國民間的分配。2.當國外進口的數量減少時，雖可能造成國內糧食發生短缺現象，但由於計算糧食自給率時，國外進口的部分位於分母，致使糧食自給率反而上升，而得到糧食安全愈高的錯誤結論。

三、中國大陸之糧食自給率

中國糧食的概念，除包括稻穀、小麥、玉米、高粱、穀子及其它雜糧之外，還包括有薯類和豆類，其中稻穀、小麥、玉米、高粱、穀子及其它雜糧的總合又被稱為穀物。檢視中國最據權威的官方統計刊物「中國農業年鑑」以及「中國農業發展報告」，都沒有提供關於糧食自給率的統計資料分析資料。但是，中國農業科學院農業經濟與發展研究所郭燕枝等（2008）曾以中國農業發展報告的相關資料，計算中國的糧食供需指標包含糧食自給率與穀物自給率兩項，計算方式也是採 FAO 以重量直接加總，所得結果為 2007 年中國的糧食自給率為 98%，穀物自給率為 106%；同時，依據中國國務院 2008 年制訂的《國家糧食中長期規畫綱要》，2010-2020 年中國的糧食自給率目標為 95%以上，穀物自給率則是訂在 100%。

四、南韓之糧食安全自給率

依據南韓糧食計農林水產部 2011 年「農林水產糧食統計年報」，該國所涵蓋的糧食品項包含米、大麥、小麥、玉米、大豆、馬鈴薯以及其他穀物等 7 類。在個別產品部分，計算個別自給率以及個別糧食自給率。其中個別自給率係利用個別產品的國內生產量為分子，國內需求量為分母，計算而得；國內需求量包含：食用、加工、飼料與種子及其他。個別糧食自給率同樣的以國內生產量為分子，但是，分母部分則是以國內需求量扣除飼料後為之。至於在總合糧食部分，利用重量直接加總的方式，來計算總合自給率及總合糧食自給率，其計算方式同個別產品之計算。

李紀林、崔智賢、文賢京 (2001) 在「Calorie 基準食糧自給率分析」的討論，韓國「糧食供需表」自 1995 年開始，雖然也曾計算熱量自給率，但並未作為正式統計用。而他們的研究認為韓國的穀類自給率從 1975 年的 73% 到 1999 年的 29%，呈現持續下降的趨勢，海外糧食輸入依存度高，政府若不尋求其他的政策手段，糧食自給率將會繼續下降。糧食自給率持續的下降，不單單是糧食安保，可能更進一步地威脅到國家安全。

同時，南韓總統李明博提及 2010 年南韓糧食自給率（包括飼料用作物）僅 26.7%，因此，在 2011 年首爾舉行的國民經濟對策會議上宣佈「有必要把糧食的自給率提高到 50%」。

五、台灣之糧食自給率

台灣糧食自給率的計算和日本類似，可分成「價格為基礎」及「熱量為基礎」等兩種方式，其中熱量為基礎之糧食自給率的計算過程是一樣，惟「價格為基礎」之糧食自給率卻有所差異，為此以下將說明台灣糧食自給率之計算過程。

(一)分類：台灣將國內所消費之糧食依據初級產品型態分 10 大類、35 小類編算其自給率。(分類同糧食生產指數)。

(二)數量之調整：為釐清各項糧食之最終來源，並避免初級產品與加工品重複計算，因此在編算糧食自給率時，國內生產量僅考慮初級產品部分，加工品（包括水產類之乾漬品、乳品類之奶粉與其他製品及油脂類之各項產品）生產量略而不計，其進出口量則換算成原料後歸入初級產品中。由於進出口量調整之故，部分糧食之國內供給量會與「糧食平衡表」所載有所差異。

(三)計算公式及方法：糧食自給率係指國內消費之糧食（包括食用及非食用）中，由國內生產供應之比率。計算綜合糧食自給率則分別以價格及熱量計算，以反映各種糧食之相對重要性。

1. 產品熱量為基礎之糧食自給率

$$R_{et} = \frac{\sum P_{it} E_i}{\sum C_{it} E_i} \times 100 \quad (6)$$

R_{et} ：以熱量計算之糧食自給率； P_{it} ：i 產品當年國內生產量；

C_{it} ：i 產品當年國內可供消費量； E_i ：i 產品每百公克所含熱量

2. 產品金額為基礎之糧食自給率

$$R_{pt} = \frac{\sum P_{it} W_{i,3M}}{\sum [(C_{it} - NI_{it}) * W_{i,3M}] + \sum [NI_{it} * W_{i,3M}]} \times 100 \quad (7)$$

R_{pt} ：以價格計算之糧食自給率； $V_{i,D}$ ：i 產品國內價格；

P_{it} ：i 產品當年國內生產量； NI_{it} ：i 產品當年淨進口量；

C_{it} ：i 產品當年國內可供消費量； $W_{i,3m}$ ：i 產品最近 3 年移動平均價格

不論以產品熱量或以產品金額為基礎之糧食自給率，其數值皆位於 0 到無窮大之間，當糧食自給率愈高時，代表國內消費之糧食(包括食用及非食用)，由國內生產供應之比率愈高，糧食安全的程度也愈高。

利用糧食自給率作為糧食安全指標的優點，在於可以瞭解國內消費所糧食(包括食用及非食用)中，由國內生產供應之比率。其缺點為：1.此一指標並未考慮消費熱量在國民間的分配。2.此一指標並未扣除掉糧食中非食用的部分。3.當國外進口的數量減少時，雖可能造成國內糧食發生短缺的現象，但由於在計算糧食自給率時，國外進口的部分位於分母，此時糧食自給率反而上升，而得到糧食安全程度愈高的錯誤結論。4.計算產品金額為基礎之糧食自給率時，所使用的價格為將產品之國內價格與進口價格，加權之後所產生的最近三年移動平均價格，此時如果國內價格遠低於國外價格時，將可能造成國內生產的糧食價值被高估，使得糧食自給率被高估。

英國《糧食自給率》的編制內容概要

一、政策目標

依據英國環境、糧食與農村事務部(Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra)，對於糧食安全的定義為：「確保所有消費者於所有時間均能以可負擔的價格獲取足夠、安全且營養的食物，以維持健康而有活力的生活。」(Defra, 2006) 由於英國的糧食安全著重於以「可負擔的價格」獲取足夠、安全且營養的食物，因此，Defra 採取以價格為權重的糧食自給率作為糧食安全指標。

二、英國《糧食自給率》的主要內容

(一)糧食自給率的計算品項

英國糧食自給率的計算除了一般所計算的全體的糧食自給率外，還增列「傳統糧食(indigenous food) 的自給率」。主要理由是消費者可能肇因於偏好因素，而消費在國內一般無法取得的進口農產品或反季節(out-of-season) 農產品，而這些產品並非為了維繫生存所必需。(Defra, 2005)

因此，採用「傳統糧食的自給率」，主要係考量食物可以被本國所生產的部分(Defra, 2008)；此外，生產非傳統食物以及反季節食物，可能必須耗用大量的能源。(Defra, 2005)利用這兩種自給率來觀察糧食安全程度，對於糧食安全政策的制定會產生

不同的思考。

其中，全體的糧食自給率 (self sufficient ratio for all food; SSRa)的定義：

$$SSRa = \frac{\text{國內生產之食用糧食}}{\text{國內生產之食用糧食} + \text{進口食用糧食} - \text{出口食用糧食}} \tag{8}$$

(8)式中，進口食用糧食的部分為國內傳統 (indigenous) 生產的食物以及國內非傳統(non-indigenous) 可生產的食物。因此，Defra 之傳統糧食的自給率 (indigenous food self sufficient ratio; SSRi) 定義如下：

$$SSRi = \frac{\text{國內內生產之食用糧}}{\text{國內內生產之食用糧} + \text{進口傳統食用糧食} - \text{出口傳統食用糧食}} \tag{9}$$

至於如何將食物品項歸類為傳統、非傳統食物？Defra (2005) 在「The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development: Final report」一文中指出，其實傳統食物與非傳統食物的分類上，並無一個嚴格的定義。但提供其計算傳統的糧食自給率時，所使用食物分類 (表 1)。

其中，糖被歸類為傳統食物，主要是糖在英國可利用甜菜生產；肉類、動物脂肪以及蔬菜皆列入傳統食物；水果列為傳統食物者有蘋果及洋梨等，非傳統食物者則為香蕉及柑橘等，至於季節性水果如草莓、杏仁及其他軟性水果，則將其分別以傳統食物與非傳統食物各半計算；油料種子以及穀類中，小麥，玉米，燕麥，菜籽油等為傳統食物，而棕櫚油，大豆油，大米，高粱等為非傳統食物；其他未列名者則作為非傳統食物。

表 1. 英國之食物分類

	傳統的 (indigenous)	非傳統的 (non-indigenous)
1	糖 (Sugar)	--
2	肉 (meat)	--
3	動物性脂肪 (animal fats)	--
4	蔬菜 (vegetables)	--
5	蘋果和梨 (apples and pears)	香蕉，柑橘等 (bananas, citrus etc)
6	半數的草莓、杏仁與其他軟性水果(1/2 strawberries, apricots and other soft fruit)	半數的草莓、杏仁與其他軟性水果 (1/2 strawberries, apricots and other soft fruit)
7	小麥，玉米，燕麥，菜籽油等 (wheat, maize, oats, rapeseed oil etc)	棕櫚油，大豆油，大米，高粱等 (palm oil, soya oil, rice, sorghum etc)

資料來源：Defra, 2005, The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development: Final report.