

英国“20 : 20 小麦”研究项目调查

郭东波

(威海火炬高新区科技局, 山东 威海 264209)

摘要: 2012年6月13日, 英国洛桑研究所和英国生物技术与生物科学研究理事会联合发起了雄心勃勃的“20:20 小麦”研究项目, 计划在未来20年内, 即到2032年, 使英国的潜在粮食产量从目前的大约 8 t/hm^2 增至 20 t/hm^2 。实施“20:20 小麦”项目可使小麦潜在产量最大化; 可确定小麦根系吸水 and 养分的情况, 以提高小麦光合作用的效率; 可对作物进行改良。洛桑研究所是英国最大的农业研究中心, 有得天独厚的试验条件和世界领先的研究技术, 并注重国际合作和开放创新。期望通过对“20:20 小麦”研究项目的介绍, 为我国农业科研提供参考和借鉴。

关键词: 英国; 洛桑研究所; “20:20 小麦”项目

中图分类号: F356.131; S512.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.03.012

2012年6月13日, 英国洛桑研究所(Rothamsted Research)和英国生物技术与生物科学研究理事会(BBSRC)在“英国谷物2012”大会上联合发起了雄心勃勃的“20:20 Wheat”(“20:20 小麦”)研究项目^[1], 探索小麦增产和质量改善的方式。特别值得一提的是, 根据该项目计划, 在未来20年内, 即到2032年, 英国的潜在粮食产量将从目前的大约 8 t/hm^2 ^①增至 20 t/hm^2 。截至今日, 该项目计划实施已近1年, 其近期旨在突破小麦产量提高瓶颈的光合作用效率研究引起了业内的广泛关注。本文意在对该项目计划发起的背景进行回顾, 并对该项目计划的研究内容和特点进行介绍与分析, 以期为国内相关研究提供参考和借鉴。

1 “20:20 Wheat”研究项目的发起背景

随着全球人口的不断增长, 粮食安全问题愈发凸显。据联合国粮农组织(FAO)预测, 到2030

年, 全球粮食产量需求将提高40%以上, 到2050年, 全球人口将突破90亿, 届时, 粮食产量必须提高70%才能满足人们的吃饭需求。而不断增长的财富、水资源和土地资源的日益匮乏、消费模式的转换以及气候变化的影响等, 更加加深了粮食需求问题的严峻性。小麦作为世界上第一大主要农作物, 供应了全球人类卡路里的1/5, 是人们摄取蛋白质的重要来源之一。但自1980年以来, 小麦产量增长率呈下滑趋势, 这一趋势已引起国际社会的普遍关注。2010年6月, G20国家农业部决定联合发起“国际小麦改良计划”(International Research Initiative for Wheat Improvement)^[2], 旨在协调全球小麦研究, 应对全球粮食安全所带来的挑战。作为G20国家发起的“国际小麦计划”(Wheat Initiative)^②框架的一部分, 2012年11月, BBSRC、美国国际开发总署(USAID)和墨西哥国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)联合发起“小麦产量网络”

作者简介: 郭东波(1974—), 男, 产学研合作办公室副主任, 主要研究方向为创业与创新学。

收稿日期: 2013-11-21

① hm^2 为公顷的单位符号。

② “国际小麦计划”(Wheat Initiative)是“国际小麦改良计划”(International Research for Wheat Improvement)的简称。该计划于2010年6月为G20国家农业部长所采纳, 并于2011年9月15日在法国农业部举行的国际会议上正式发起。来自24个国家的125名代表, 包括56名科学家、46名国家或机构代表、22名公司代表或其他利益相关者以及1名科学记者参加了此次会议。

(Wheat Yield Network, WYN) 计划^[3]，计划在未来 20 年内，通过可持续方法把小麦产量提高 50%。

目前，世界小麦的平均产量是 3 t/hm²，但各个国家和地区间差别较大，其具体情况见表 1 所示^[4]。

表 1 小麦产量的区域差异

区域 (国别)	面积/hm ²	产量/(t · hm ⁻²)	产量/t	占世界产量百分比/%
非 洲	9 531 013	2.32	22.10	3.38
阿 根 廷	4 373 440	3.41	14.91	2.28
澳大利亚	13 507 000	1.64	22.14	3.39
加 拿 大	8 268 700	2.80	23.17	3.54
中 国	24 256 086	4.75	115.18	17.62
欧 盟	26 459 007	5.26	139.07	21.28
法 国	5 931 000	6.88	40.79	6.24
德 国	32 977 000	7.31	24.11	3.69
印 度	28 460 000	2.84	80.80	12.36
新 西 兰	54 762	8.12	0.44	0.07
俄 罗 斯	21 639 800	1.92	41.51	6.35
南 美	8 133 194	3.17	25.81	3.95
西 班 牙	1 907 300	2.94	5.61	0.86
英 国	1 939 000	7.67	14.88	2.28
美 国	19 270 900	3.12	60.06	9.19
世 界	217 219 395	3.01	653.65	100.00

数据来源：联合国粮农组织，2010 年。

就英国而言，尽管小麦亩产量在 20 世纪末曾一度保持稳中有升，但最近 15 年来，英国小麦收成几乎没有出现任何增长。目前，英国小麦的平均产量维持在大约 8 t/hm²。对此，英国没有静观其变。2011 年 11 月，洛桑研究所发布了最新科学战略《知识从何而生》(Where Knowledge Grows)^[5]，将粮食安全和环境研究结合起来，旨在为提高粮食作物产量和品质，开发在粮食和能源生产的同时保持环境可持续性解决方案，提供知识基础和新的实践做法。新战略关注动态和整合的方法，将从分子水平到与环境（空气、土壤和水等）互作各方面开展植物研究，其战略主题之一就是“20：20 Wheat”研究项目。2012 年 11 月，英国财政大臣乔治·奥斯本在英国皇家学会发表有关英国八大科技领域之未来的演讲时，强调了提高小麦产量这一

研究重点，借以巩固英国在小麦研究领域内的世界领先地位。乔治·奥斯本表示，政府准备每年拨款 4 亿英镑资助英国农业和粮食部门研究，包括洛桑研究所的“20：20 Wheat”研究项目^[6]。

需要一提的是，“20：20 Wheat”研究项目不只是针对英国国内的小麦产量。据该项目有关负责人表示，“20：20 Wheat”研究项目有望产生多重技术，继而造福整个世界。以非洲为例，小麦产量每公顷提升 2 t 就会对世界的粮食安全产生深远影响。

2 “20：20 Wheat”研究项目的主要内容

“20：20 Wheat”研究项目的主要目的是通过增加小麦潜在产量的知识基础和工具，在未来 20 年内将小麦产量提高到 20 t/hm²。该研究项目需

要长期的战略规划，涉及一系列的学科，并需运用综合性的研究方法，其面临的挑战包括：如何在提升小麦潜在产量的同时确保小麦质量，如何缩小潜在产量和实际田间产量之间的鸿沟，以及如何使投

入效能最大化以推进可持续发展。该研究项目由四大板块组成：小麦潜在产量最大化、小麦潜在产量的保护、土壤资源互动以及作物改良的系统方法。这四大板块和相互关系^[7]见图1所示。

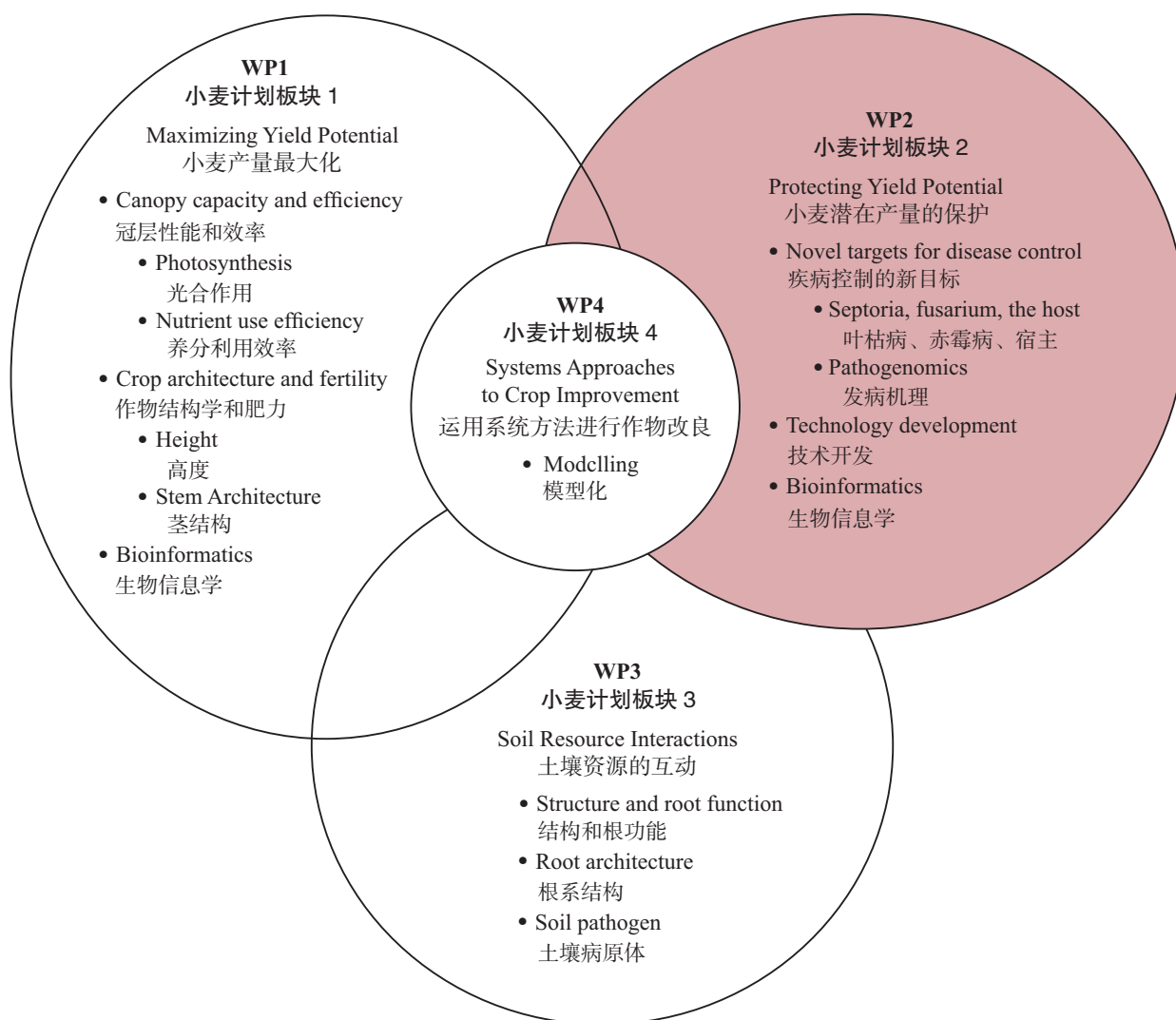


图1 “20：20 Wheat”项目研究集群

2.1 小麦潜在产量的最大化

根据运用新颖方法提高产量的要求，“20：20 Wheat”研究将聚焦基因型改进来提高整个作物生物物质和粮食产量，具体途径是增强光合作用效率，改变冠层和根系结构，改变种子发育状况，提升养分吸收利用效率；具体方法是育种、新种质开发利用、转基因和其他形式的基因组重构。这些大幅提升小麦产量的途径和方法的潜力，将通过C3植物和C4植物间的区别来展示和证明。在接受同样水量的情况下，C4植物的光合作用效率能高

出50%，这是由于光呼吸作用受到抑制的结果。

需要特别指出的是，光合作用效率被认为是突破小麦产量提高瓶颈的关键因素。玉米能比小麦吸入更多的CO₂，其把光能转变为生物物质并提高产量的效率是小麦的两倍。洛桑研究所发起的“20：20 Wheat”研究项目的一大目标，就是要使小麦光合作用的效率与玉米相同（目前，玉米光合作用效率为6%，小麦为3%），继而使其产量翻番。

2.2 小麦潜在产量的保护

“20：20 Wheat”研究项目将采用先进技术减

少由于病害所造成的损失，其病害包括壳针孢叶斑病、赤穗枯病以及小麦全蚀病。这些病害给英国和其他国家与地区的小麦产量造成了极为不利的影响。攻克这些病害，就平均而言，将会使小麦的产量提升 5%~10%。

2.3 确定土壤资源的互动

“20：20 Wheat”研究项目将形成对土壤和小麦根系性能交互作用的机理认识，以确定小麦根系对水和养分的吸收情况。高效的水利用率是理想光合作用前提条件，然而，小麦对渗透势的变化十分敏感，而渗透势的变化容易导致光合作用效率的降低，从而使大幅提高小麦产量方法的可能性仅为 10%~18%。

2.4 运用系统方法进行作物改良

通过以生理和环境参量为基础的作物模型，“20：20 Wheat”研究项目将研究基因-环境的交互影响，解开复杂的性状（如，资源使用效率），研究气候变化条件下小麦株型的性能。

3 “20：20 Wheat”项目研究优势

英国洛桑研究所建立于 1843 年，是英国最大

的农业研究中心，也是世界最古老的农业试验站，被誉为“现代农业科学发源地”。历经将近 170 年的尖端科学研究与创新发展，洛桑研究所已成为学科涵盖农业生态学、生物化学与作物保护、计算和系统生物学、植物生物学和作物科学、可持续土壤与草地系统等诸多学科的世界一流的综合性农业研究所。

洛桑研究所开展“20：20 Wheat”项目研究的优势主要体现在 4 个方面。

3.1 得天独厚的试验条件

洛桑研究所冬小麦试验田 Broadbalk 创立于 1843 年，占地 1.6 hm²（4 英亩）。1843 年秋，洛桑研究所第一次冬小麦播种试验在 Broadbalk 进行。作为洛桑研究所系列“经典田间试验”（Classical Field Experiments）^①之一，Broadbalk 冬小麦试验一直持续至今，成为世界上持续时间最长的田间试验。洛桑研究所对其给予了长期稳定的支持，从而保证了试验的可持续性和稳定性。这些试验的结果为冬小麦研究提供了独一无二的宝贵价值。洛桑研究所 Broadbalk 冬小麦长期定位试验小麦产量变化趋势^[8]如图 2 所示。

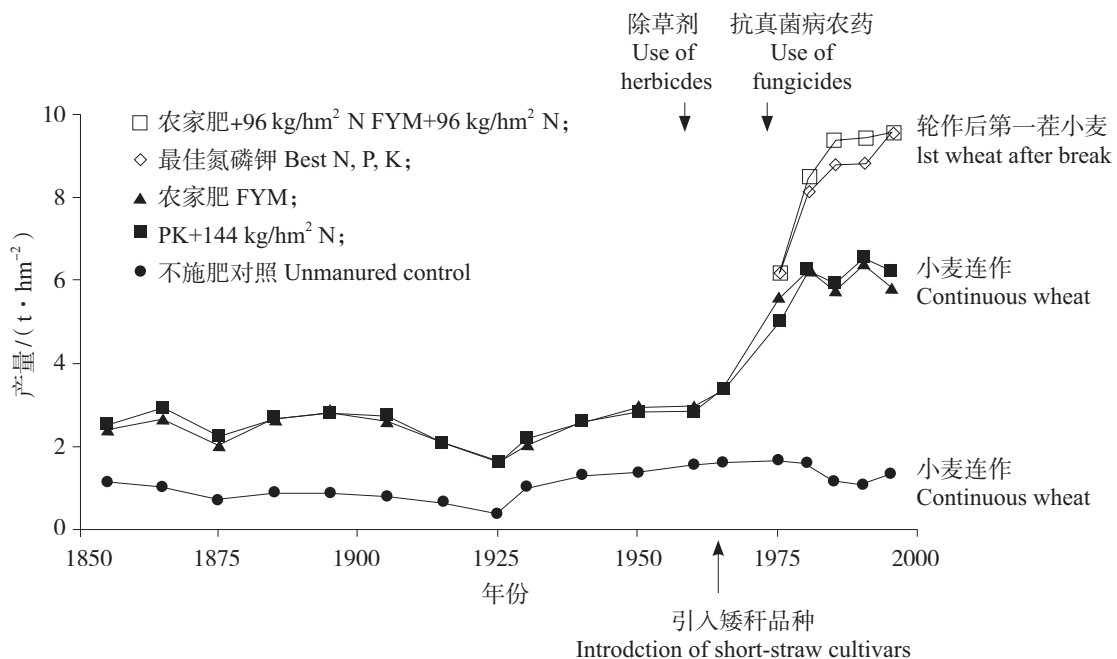


图 2 Broadbalk 冬小麦长期定位试验小麦产量变化趋势

① 1843 年始，洛桑研究所开始了多个田间定位试验，其最初目的是比较不同有机肥和无机肥对作物产量的效应。保持至今超过百年的试验有 7 个，其中以 Broadbalk 冬小麦试验、Hoosfield 大麦试验和 Park Grass 牧草试验最为著名。

3.2 世界领先的研究技术

洛桑研究所在如下研究领域内具有世界领先地位：光合作用、植物结构、养分利用率、小麦生物信息学和小麦病理基因组学等。就“20:20 Wheat”项目而言，其“促成技术”（Enabling Technologies）主要包括：转基因技术（Transformation）、定向诱导基因组局部突变技术（TILLING）、病毒诱导基因沉默技术（VIGS）、代谢物组学（Metabolomics）、生物信息学（Bioinformatics）和田间表型技术（Field phenotyping）等。

3.3 执着敬业的团队精神

“20:20 Wheat”项目具体由洛桑研究所植物生物学和作物科学（Plant Biology and Crop Science）部研究团队负责，约50名研究人员参与项目研究，Martin A J Parry教授为项目主导者。根据研究团队的优势以及不同学科的特点，“20:20 Wheat”项目研究课题被分为几个子课题，如，光合作用、基因沉默、转基因、N肥、P肥、K肥和生物技术等。在Martin A J Parry教授的领导下，项目研究人员分工协作开展研究。此外，这些研究人员定期召开会议（月度会议），就各自研究的进展和问题及时互相交流，形成协同，从而确保研究项目能够扎实、顺利地推进。

3.4 多方参与的开放创新

洛桑研究所国际科研合作历史悠久，是世界上合作交流最为广泛的农业研究所之一。在广泛合作交流的基础上，洛桑研究所积极拓展各领域的合作研究。既与欧美发达国家在高、精、深领域中密切合作，始终处于国际农业科学研究的前沿；又与发展中国家在技术推广、人员培训等领域紧密配合，促进农业新技术、新方法在世界范围内的推广和应用。“20:20 Wheat”研究项目的主要国内资助方为英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）。在此基础上，洛桑研究所与国内外各界在资金与技术等方面开展了广泛的合作。

在国内，洛桑研究所“20:20 Wheat”研究项目的合作伙伴包括埃塞克斯大学、诺丁汉大学和雷丁大学等学术机构，还包括英国国家农业植物研究所（NIAB）、约翰·英纳斯研究中心（JIC）等研究机构，以及利马格兰（Limagrain）、RAGT、Plant Impact等公司；在国外，洛桑研究所该研究

项目的合作伙伴包括中国、澳大利亚、比利时、德国、墨西哥、荷兰和美国，在中国，中国科学院、中国农业科学院、中国农业大学和西北农林科技大学等不同程度地参与了该合作研究项目。此外，洛桑研究所还就“20:20 Wheat”研究项目与“国际小麦计划”（Wheat Initiative）开展了合作。

4 “20:20 Wheat”研究项目对我国的启示

4.1 政府应加强对国内相关合作单位的支持

我国是世界上最大的小麦生产、消费和贸易大国，小麦在农业生产中的地位举足轻重。面临全球小麦生产历史现状和发展趋势，在突出解决小麦“量”的问题的同时，注重小麦产品质量，从而在确保粮食安全的前提下扩大出口创汇，成为亟待解决的问题。洛桑研究所在“20:20 Wheat”研究项目上注重在资金、技术等方面开展国际合作。建议我国政府加强对国内相关合作单位的支持，充分利用洛桑研究所特有的研究优势，共同分享研究成果，同时提升这些合作单位的国际知名度，培养和训练一批优秀的农业科研工作者^[9]。

4.2 政府管理层应给予农业科研自由的空间和长期稳定的支持

“十年磨一剑”！洛桑研究所“20:20 Wheat”研究项目将历时20年，是一个长期系统的研究与积累过程。鉴于农业科研项目连续性、长期性和稳定性等特点，从农业科技长远发展的角度出发，建议政府管理层给予农业科研自由的空间和长期稳定的支持，制定更为合理的评价方法，为优秀的农业科研人员提供稳定、持续的支持。而科研人员应具备高屋建瓴的前瞻性眼光^[10]，多一份耐心，多一份收获。■

参考文献：

- [1] BBSRC. Rothamsted and BBSRC Launch “20:20 Wheat®”[EB/OL].(2012-07-10)[2013-05-19].<http://www.bbsrc.ac.uk/news/food-security/2012/120613-pr-rothamsted-bbsrc-launch-wheat-20-20.aspx>.
- [2] Wheat Initiative. An International Research Initiative for Wheat Improvement[R]. France: Wheat Initiative, 2010.
- [3] BBSRC. New Multinational Wheat Initiative Aims to Raise

- Global Yields and Develop New Varieties[EB/OL]. (2012-11-30)[2013-05-24]. <http://www.bbsrc.ac.uk/news/food-security/2012/121130-n-new-multinational-wheat-initiative.aspx>.
- [4] Hawkesford M J, Araus J-L, Park R, et al. Prospects of Doubling Global Wheat Yields[J]. Food and Energy Security, 2013, 2(1): 34–48.
- [5] Rothamsted Research. Where Knowledge Grows[R]. UK: Rothamsted Research, 2011.
- [6] The Royal Society. Osborne Champions Science in a Speech at the Royal Society[EB/OL]. (2012-11-09)[2013-05-27]. <http://royalsociety.org/news/2012/osborne-at-royal-society/>.
- [7] Parry M A J. 20 t.ha⁻¹ in 20 Years[R/OL]. [2013-06-10]. http://www.productschapakkerbouw.nl/files/Presentatie%205%20Martin%20Parry_web.pdf.
- [8] 赵方杰. 洛桑试验站的长期定位试验：简介及体会[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(5): 147–153.
- [9] 李毅丹. 他山之石——英国洛桑农业实验站访学心得[EB/OL]. (2013-05-29)[2013-06-15]. <http://www.jldca.org.cn/article.asp?articleid=3594>.
- [10] 洛桑故事[EB/OL]. (2007-09-24)[2013-06-18]. <http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=235&do=blog&id=7785>.

The Investigation of Research Project “20 : 20 Wheat” in the UK

GUO Dong-bo

(Bureau of Science and Technology, Weihai Torch Hi-tech Park, Weihai 264209)

Abstract: On June 13, 2012, Rothamsted Research and Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC) jointly launched the “20 : 20 Wheat” program, aiming to help increase potential wheat yields in the UK to 20 t/hm² in the next 20 years. The program aims to maximize potential wheat yields by modifying crops to improve its photosynthesis efficiency. Rothamsted Research, as the largest agricultural research center of the UK, has uniquely advantageous test conditions and world-leading technologies, and pays attention to international cooperation and opens itself up to innovation. The paper conducts a review of this program’s background, gives an introduction to its research content and makes an analysis of its research advantages for domestic reference.

Key words: UK; Rothamsted Research; “20 : 20 Wheat” project