

HLPE
报告

5

粮食安全和营养问题高级别专家组报告之五

生物燃料与粮食安全

粮食安全和营养高级别专家组 2013 年 6 月 报告



粮安委
世界粮食安全委员会

HLPE
高级别
专家组

高专组指导委员会成员（2013年6月）

MS Swaminathan（主席）
Maryam Rahmanian（副主席）
Catherine Bertini
Tewolde Berhan Gebre Egziabher
Lawrence Haddad
Martin S. Kumar
Sheryl Lee Hendriks
Alain de Janvry
Renato Maluf
Mona Mehrez Aly
Carlos Perez del Castillo
Rudy Rabbinge
唐华俊
Igor Tikhonovich
Niracha Wongchinda

高专组项目组成员

John Wilkinson（组长）
Suraya Afiff
Miguel Carriquiry
Charles Jumbe
Timothy Searchinger

高专组协调员

Vincent Gitz

粮食安全和营养问题高级别专家组报告已由高专组指导委员会批准通过。

本报告表达观点不代表世界粮食安全委员会、其成员、参与者或秘书处的官方态度。

本报告可公开获得，鼓励对报告进行复制和推广。非商业用途根据要求可以免费授权。转售或其他商业用途，包括教育用途的复制可发生费用。申请复制或推广本报告应发送电子邮件至：copyright@fao.org，同时抄送cfs-hlpe@fao.org。

引用本报告：

高专组，2013年。生物燃料与粮食安全。世界粮食安全委员会粮食安全和营养问题高级别专家组报告，2013年，罗马。

目录

前言	7
概要与建议	11
引言	21
1 生物燃料政策	27
1.1 政策性生物燃料市场的兴起—巴西和美国的乙醇	28
1.2 欧盟的加入与生物柴油的兴起.....	30
1.3 美国和巴西生物燃料的新动力	32
1.4 政策出台—推动了全球范围的生物燃料市场	33
1.4.1 中国的生物燃料.....	34
1.4.2 印度的生物燃料.....	35
1.4.3 亚洲其他国家的生物燃料.....	36
1.4.4 南非的生物燃料.....	37
1.4.5 非洲撒哈拉以南地区新兴的生物燃料战略	39
1.4.6 拉丁美洲的生物燃料.....	40
1.5 欧盟和美国：处于十字路口的政策？	42
1.6 结论.....	44
2 生物燃料与技术前沿	47
2.1 生物燃料技术发展轨迹	47
2.2 技术对与粮食及饲料争地有什么影响？	49
2.3.1 成本效率.....	51
2.3.2 能源平衡.....	53
2.3.3 温室气体平衡.....	53
2.4 二代生物燃料时间表.....	54
2.4.1 处于十字路口的技术轨迹及投资	54
2.4.2 二代生物燃料对比其他形式生物能源.....	55
2.4.3 美国、欧盟、巴西和其他发展中国家的前景如何？	56
2.4.4 二代生物燃料：能成为发展中国家的替代燃料吗？	57
2.5 结论.....	58
3 生物燃料，粮食价格，饥饿与贫困	59
3.1 引言：打破“生物燃料与粮食价格”的悖论	59
3.2 生物燃料与粮食商品价格相互影响的基本机制.....	61
3.2.1 原料消费与生产反馈.....	62
3.2.2 粮食和燃料市场需求和供给层面的产品替代效应	63
3.2.3 可能不同的短期和长期反馈及替代效应	66
3.3 生物燃料与粮食价格方面的文献资料.....	66
3.3.1 粮食价格与原油价格通过生物燃料产能和需求而建立的联系	67
3.3.2 不断增长的美国玉米乙醇需求以及相关的玉米和油籽市场张力	69
3.3.3 巴西与甘蔗乙醇.....	71
3.3.4 生物柴油与欧盟.....	73

3.4	2007/2012 年价格上涨期间生物燃料与其他因素的相对作用	75
3.4.1	近期背景下与粮价上涨相关的其他因素	76
3.4.2	生物燃料可放大价格上涨中其他因素发挥的作用	78
3.4.3	近期商品价格上涨的主要发现及测算综述	79
3.5	能够形成有力的结论吗?	80
3.6	以作物为基础的生物燃料发展背景迅速变化所产生的政策影响	81
4	生物燃料与土地	85
4.1	土地可供量的问题	86
4.1.1	作物生产的现有“适用”土地	87
4.1.2	基于粮食和饲料需求预测得出的全球土地需求	89
4.1.3	当前生物燃料和生物能源目标引发的额外土地需要	91
4.2	“抢地”或“大规模国际土地并购”讨论中的生物燃料问题	93
4.2.1	土地投资的数据来源	94
4.2.2	对数据来源提供的证据的分析	95
4.2.3	生物燃料投资与传统土地权	96
4.2.4	可用土地的最佳用途? 大规模与小农户战略	97
4.2.5	就推行土地投资治理制度改革必要性达成的共识	98
4.3	直接、间接土地用途改变以及相互竞争的需求	100
4.3.1	直接、间接土地用途改变	100
4.3.2	“边缘”和“废弃”土地的潜力	102
4.3.3	考虑土地使用的多种功能	103
5	生物燃料与生物能源: 社会经济影响与发展视角	105
5.1	从本地和农村发展视角分析巴西的乙醇经验	106
5.2	巴西的生物柴油计划: 一种替代发展战略?	108
5.3	旨在评价发展中国家背景下生物燃料/生物能源发展对社会经济影响的尝试	109
5.3.1	可计算一般均衡分析	109
5.3.2	生物能源与粮食安全方法学工具包	112
5.3.3	“生物燃料与贫困人口”项目	112
5.3.4	微观层面的分析	113
5.4	生物燃料影响的性别视角	114
5.5	现代生物能源在烹煮食物、供暖和本地发电方面具有哪些效益?	115
5.6	不同层面的各种决策工具	117
5.6.1	项目、计划或政策分类	117
5.6.2	认证制度	118
5.6.3	推动制定国际协调一致的准则?	120
结论	123

参考文献.....	125
致谢	139
附录	140
A1 主要生物燃料政策对商品价格影响综述.....	140
A2 非洲的土地交易情况.....	142
A3 生物燃料：性别影响.....	144
A4 高专组项目周期.....	145

插图

图 1	生物燃料需求产生后对粮食、农业和能源系统的主要影响和作用	23
图 2	生物燃料生产，1980—2011 年	27
图 3	生物燃料、乙醇和生物柴油的区域生产和消费情况，2011 年	27
图 4	木屑、生物柴油和乙醇的净贸易情况，2011 年	31
图 5	全球木薯种植与收获面积（2006 年）	38
图 6	一代和二代生物能源的生产路径	48
图 7	不同原料的生物燃料生产成本	52
图 8	谷物小麦、水稻和玉米的市场联系（1960—2010 年）	65
图 9	生物燃料的生产能力为原油价格和粮食商品价格的紧密关系打开了大门.....	69
图 10	乙醇和玉米价格，以及美国用于燃料、饲料和出口的玉米产量	71
图 11	巴西的甘蔗产量，乙醇和糖产量及价格.....	72
图 12	2002—2010 年欧盟生物柴油生产与消费情况，2008 年原料构成（上部） 以及植物油商品价格（下部）	74
图 13	13 种主要作物的收获面积（1990—2010 年）	87
图 14	高专组项目周期	146

表格

表 1	部分生物燃料作物的土地利用强度，全球平均水平	49
表 2	运用技术经济分析测算出的不同纤维素生物燃料生产成本	52
表 3	各类燃料净能源投资收益率	53
表 4	部分生物燃料与汽油和柴油相比的温室气体减排情况， 未考虑土地用途改变所产生的影响.....	54
表 5	根据 2007 年《能源独立与安全法》预测的纤维素生物燃料产量（百万加仑）， 修改产量及实际产量*	55
表 6	美国 2011 年生物燃料消费水平与 2022 年预测水平	57
表 7	大规模土地投资的机会和风险	96
表 8	“全球生物能源伙伴关系”可持续性指标	120

插文

插文 1	巴西的生物乙醇计划以及巴西乙醇政策的后续阶段	29
插文 2	木薯：一种“新型”生物燃料原料.....	38
插文 3	一代、二代、三代，以及高级生物燃料.....	48
插文 4	供给与需求弹性	63
插文 5	价格影响小的表现可掩盖较大的需求调整	63
插文 6	各种原料之间的替代效应和市场联系.....	65
插文 7	原油价格与生物燃料价格之间存在相关性吗？	69
插文 8	美国农业净收益提高表明供需市场失衡.....	70
插文 9	饲料副产品有关系吗？	70
插文 10	长期模型是否得到合理运用？	81
插文 11	“可用土地”的说法	88
插文 12	糖和乙醇生产是巴西的一项农村发展战略：圣保罗州的实例	107
插文 13	非洲撒哈拉以南地区劳动性别分工、运输任务及时间贫困	116

前言

供养与助燃未来：协调发展粮食安全与能源安全

我有幸主持的粮食安全和营养问题高级别专家组（高专组）是联合国粮食安全委员会（粮安委）的科学与政策互动平台。高专组成立于 2010 年，旨在为粮安委提供可信的科学和知识咨询，支持政策制定。高专组以需求驱动为基础，提供了举各方之力、基于证据的科学技术响应，并将这些信息由知识拥有者直接传递给政策制定者。

高专组应粮安委的要求开展工作，提供以政策为导向的分析和建议，作为开展政策讨论的基础。自 2010 年建立以来，高专组已提交了以下四份报告，供粮安委于 10 月份在罗马召开的年会上进行审议，包括 2011 年的《价格波动与粮食安全》和《土地权属与农业国际投资》，以及 2012 年的《粮食安全与气候变化》和《粮食安全的社会保障》。2013 年，我们即将推出的两份报告将进一步丰富粮安委的讨论内容：《投资小农农业，促进粮食安全》以及《生物燃料与粮食安全》。

这六份报告都是应粮安委的具体要求编写，因此是需求驱动的报告。当前指导委员会的任期到 2013 年 10 月底结束。粮安委主席团正在确定下届指导委员会的人员构成，新一届指导委员会将于 2013 年 10 月开始走马上任。粮安委选择了以下两个主题，欲在 2014 年 10 月的会议上进行讨论：“可持续渔业和水产养殖对粮食安全和营养的作用”以及“可持续粮食体系范围内的粮食损失与浪费”。

我们已采取了一些必要的初步措施，以期帮助下一届指导委员会按时完成报告，提交 2014 年 10 月的会议讨论。

这是对粮安委表达的一种敬意，粮安委从不躲避困难、有争议和有挑战的主题。高专组清楚地知道，我们这个星球上的国家在社会政治、社会经济和农业生态状况方面可谓千差万别。因此，我们没有采取大一统的态度，而是提出各种政策方案，但底线永远是可持续的粮食和营养安全。

粮安委要求我们研究的主题总是充满挑战。分析对粮食安全产生的影响需要采取跨学科、放眼全球的方法。这一点尤为重要，因为我们的报告以需求为出发点——意味着报告必须要满足粮安委的需求，同时要考虑到粮安委成员国和参与方及其关注和期望的多元特点。这一点也不可或缺，因为高专组的报告旨在为粮安委、成员、参与方和观察员提供素材与咨询，供其讨论并做出政策决定。

为便于就生物燃料和粮食安全在国际上、政府间和多方利益相关者开展讨论，我们梳理了 1 000 多份文件和报告。这些报告如果只是简单堆砌显然于事无补。如是，政策制定者将面临艰巨的任务：选择适当、相关的文件，自行整理综述（且往

往是片面的），阅读所有各方的论点，努力了解他们的思路，并试着通过向其他人表述自己的观点而在辩论中发出自己的声音。

因此，粮安委关于生物燃料和粮食安全的讨论立足于一份报告，并以此作为辩论的出发点。这样就为实地经验等所有其他信息来源打开了一扇以政策为导向且具有政策相关性的窗口，并根据当前的知识、不确定性和争议，汇总各类科学观点，以期由此得出有力的结论。这就是国际社会在粮安委中对高专组提出的要求。

高专组的报告必须成为观点各异的利益相关方进行讨论的出发点。这些报告要提供全面的评估，涵盖各种方法和论点，从而为讨论奠定基础。报告必须浅显易懂，让政策辩论中的每一个人理解不同的观点和逻辑。简而言之，我们的目的是帮助人们理解为什么在某些情况下会出现不同的观点，以及如何推动在可持续粮食安全和消除饥饿与营养不良方面取得进步，从而推动辩论向前发展。

因此，高专组的报告非常特别。高专组不会开展新的研究，但要进行原创分析。我们的报告必须展现和解释各种视角，反映科学争议与不同方法，而这往往是各类观点存在差异的根源。我们的报告旨在促进各方对问题形成共同认识，并帮助面临不同需求和机遇的国家达成一致意见。

高专组由指导委员会领导，于 2010 年 7 月组建。我很荣幸成为高专组的主席。我想要在此特别强调我们工作上的一项独特之处，它使我们的工作科学方面挑战重重，但在专业方面又收获颇丰。粮安委的利益相关方希望获得的是知识和科学咨询。同时，他们多数又都掌握着丰富的知识。因此，我们在报告准备和编写之初就进行了两次公开磋商。两次磋商的目的都是更好地了解各方的关切，以及汇总更多的知识和证据。

在不到十年的时间里，全球生物燃料的产量已从 2001 年的不到 200 亿升增至 2011 年的超过 1 000 亿升以上，增长了五倍。2011 年 10 月，粮安委建议“适用和必要时，均衡科学地评估相关政策可能给粮食安全带来的机遇和挑战，并据此审查生物燃料政策，确保在社会、经济、环境各方面都可行的情况下生产生物燃料”。根据这条建议，粮安委要求高专组“以科学为基础进行一项比较文献分析，顾及粮农组织和全球生物能源伙伴关系开展的工作，评估生物燃料对粮食安全的积极和消极影响”。

编写生物燃料与粮食安全报告面临诸多挑战。二者关系涉及很多重大的全球性问题，例如能源、食物、土地使用和发展。生物燃料方面的出版资料很多，但仅有少数关注了对粮食安全产生的影响。

本报告涵盖了各种不同的视角和方法，从技术到经济，从宏观到微观，包括社会和政治问题。技术发展包括对下一代生物燃料的关注。更广泛地说，技术发展也取代了使用生物质生产能源（包括沼气）的问题。

指导委员会于 2013 年 5 月 13—15 日在北京召开的会议上批准了高专组的分析和建议。本报告中包含了这些分析和建议，现将报告提交粮安委。

高专组在工作中遵从粮安委通过的具体规则¹，确保了工作过程科学、可信，以及对各种类型知识保持透明开放。高专组指导委员会高度重视方法的完善程度，并采用了严格的分析程序。本报告由指导委员会任命的项目组在指导委员会监督下编写。工作过程开放透明，并融合了各类观点、建议和批评意见：项目组的职权范围以及项目组编写的零草案均提交进行公开的电子磋商。报告终稿经多位国际知名专家评审，然后由项目组定稿后提交指导委员会批准，再呈交粮安委。

我要向大量在巨大时间压力下帮助我们编写这两份报告的专家表示敬意。首先，我要感谢副主席 **Maryam Rahmanian** 女士和指导委员会中的所有同事，在研究于 2013 年 5 月获得指导委员会批准之前，他们一直孜孜不倦地为研究提供指导和监督。他们无私地奉献了自己的时间和智慧。根据粮安委的议事规则，项目组“在指导委员会的监督之下”开展工作。因此，每份报告我们都要求几位指导委员会成员自愿投入更多的时间和精力为项目组提供指导。我要特别感谢 **Igor Tikhonovich** 教授，他负责牵头指导委员会对本报告的监督工作。我还要感谢项目组组长 **John Wilkinson**（巴西/英国），以及项目组成员 **Suraya Afiff**（印尼）、**Miguel Carriquiry**（乌拉圭）、**Charles Jumbe**（马拉维）和 **Timothy Searchinger**（美国）。另外，我要感谢外部评审人员，以及对职权范围和报告初稿提供意见的大量专家。我要特别感谢高专组协调员 **Vincent Gitz**，他为高专组报告的编写做出了巨大的贡献，保障了报告的科学可信性和专业权威性。我们能够及时完成这些报告很大程度上要归功于他。

让我也向为本研究提供资助的出资方表达感谢。高专组由预算外资源供资，我们对于高专组职责和宗旨所获得的自发支持深为感动。

我们希望，本报告能在 2013 年 10 月份举行的下届粮安委会议上丰富政策辩论的内容。我要真诚地感谢粮安委主席和成员，以及粮安委主席团和粮安委咨询小组给予我们的鼓励。

我希望，我们的报告能够帮助各国制定实施综合全面的“**供养与助燃未来**”计划，确保可持续的粮食和能源安全。为此，我们要根据以下准则评估生物燃料政策的影响和可行性：

¹ 具体程序在附录 4 中有详细说明。

- 已设定的用于划定“可用土地”和相关资源的技术、社会和环境分区；
- 已采用的“负责任土地投资”的做法；
- 已建立的相关机制，确保有能力对粮价高涨和粮食可供量的问题（价格诱因、豁免、粮食储备“最低”水平）作出快速反应；
- 已对原料来源（国内/进口）和贸易的影响进行的评价；
- 已就政策对国内和国际粮食安全的影响开展的评价。

这种影响分析会帮助各国基于共赢条件提出政策组合，以便满足他们的粮食和燃料需求。

M. S. Swaminathan



高专组指导委员会主席，2013年6月12日

概要与建议

2011年10月，联合国世界粮食安全委员会（粮安委）建议“适用和必要时，均衡科学地评估生物燃料政策可能给粮食安全带来的机遇和挑战，并据此审查相关政策，确保在社会、经济、环境各方面都可行的情况下生产生物燃料”。根据这条建议，粮安委要求高专组“以科学为基础进行一项比较文献分析，顾及粮农组织和全球生物能源伙伴关系开展的工作，评估生物燃料对粮食安全的积极和消极影响”。

分析生物燃料与粮食安全的关系面临诸多挑战。二者关系涉及很多重大的全球性问题，例如能源、粮食、土地使用和发展。生物燃料的生产以及支持生物燃料发展的政策对粮食安全的四个维度既有促进，也有限制，包括可供量、获取、利用（营养）与稳定。把握生物燃料与粮食安全的关系，以及二者之间的相互影响和作用联系需要在全球和地方层面上开展评估。另外，由于发展变化日新月异，生物燃料发展动因及其对粮食安全（积极和消极）的影响之间关系错综复杂且未必会立刻显现，并且还需要对未来做出预测，因而两者的关系要以动态的视角进行分析。这种方法需要就众多参数做出假设，从生物能源的作用、技术进步，再到全球和地方层面的潜在影响。

概要

生物燃料政策

1. 公共政策是生物燃料产量不断扩大的核心推动力，这也带来了两方面的重大影响。首先，由于体制和自然禀赋差异，各个国家或区域的生物燃料构成千差万别，这也催生了各异的国家生物燃料计划和政策工具。其次，各国对生物燃料政策高度重视，因而往往倾向于通过关税或壁垒约束生物燃料的进口，以期保护国内市场。出口也受到政策刺激类似的影响。
2. 可供使用的政策工具种类繁多。
 - 政策可以从需求和市场培育入手：税收减免或强制要求在汽油燃料中掺入生物燃料（对燃料销售商或加油站的硬性要求）、公共采购（燃料或汽车）、车队补贴等用户激励，等等。政策还可以着眼于支持生产和销售：提供混掺或转型补贴，补偿汽油燃料以外的额外成本；对生物燃料作物提供农业补贴；公共银行为生物燃料生产链、安装以及基础设施方面的投资方提供支持；研发方面的公共支持；设立能源作物生产区（如，在欧洲可以使用现有的闲置土地）。
 - 另外，还有一些政策工具是贸易相关的约束措施，或是保护国内市场（如进口关税、资格要求、配额），或是限制出口（出口关税、配额）。

- 最后一类政策工具涉及到环境和技术标准，例如混掺阈值、燃料质量要求和燃料认证工具。
3. 现代生物燃料市场的兴起始于上世纪七十年代两次油价高涨。当时，各国纷纷出台替代燃料政策，但美国和巴西却借此培育了生物燃料乙醇市场和生物燃料生产行业，两国用于生产生物乙醇的原料分别是玉米和甘蔗。这两个国家均充分利用了其农业生产能力，而当时农产品价格走低也鼓励了对于替代用途的探索。宽泛的战略目标也非常关键，例如降低对于能源进口的依赖程度，以及在原油进口成本飙升的时期改善收支平衡，巴西尤为如此。
 4. 这些生物燃料政策涉及的不仅仅是监管问题，还借助强制性或刺激性混掺目标/硬性要求以及各种税收减免、补贴和优惠信贷措施培育了市场。
 5. 在巴西，甘蔗业抓住了 1975 年启动的“生物乙醇计划”（PROALCOOL）的契机：该计划着眼于供需双方，出台了各类政策，包括研发支持、供应或投资补贴、强制性安装乙醇泵、汽油税收以及监管政策。产量迅速扩大，仅用十年就达到了年产 120 亿升的水平。
 6. 美国在一战、二战和七十年代能源危机时期，人们对于寻找汽油燃料替代方式的兴趣达到了顶峰。但直到上世纪八十年代，政府出台《1978 年能源税法》（为汽油中混掺乙醇提供补贴）和《1980 年能源安全法》（为小型乙醇生产者提供保险贷款，规定了价格担保和联邦购买协议，并确立了进口乙醇关税）后，乙醇生产才开始取得实质性发展。生物燃料最初在玉米种植带开始兴起，乙醇是生产玉米糖浆过程的副产品。
 7. 二十一世纪最初几年生物燃料生产迎来新高潮时，这两个国家的政策已经稳固了生物燃料需求、市场和产业。本世纪头十年中，巴西的糖/乙醇行业已经可以不借助政府的直接控制并根据相关价格的走势独立运行；而分析表明美国的乙醇生产，得益于原油价格不断走高和甲基三丁基乙醚（MBTE）的禁用（自 2003 年起），也可以在没有强制规定的条件下生存发展。
 8. 在欧盟，半数的轻型车辆（在某些国家甚至是绝大多数待售的新车）都配置了柴油发动机，因而生物柴油在生物燃料政策中的地位更加重要。从原料的角度来看，这意味着为促进生物燃料生产，要对油料作物（相比谷物和甜菜）给予更多的倾斜。欧盟如果仅利用其内部的生物质则无法完全实现既定目标。因此，欧盟的生物燃料政策推动形成了一个全球化程度不断加深的生物燃料及其原料市场，发展中国家的农业也在其中发挥重要作用。目前，原料供应以拉美和亚洲为主。同时，生物燃料和原料的生产必须符合支撑市场发展的“可持续性”标准（如《燃料质量法令》和可持续生物燃料圆桌会议—RTSB）。
 9. 美国和欧盟的生物燃料政策正处于十字路口，两者都在考虑为基于粮食的生物燃料生产设定上限，上限标准接近现有生产水平。

10. 越来越多的国家（撰稿时已超过 50 个）现已通过了生物燃料政策，中国和印度车辆总和正在接近美国的水平，而且正以远高于美国的速度不断增长，同时伴随着温室气体排放和城市污染。在这些新兴国家的生物燃料政策中，粮食安全已经成为推动生物燃料生产的一个核心制约条件，中国、印度和南非均已明确要求，不得使用粮食作物或在粮食生产的土地上生产生物燃料。中国和印度都希望利用非粮食作物麻疯树生产生物燃料，这种植物在边缘土地上也能生长。南非则可以充分利用未开发的土地资源，例如那些在种族隔离时期被边缘化的土地。但迄今为止在上述三个国家中，利用所选作物和边缘土地有效种植生物燃料原料的潜力尚未得到有效证明。

生物燃料与技术前沿

11. 生物燃料发展与粮食生产的竞争程度以及引发粮食安全问题的严重性，取决于很多因素：

- 原料的选择；
- 自然资源（特别是土地和水）情况；
- 各种原料的相对效率（温室气体排放、单产、成本）；
- 采用的加工技术。

目前生物乙醇和生物柴油生产所使用的大都是粮食和饲料作物，因而对于生物燃料与粮食生产相互竞争的关切十分突出。

12. 原料和技术的选择在很大程度上决定了生物燃料生产的影响和粮食安全的政策。它决定着粮食、饲料与土地的竞争形式；不同的原料对于土地的需要也会不同。

13. 尽管第二代生物燃料开发的时限现在看来还过于乐观，特别是对照美国的《可再生燃料标准》来看，但首批商业规模纤维素生物燃料生产厂即将投产。目前正在开发探索各种原料转化的多种路径。在未来几年中，我们预计可以看到期盼已久的数据，包括这些技术的商业化运行成本以及相对绩效。根据这些信息以及相对绩效，可以压缩可行路径的数量。边干边学可以降低工业流程的成本，而这种成本是二代生物燃料生产成本的重要组成部分；工业进步通常快于农艺进步，能够更快地降低传统和先进生物燃料的原料成本。

14. 麻疯树的利用经验表明，使用任何一种新的生物质来生产生物燃料都会引发某种对土地和水的竞争，从而对粮食安全产生影响。

生物燃料、粮食价格、饥饿与贫困

15. 在不到十年的时间里，全球生物燃料产量已从 2001 年年产不到 200 亿升增至 2011 年年产超过 1000 亿升，增长五倍之多。产量增幅最快为 2007/2008 年，同时伴随着粮价激增（高专组，2011a），随后很多发展中国家的城市出现了粮

食骚乱。相较于 2002 年至 2004 年间的平均粮食价格，2008 年及 2011—12 年谷物和油脂的全球交易价格平均提高了 2 到 2.5 倍，糖类价格在 2000—2004 年价格基础上年均增幅从 80% 到 340% 不等。伴随价格增长，价格波动和价格暴涨都达到了七十年代以后前所未有的程度。

16. 近年来针对粮价上涨的各种研究列出了种种影响因素（高专组，2011a），但很多观察人士、以及从民间社会组织到世界银行等各类组织都认为生物燃料生产的需求激增是一个重要的推动因素。
17. 生物燃料与粮价关系的讨论一直以来都是研究文献中的争议性话题，各方对此观点不一。这是因为能够对价格体系产生积极或消极影响的因素与反馈回路众多。而且，这些积极和消极影响因素的相对强度在短期和长期来看都各不相同，还有一些延迟效应更是加剧了分析的复杂程度。专家争论也受到使用不同经济模型以及各种统计分析形式的影响，要得出有力结论显然无法避免至少某些复杂性。
18. 除生物燃料之外，很多因素确实影响着粮食的全球供需。对当前报告和分析而言，最为重要的不是所有因素对净粮食价格的净总体影响——这类影响已由高专组（2011a）进行了论述——而是在其他因素保持不变的情况下，生物燃料对于粮食价格的影响。这里面的一个主要挑战是将生物燃料的影响与其他因素的影响区分开来，以便从其额外影响的角度进行分析，从而了解其产生的额外价格效应。
19. 如果作物用于生产生物燃料，首先带来的直接影响就是削弱了粮食和饲料的可供应量。这会引发价格上涨，抑制贫困人口的粮食需求，同时也会刺激农民扩大生产。此外还有消费和生产层面的替代效应，这也是价格增长传导到其他作物的原因之一。
20. 以下结论源自于观察和分析，以及不同研究机构的研究结果：
 - (i) 其他因素保持不变，引入刚性的生物燃料需求确实会影响粮食价格。这种说法在各种情况下都站得住脚，即便在粮价因为非生物燃料因素下降的情况下也是如此。
 - (ii) 在过去几年（自 2004 年起）粮价的短期上涨中，生物燃料确实发挥了重要作用。关于生物燃料是否为最重要的推动因素目前仍有争议。生物燃料的重要作用主要是由于：
 - 近期供给总量的增长难以跟上需求总量的扩大，包括生物燃料的需求（禁用 MTBE，其他强制性生物燃料政策）；
 - 石油价格上涨通过生物燃料生产能力传导给粮食价格，因为生物燃料为主要粮食作物（玉米、油籽和糖类）提供了机会收益。
 - (iii) 不同的生物燃料影响各异，但只要这些作物在种植面积或在需求层面上可以相互替代，这些影响就会由一种作物波及另一种作物。不同市场的情形

也不尽相同。乙醇市场和生物柴油市场的发展轨迹不同。在乙醇市场上，增加的需求是以扩大玉米乙醇产量还是甘蔗乙醇产量来满足，产生的影响是不一样的。

- (iv) 生物燃料建立了粮食市场和能源市场的联系。这种联系，以及由此引发的价格关联，得到广泛认可；但这些关联的强度仍有争议。另外，短期（对于价格波动的影响）和长期关联也不一而同，主要取决于不同的生物燃料原料和路径。

这些结论有力地确证了高专组（2011a）的研究结果，且在很多重要方面对其研究结果进行了细化。

21. 在当前情况下，油价可以产生重要影响。随着油价不断走高，玉米乙醇和甘蔗乙醇对比汽油将会日益显现竞争优势，即便没有激励措施或关税保护（例如，美国于2011年底取消了一代（玉米）乙醇的税收抵免政策）也是如此。理论上，这将为玉米乙醇和甘蔗乙醇打开一个近乎无限的全球市场（高专组，2011a）。实际上，在美国和欧盟的当前监管框架以及生物燃料市场的当前发展水平下，强制要求和目标可以转化为技术或政策上限，例如美国的掺混阈值或美国和欧盟共同确立的全球限额都对美国的乙醇产能扩大构成了实质性屏障。生物柴油只有在原油价格很高的情况下才有竞争力，因此在没有重大技术进步的情况下，其发展仍受政府政策驱动，政策的任何变更都将会使其增长陷入停滞。
22. 如果国外市场愿意消化过剩的生物燃料产能，且诸如掺混阈值或目标上限等其他阻碍不会限制国内市场使用生物燃料，那么只要原油价格仍然高于生物燃料的生产成本，生物燃料需求就将继续扩大。最终，原油价格会为作物价格确定一个“机会最低价”，并形成石油市场的波动性和投机行为向粮食市场传导的空间。

生物燃料与土地

23. 除非利用作物秸秆和废弃物，否则生物燃料生产必须依赖土地。因而，生物燃料生产会与其他农业生产活动（包括其他形式生物能源的生产）、其他经济活动、城镇化、以及出于环境考虑（特别是生物多样性和碳汇）越来越多实行的土地保护竞争土地。最后一点对于生物燃料的生产尤为重要，因其目标之一是减缓气候变化；这意味着，在与碳汇行动出现竞争时，两种活动均应就其相对减缓潜力接受评估。土地可供量对于生物燃料发展和确保全球粮食安全的制约程度如何？
24. 这一争论需要就生产特定数量生物燃料所需土地和全球“可供”土地的现状和未来开展前瞻性审议，另外还要考虑到提高粮食产量满足需求增长的要求。这些问题的答案要建立在单产（作物单产、生物燃料单产）的假设以及土地可供量信息（包括数量和定义）的基础之上。

25. 很多关于土地可供量的研究都是着眼于计算“适于”农业生产的可用土地数量，并为此设定了高适宜性和低适宜性参数。很多评估表明，如果能够采用良好的管理操作方式，目前还有充足数量的土地可以用于满足未来的粮食需求；在生物燃料的讨论中，也提出了这一观点。讨论进一步表明，某些生物燃料的原料可在不适于种植粮食作物的土地上进行生产，因而不会与粮食争地。
26. 从农业生产角度讨论全球可用土地数量往往掩盖了“土地可供量”的其他维度。很多研究人员提出有必要更加清晰地说明“可供土地”的定义；一些研究人员倾向于使用“未充分利用的”土地，而其他研究人员对此不以为然，他们认为多数的土地都已得到利用，只是利用形式不同而已（高专组，2011b）。一些土地可供量方面的批判性分析指出，表面闲置或未充分利用的土地事实上大都可以划入传统的土地利用形式，从轮牧到休耕地，再到用于生产能源、补充食物或其他各类非粮食活动原材料的土地。
27. 特别是，很多人对于生物燃料在国内外大规模土地投资（通常称为“抢地”）中发挥的推动作用提出了质疑。最初，2008 年的研究文献中开始重点关注非洲撒哈拉以南地区，生物燃料被视为这些投资的重要推动因素，如果不是首要推动因素的话。后来的分析弱化了生物燃料发挥的作用，提出很多更广泛的关切：
(i) 财力雄厚但资源匮乏的新兴国家的粮食安全；
(ii) 2008 年金融危机之后对于占有稀缺资源的投机兴趣；
(iii) 粮食市场和生物能源市场由于使用同样的饲料作物（有时称为“多功能作物”）而逐步接轨，根据价格优势可以转向燃料市场，也可以转向粮食市场。尽管如此，还有很多文献表明，在很多发展中国家大规模生物燃料投资对于土地用途变更影响显著。

生物燃料与生物能源：社会经济影响及发展视角

28. 对很多国家来说，除了给农业发展带来非常必要的资本、技术和知识外，生物燃料还提供了重要的收入和就业机会。另外一些分析表明，生物燃料对贫困农民及其社区产生了不利影响，直接表现为土地征用，间接表现为大型农业生产集中了优势资源。
29. 发展中国家的生物燃料政策尚不完善，很多投资和举措仍处于不同的实施阶段。因此，对于长期影响以及宏观或区域范围影响的认识很大程度上仍停留在推测阶段。
30. 巴西的情况却是例外。巴西生产甘蔗乙醇已有 40 年历史，其雄心勃勃的生物柴油计划也已实施了十年之久。尽管相关的证据毁誉参半，但就圣保罗州的乙醇生产来看，很多研究表明与其他城市比较而言，特别是以养牛业为主的城市，乙醇投资对圣保罗市产生的影响更为积极。巴西生物柴油计划的设计初衷是基

于家庭农业以及传统的区域油料作物推动农村发展。巴西在这方面投入了大量的资源和创新，但十年之后从中受益的却是大豆产业以及组织化程度已经很高的部分家庭农民。另外一方面，该计划证实，如果小型农户不能获得基本的水土资源，那么从生产入手增加其收入基本上是无计可施。

31. 非洲撒哈拉以南地区是影响分析的一个重点，莫桑比克和坦桑尼亚分别运用了可计算一般均衡模型进行分析（后者是生物能源与粮食安全研究的组成内容）。这些国家贫困状况相当，但在能源和粮食依存度方面差异显著。在莫桑比克，粮价走高和燃料价格高涨存在直接的传导关系，导致该国福利指数迅速下滑（5%），家庭消费方面更是如此（7%）。另一方面，模拟研究显示，大规模种植生物燃料作物用于出口将会产生积极影响，GDP 总体增长 0.65%，农业产值增长 2.4%，工业产值增长 1.5%。坦桑尼亚的研究与粮农组织“生物能源与粮食安全”计划共同开展。该研究结果也表明，扩大乙醇生产取代粮食之外的其他出口作物也产生了积极的福利结果。
32. “生物能源与粮食安全”项目针对国别分析开发了具体的工具包，包括从国际视角对农业的长期分析，国家资源调查，针对单个项目具体的可行性研究以及对于潜在影响的社会经济分析。针对秘鲁、坦桑尼亚和泰国开展了分析工作，分析范围涵盖了发展中世界的各个大陆。
33. 越来越多的研究试图让政策制定者关注将性别视角纳入生物燃料发展的重要意义。这些研究重点强调了有保障获得土地及拥有土地是决定扩大生物燃料原料生产能否让农村贫困人口，特别是女性，获益的一个重要因素。
34. 在一些农村比重较大的发展中国家里，交通燃料没有那么重要，绝大多数农村贫困人口无法获得能源；在这种情况下，生物燃料的最佳使用方式是通过生物能源举措，为煮饭、供暖和本地供电提供能源。在这方面，发展中国家的数百项举措得到了支持，目前亟需将最为成功的经验作为基准，以便日后安排供资和推广。
35. 考虑到国家禀赋方面的各种关键变量以及经济发展水平和城镇化进度，很多学者将各种经验分门别类，提出了生物燃料/生物能源在发展中国家推行的条件，以及这些政策在各个国家的具体着眼点。在农户层面也进行了类似的归类，以期评估相对的收入和就业影响。这些分类可以成为引导各国制定国家和地方生物燃料政策的重要工具。

建议

粮食安全政策与生物燃料政策相辅相成，不能孤立看待。粮食安全和食物权应当成为生物燃料政策设计的重点考虑。

政府应确立以下原则：生物燃料不应削弱粮食安全，因而对于生物燃料的管理要确保粮食获取，或粮食生产的必要资源（主要是土地、生物多样性、水和劳动力）不得因为生物燃料而面临风险。粮安委应采取行动，确保这一原则在所有国家的不同情况下均可得到有效落实。

考虑到全球生物燃料市场的发展趋势，以及生物燃料发展由政策驱动转向市场驱动的大背景，现在亟需在国家和国际层面上就粮食安全政策、生物燃料/生物能源政策以及能源政策进行积极密切的协调，并建立快速响应机制防范危机出现。

此外，现在迫切需要为符合粮食安全目标的粮食和非粮食投资创造负责任的有利环境。

高专组建议各国政府采纳协调一致的粮食安全和能源安全战略，这需要对以下五个内容/维度进行清晰阐释。

1. 适应全球范围内市场驱动发展动态的不断变化

- a. 各国政府必须调整生物燃料政策，并建立相关机制防止（市场驱动的）生物燃料需求对粮食安全构成威胁，即推动粮价走高，阻碍土地和粮食相关资源的获取。
- b. 各国政府与利益相关者应在适当的场合推动此类政策与机制的国际协调，也可在危机发生时采取短期的协调应对措施。
- c. 粮安委可邀请全球生物能源伙伴关系、商品问题委员会及其下设的政府间谷物小组对各种方案进行审查和评价，并据此就可能的应对措施提出建议。
- d. 粮安委可建议/要求各国政府定期向“农产品市场信息系统”通报其生物燃料政策及目标，以期建立全面综合的数据库。

2. 应对生物燃料政策对土地、水和资源产生的影响

- a. 各国政府应确保粮安委正在制定的负责任农业投资原则得到有效落实和监督，特别是生物燃料生产方面的投资。
- b. 应将自由、预先知情同意原则，以及土地使用投资所有相关各方的全面参与作为所有土地投资的前提条件。
- c. 在实施《国家粮食安全范围内土地、渔业和森林权属负责任治理自愿准则》方面采取的措施时，应确保生物燃料投资不会削弱土地权属，并确保女性能够充分参与土地谈判，其土地权属得到承认。
- d. 政策中必须纳入水土影响评估，确保如果没有土地使用对水资源影响的评价，就不能进行土地交易。
- e. 所有作物都在竞争获得土地或水、劳动力、资本、投入品和投资，目前还没有哪种神奇的非粮食作物可在边缘土地上实现和谐的生物燃料生产。因

此，对非粮食/饲料作物应与粮食/饲料作物一样，就其直接和间接的粮食安全影响接受严格评估。

3. 推动由生物燃料政策转向综合全面的粮食—能源政策

- a. 各国政府应推行涵盖范围大于生物燃料的综合全面的生物能源政策，推动发展现代生物质产业；这在很多发展中国家都可以成为有效的发展战略，除提供运输燃料外，还可提供高价值产品，为厨用提供电力和替代能源，为水资源管理和本地生产设施供电。
- b. 各国政府应支持小农户基于公正平等的市场准入条件及合同安排融入生物燃料和生物能源的价值链。
- c. 作为协调一致的粮食安全和能源安全战略的重点内容，各国政府要探索其他政策措施（如提高燃料效率，转向混合装载运输，以及开发替代可再生燃料），以便根据发展中国家和发达国家的具体情况减少化石能源为基础的运输，以及相应的温室气体排放。

4. 促进研究开发

- a. 研究开发（研发）在提高生物燃料生产的技术效率方面可以发挥重要作用，从资源和工艺的角度来看均是如此。研究伙伴应针对最不发达国家和最需要获得能源的小农户的需求设计解决方案。在这方面，公共部门也可以发挥重要作用，即与私营部门合力升级相关的研发系统，并为研发系统提供资金。
- b. 研究项目应核查一代和二代生物燃料能否以及怎样帮助恢复退化土地，以及更好地进行流域管理。此类研究可与全球土壤伙伴关系和全球水伙伴关系合作开展。
- c. 现有生物燃料技术以及储备的生物燃料技术能效相对较低，因而研发资源应用于支持更加先进的可再生能源路径加速商业化进程。
- d. 为了给决策提供更好的依据，各国政府、粮农组织、以及研究和相关机构应倡导推动粮食安全及生物燃料评估和预测方面的信息交流与合作，包括就使用的假设、方法、工具和数据提供透明信息。

5. 就国家和国际层面协调一致的粮食、生物燃料和生物能源政策建立方法与准则

- a. 粮安委可鼓励粮农组织与利益相关方制定相关方法，包括分类方法，根据土地和水的可用情况、人口密度、粮食和能源需求、农业产量、人均收入以及其他相关因素来评估国家生物燃料潜力，引导各国在国家粮食安全和能源安全计划中纳入生物燃料/生物能源政策。

- b. 粮安委可邀请全球生物能源伙伴关系启动包容性进程，确保只有融入多个利益相关方、能够全面参与且透明的认证制度才能获得认可进入生物燃料市场。这些制度还要限制交易成本，避免将小农户隔离在外。
- c. 尽管难以要求所有的农业生产都满足国际公认认证制度通过的可持续性标准，但如何改进宏观层面上的农业可持续性还是应当作为一个问题提出来。粮安委可邀请农委就制定农业活动和农产品的可持续性标准编写提案，并要通过认证计划的验证。
- d. 粮安委可在粮农组织和全球生物能源伙伴关系的支持下，开始制定相关准则，可由各国通过并用于评价生物燃料政策的影响及可行性。这些准则应考虑：
 - i. 已设定的用于划定“可用土地”和相关资源的技术、社会和环境分区；
 - ii. 已采用的“负责任土地投资”的做法；
 - iii. 已建立的相关机制，确保有能力快速应对粮价高涨和粮食可供量的问题（价格诱因、豁免、粮食储备“最低”水平）；
 - iv. 已对原料来源（国内/进口）和贸易的影响进行的评价；
 - v. 已就政策对国内和国际粮食安全的影响进行的评价。

引言

2011年10月，联合国世界粮食安全委员会（粮安委）建议“适用和必要时，均衡科学地评估相关政策可能给粮食安全带来的机遇和挑战，并据此审查生物燃料政策，确保在社会、经济、环境各方面都可行的情况下生产生物燃料”。根据这条建议，粮安委要求高专组“以科学为基础进行一项比较文献分析，顾及粮农组织和全球生物能源伙伴关系开展的工作，评估生物燃料对粮食安全的积极和消极影响”。

编写生物燃料与粮食安全报告面临诸多挑战。二者关系涉及很多重大的全球性问题，例如能源、食物、土地使用和发展。生物能源和生物燃料都可能成为一国能源的重要组成部分。尽管现有多种可再生能源可用于发热发电，但目前能够替代汽油、柴油和航空燃料等液态化石燃料的唯一方式却只有生物燃料（国际能源署，2013）。

生物燃料的生产以及支持生物燃料发展的政策对粮食安全²的四个维度既有促进，也有限制，包括可供量、获得、利用（营养）与稳定性。把握生物燃料与粮食安全的关系，以及二者之间的相互影响和作用联系需要在全球和地方层面上开展评估。另外，由于发展变化日新月异，生物燃料发展动因及其对粮食安全（积极和消极）的影响之间关系错综复杂且未必会即刻显现，此外还需要对未来做出预测，因而两者的关系要以动态的视角进行分析。这种方法需要就众多参数做出假设，从生物能源的作用，到技术进步，再到全球和地方层面的潜在影响。

本报告必须涵盖各种不同的视角和方法，从技术到经济，从宏观到微观，包括社会和政治问题。尽管某些情况下存在很大的数据缺口，特别是生物燃料的发展方兴未艾，但报告还是要克服这些困难。这种情况下总是会存在一定的风险，即把注意力都放在最为熟悉（包括评估政策和影响的方法）或知晓度更高的方面；某一个层面或维度可能会掩盖其他维度，出现一厢情愿的思维定势，并在缺乏翔实充足实地证据的情况下相信所谓的科学或保障。

此外，这个话题非常敏感，甚至参杂了个人的情感一如那些群情激奋的“要粮食还是要燃料”的口号，或是那些充满讽刺的画报，把用玉米制作龙舌兰酒和用玉米生产乙醇供富人体验新型汽车的图画比邻而放，这些都加剧了科学进程的复杂程度。

生物燃料政策创造了传统粮食作物的新需求，也为其发展提供了支撑。生物燃料的发展给粮食、农业和能源制度带来了连锁效应（见图1）。现有市场和新兴市场机会的竞争不断加剧。各方因出发点不同，或关注前者，或着眼后者，使“生物

² “只有当所有人在任何时候都能够在物质上和经济上获得足够、安全和富有营养的粮食来满足其积极和健康生活的膳食需要及食物喜好时，才实现了粮食安全。”（世界粮食峰会，1996）。这个定义广为接受，它涵盖了粮食安全的下列内容：

- 粮食可供量：通过国内生产或进口可提供质量上佳、数量充足的食物。
- 粮食的获取：个体能够获得充足的资源（权利），以便得到营养膳食所需的适当食物。
- 利用：通过充足的膳食、清洁的水源、卫生和健康服务利用食物，以期达到营养的良好状态，满足各项身体需要。
- 稳定性：为保障粮食安全，人群、家庭或个人必须在任何时候都能获得充足的粮食。

燃料和粮食安全”的讨论“众说纷纭、莫衷一是”。

1. 生物燃料推高总体需求促生了第一个层面的争论，即生物燃料在多大程度上造成供人类消费的粮食发生了直接转移，或是用作动物饲料的粮食发生了间接净转移（“对比生物燃料没有发展的情形”）。
2. 生物燃料刺激粮价上涨和波动加剧是很多争论的焦点，本报告对这一问题的关注是其引发了第二个层面的争论：粮价高涨对粮食安全的影响（高专组，2011a）。随着粮价走高，贫困和饥饿人群获得粮食的能力不断削弱。另一方面，价格上涨也惠及了部分农民，使其收入和粮食安全水平均有提高——主要是粮食净卖方，他们可以储备粮食进行投资，在需求扩大的时候从中谋利。价格上涨和需求扩大也是产量提高的刺激因素。
3. 生物燃料生产还为转型过程创造了新的就业机会，另外，响应新兴消费者和富裕阶层的需求，生物燃料生产还催生了新的经济活动。收入增长的消费者群体将会更加方便地获得食物。那么核心的问题是：这些结果（就业增多、收入提高、农村发展加速）会优于不发展生物燃料，或采用其他形式支持农业发展的情况吗？
4. 生物燃料生产伴生大量副产品，作为牲畜饲料尤有价值（粮农组织，2013）。这可以抵消一部分燃料原料与饲料原料的竞争，甚至还能提高原料产量，降低特定饲料原料的成本，并对畜牧生产（和效率）产生积极影响，从而有利于保障粮食安全。
5. 生物燃料的发展会加剧对土地和水的竞争，进一步限制小农户和原著人群获取赖以生存的自然资源。
6. 生物燃料发展会带来新的土地利用形式，影响生物质的获得，而这些正是小农户家庭厨用能源的主要来源。另一方面，特别是在能源短缺国家或电网无法覆盖的偏远地区，生物能源和生物燃料对比传统的生物质能源可以成为更加清洁便利的能源形式，可在农村发展中发挥重要作用。

这些影响和反馈性质各异，且全球和地方层面的体验也不尽相同，主要以本地条件为准。

争论的焦点是可用于联合开发并增加能源和粮食生产的土地可供量。

首先，“是否有可用的土地？”这个问题要考虑到可供量的多个维度：从实际可供量，到农艺、法律、环境和社会等维度。“可用于”生物燃料发展的地区取决于所有这些维度的适度平衡，以及为这些维度确定的先后次序。

其次，上述每个维度内都存在着各自的争论。例如，实际可供量问题的争论就围绕可用生产性土地公顷数上是采用“马尔萨斯”的立场，还是更为“乐观”的立场，事实上这也反映出“悲观主义者”和“乐观主义者”对于全球单产提高的不同信念，从边缘土地一直到最高品质的土地。另一个例子是环境维度，争论双方一方认为每宗土地使用必须满足多重目标（农业的“多功能性”，提供能源作为其中一项功能），另一方则持“专业化”视角，即在取舍与特定目标（粮食生产、能源生产、环境保护、小农户与开发）关联的各种专业化土地用途时要在更宽泛的层面上，乃至全球层面上加以考量。

不同时间节点产生的影响可能也不尽相同，这使得关于生物燃料的讨论更加微妙。生物燃料的发展速度对农业和农业企业生产体制的影响显著，同时也给粮食安全带来了不同程度的挑战。

1. 随着政策措施引发了生物能源的需求，生物能源先是与粮食出现竞争，后来逐步推高了粮食产量。
2. 总体而言，需求扩大³造成的全球影响将首先显现，受到冲击最大的是贫困和饥饿人群（高专组，2011a）。积极影响需要更长的时间方可出现，不论是投资价格走高引起的全球影响，还是对收入、工资及发展产生的本地影响。
3. 由于购买土地生产生物燃料与实际投产之间存在几年的时间间隔（如统计数据显示），因而对于生物燃料和“土地兼并”之间联系的所有推测都很难建立在翔实的证据之上。对发展产生的更为积极的“溢出”效应也要过几年时间才能见诸笔端。巴西是一个需要特别研究的案例。除此之外，多数发展中国家的项目都时间不长，因此缺乏关于项目影响的证据，不管是有利的还是不利的。
4. 围绕生物燃料的部分争议也是建立在两种不同论调角力的基础上，他们认为随着时间的推移，生物燃料的不利影响一定会增强或减弱。第一种论调着眼于全球层面的不利影响，认为这些影响随着生物燃料的发展将不断放大。第二种论调则提出，生物燃料能够产生其他的有利影响，或技术进步将会显著减缓初期产生的不利影响，且竞争强度也会随着时间的推移慢慢弱化。

论调两极分化最为重要的原因是，大家普遍认为这种新的需求是政策刻意作用的结果，“非自然形成”，同时也很容易逆转。在某种程度上，美国、欧盟和巴西的生物燃料发展都具有象征意义，“政策成功地拉动了变革”，实现了建立农业产业集群的目标，当然这也是值得国家骄傲的事情。毫无疑问，这也是生物燃料支持派和反对派在政策辩论中积极活跃的原因所在：在一定的油价水平下，政策至少在一定程度上已经且可以引发这一领域的变革。

因此，这个问题超越了生物燃料生产的影响，而是生物燃料政策（强制要求、税收减免、资源投向不同用途的先后排序）带来的不同影响。当然，这些问题息息相关：生物燃料生产的发展是各项政策协同发力的结果，但这些政策的落实方式以及演变路径也产生了一定的影响。

例如，通过研发投入支持产量提高与直接支持需求产生的影响就有所不同。这里

³一些特例情况除外，例如巴西的甘蔗乙醇，甘蔗产量与乙醇需求保持同步增长，因而对出口能力影响较小，也未出现与粮食用途的竞争。

面的关键问题是，如果没有此类政策，或借助其他政策发展农业，将会是何种情况？

例如，强制要求（总体需求的一部分）作为一个重要的政策工具似乎比补贴更加合乎市场原则；但是，强制要求给需方带来僵化规定，因而还是扭曲了市场。新的需求对价格体系有两重影响：首先，在所有条件相当的情况下，这种需求是一种额外的需求；其次，生物燃料需求持续存在将会改变，且可能扩大对其他要素的价格影响（包括产量冲击、投机以及库存水平等等）。

如果说强制要求失于僵化，那么引入灵活性能否带来利好呢？强制要求出台的背景是美国和欧盟农业产量“过剩”，这种要求可以保护农民不受价格急剧下滑的影响，从而起到缓冲的作用。当前的环境迥然不同，在库存趋紧、各类风险激化价格波动的背景下，强制要求是否还能发挥缓冲作用，为市场、农民和饥饿人群提供保护？在出现粮食安全危机时，强制要求能否引入灵活、可逆的操作方式临时性减少生物燃料的需求，而不是继续扩增需求？

由于上述问题非常复杂，本报告无意于为生物燃料勾勒总体蓝图，也不能对粮食安全进行全面审议。相反，本报告的目标非常具体，即分析生物燃料政策以及生物燃料市场发展对粮食安全产生的影响。

报告从生物燃料政策、技术发展轨迹、价格和土地的角度梳理了生物燃料与粮食安全的关系。每个维度的内容都是在对近期相关文献批判性分析的基础之上展开讨论，包括政策文件、大型研究机构和网络的结论、个人学术论文、专业期刊和商业研究，此外还运用了民间社会的资源，特别是生物燃料投资数据库和案例研究。关于最新的政策和技术发展，能够找到的可用数据资料几乎都未经同行审查。只要这些资料具有足够的公信力（知名机构委托完成的报告、专业期刊、大型企业的报告等等），我们都在研究中予以保留。

生物燃料作为交通运输用化石燃料的替代品是生物燃料政策的核心内容，但我们的报告也考虑了生物能源方面的生物质利用。采用沼气（可同时用于供暖、供电和交通运输）作为实现可再生能源目标的战略也体现了这个宽泛的概念。转向发展中国家，特别是那些农村人口居多的国家，生物能源在此类政策中的地位更加凸显，因为电力、能源和供暖的问题往往比运输燃料更为迫切。

如上所述，我们的出发点是现在广为接受的对粮食安全多面性的理解—获得、可供量、使用和稳定—这些方面受到价格、有无生产资料，以及食物供应充足程度的影响，特别是能源和清洁水源的获得。最后，粮食安全取决于这些因素得到保障和可以预测的程度。本报告分章节阐述这些维度的一个或多个。

第一章梳理了发展中国家和发达国家的生物燃料政策，表明三大主产国/区的主

要考虑包括能源安全、替代农业用途或气候变化考虑。但是，随着亚洲主要新兴国家接纳生物燃料，粮食安全很快成为了利用非粮作物相关决策和与粮争地原则的核心内容。非洲撒哈拉以南地区国家最初可能受到农业新市场、外国投资和能源安全关切等机遇的驱动，但他们也越来越多地突出粮食安全的重要性。本章中，我们还讨论了生物燃料政策缔造生物燃料市场的方式，但在某些情况下，市场价格信号已经成为了主要的刺激因素。

第二章着眼于不同类型的原料和工业过程，并分析了对粮食安全问题的不同影响。在欧盟和美国，将粮食作物用作生物燃料的原料受到质疑；而在亚洲和非洲，曾被寄予厚望的麻风树表现却不尽人意。二代生物燃料尚未如期投入使用，而新的信号表明，尽管诸多原料和技术路线仍在相互竞争，但商业生产可能还没做好启动准备。生物燃料在原料使用和工业流程方面差异显著，这一考虑贯穿报告通篇。

第三章着重阐述生物燃料对食品价格水平和波动的影响，而这方面对粮食安全的获得和稳定至关重要。作者查阅了大量文献资料，并讨论了其中提及的各种解释因素。这里面的核心关切是要找出生物燃料在农产品价格激增过程中的增量作用。报告简要评价了农产品价格分析使用的各种模型，并重点介绍了这些模型在反映价格快速剧烈变化方面的困难。

第四章分析了生物燃料对粮食生产用地的影响，以及生物燃料投资对于土地获得和土地权利的影响方式。因此，本章的问题是可供量的问题，以及可供量得以保障的程度。本章对于水的讨论凸显了其在确保粮食安全可供量和使用方面的核心地位。近年来，外资土地并购异军突起，常常被贴上“抢地”的标签；报告首先从实证和数据来源形式的角度检视了土地并购情况及其与生物燃料投资的关系，然后引入了对于这一现象的不同解读。报告认为，生物燃料的争论实质上是关于农业发展最适当模式的更大范围争论。

伴随着这些投资的广泛争议让人们进一步反思土地可供量、社区权利，以及为土地投资设立治理框架的理念，包括土地权利监管措施、农业经济区划以及认证项目。

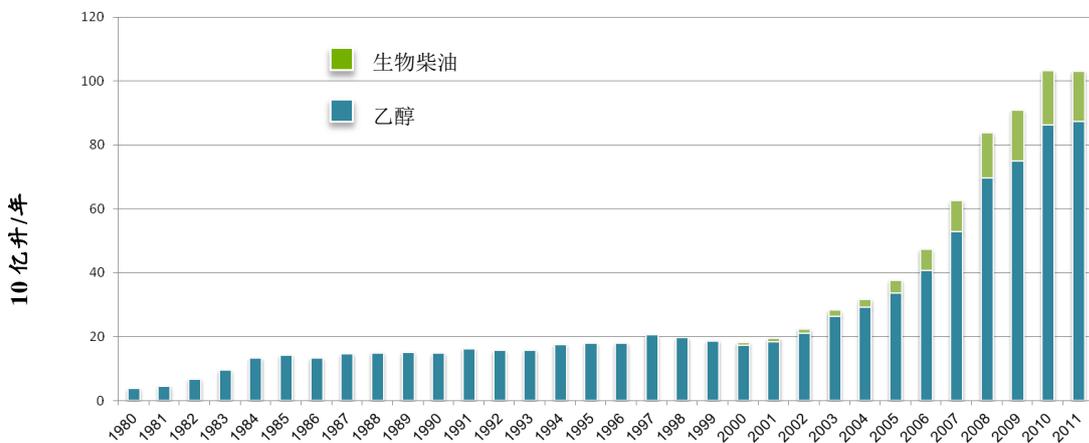
第五章论述了生物燃料投资产生的有利和不利社会经济影响，特别是对发展中国家就业和收入的影响。报告分析了巴西的经验。巴西的生物燃料发展历史较长，因而是分析社会经济影响的最佳案例。随后，报告还讨论了目前正在评价这些问题的顶尖研究网络的结果，包括运用可计算一般均衡（CGE）模型和使用入户调查方法的机构。考虑到女性在农业和家庭活动中的核心地位，报告特别关注了性别与生物燃料。我们还研究了发展生物燃料/生物能源对于提高能源安全水平（供暖、供电和本地发电）的影响，而这也是保障粮食安全的一个重要条件。最后，这一章审议了旨在开发相关工具用于评估生物燃料生产在国家、本地和农户层面产生影响的各类文献，我们认为此类评估工具是政策制定的一个重要工具。

1 生物燃料政策

生物燃料生产自上世纪七十年代起在部分主要国家兴起，并在近年来大规模扩增的一个主要特点是公共政策发挥了核心的作用。2008年，约15%的全球玉米产量（主要在美国）一相当于全球玉米和粗粮产量的5.7%左右一用于生产乙醇，约10%的全球植物油产量（主要在欧盟）用于生产生物柴油，而18%的甘蔗产量（主要在巴西）用于生产乙醇燃料（Daynard和Daynard，2011；见图2）。

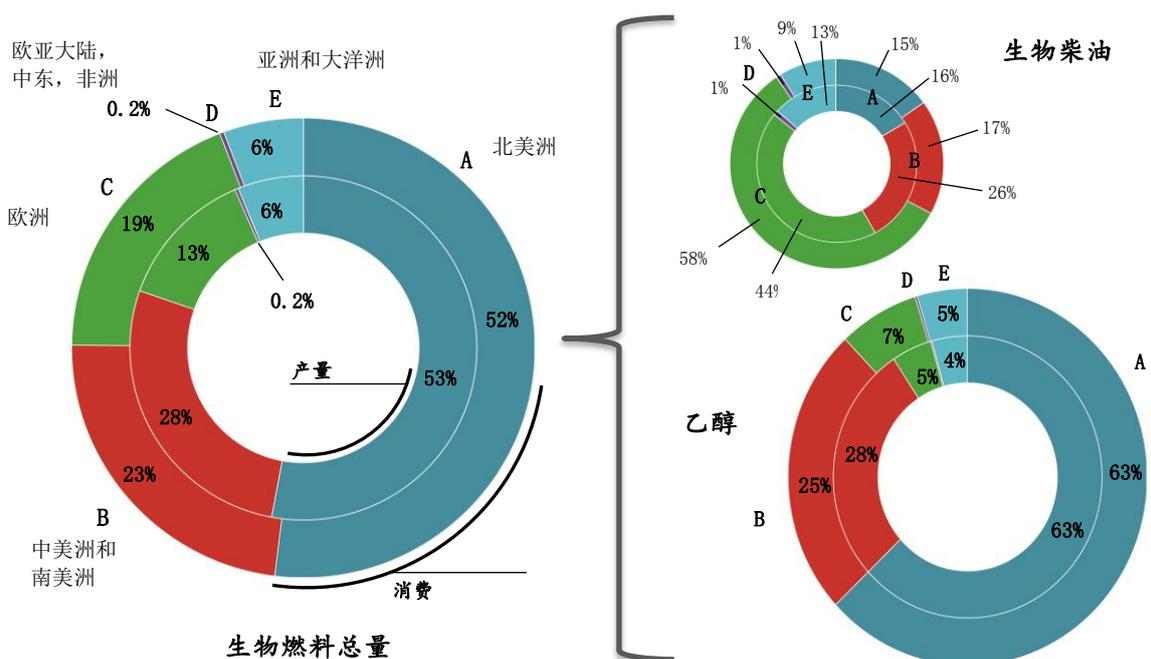
生产者决策（从耕地到生物燃料生产厂，再到生物燃料销售渠道）和消费者需求主要由各类政策和激励措施决定，而这些决策和需求反过来也被纳入了更大范围的现有政策和规则，例如农业、能源和生物能源政策。

图2 生物燃料生产，1980—2011年



来源：高专组，2012a。

图3 生物燃料、乙醇和生物柴油的区域生产和消费情况，2011年



各主要区域2011年生物燃料生产(内圈)和消费(外圈)，占全球总量比重。A=北美洲；B=中美洲和南美洲；C=欧洲；D=欧亚大陆，中东，非洲；E=亚洲和大洋洲。2011年，生物柴油产量占全球生物燃料总产的21.3%。
来源：美国能源情报署/国际能源统计，见<http://www.eia.gov/>

这产生了两个主要影响：首先，由于体制和自然禀赋差异，各个国家或区域的生物燃料状况千差万别，催生了各异的国家生物燃料计划和政策工具（Harvey 和 Pilgrim, 2011）。其次，各国对生物燃料政策高度重视，因而往往倾向于通过关税或壁垒约束生物燃料的进口，以期保护国内市场。出口也同样受到政策刺激的影响。

可以运用的工具林林总总（Pelkmans, Govaerts 和 Kessels, 2008），主要包括以下几种选择：

- 从需求和市场培育入手：税收减免或强制要求在汽油燃料中掺入生物燃料（对燃料销售商或加油站的硬性要求），公共采购（燃料或汽车），车队补贴等用户激励，等等。
- 着眼于支持生产和销售：提供混掺或转型补贴，补偿汽油燃料以外的额外成本；对生物燃料作物提供农业补贴；国有银行为生物燃料生产链、装备以及基础设施方面的投资方提供支持；研究与开发方面的公共支持；设立能源作物生产区（如，在欧洲可以使用强制性的休耕地）。

另外，还有一些政策工具是贸易相关的约束措施，或是保护国内市场（如进口关税、资格要求、配额），或是限制出口（出口关税、配额）。

最后一类政策工具涉及到环境和技术标准，例如混掺阈值、燃料质量要求、燃料认证工具和可持续性指标。

本章介绍了主要生物燃料市场（巴西、美国和欧盟）以及主要新兴区域国家政策制度的主要特点。我们从生产和消费两个角度入手分析这些政策，这两方面对于着眼于生物燃料和粮食安全的报告来说同等重要。从生产的角度，生物燃料政策往往与农业和土地利用政策紧密相连，而除将生物燃料与石油行业挂钩的政策工具外，创造需求的政策也为粮食和燃料市场搭建了桥梁，这也可能对粮价产生影响，具体讨论详见第三章。

1.1 政策性生物燃料市场的兴起—巴西和美国的乙醇

现代生物燃料市场的兴起始于上世纪七十年代两次油价高企。当时，各国纷纷出台替代燃料政策，但美利坚合众国（美国）和巴西却借此培育了生物燃料乙醇市场和生物燃料产业，两国用于生产生物乙醇的原料分别是玉米和甘蔗。这两个国家均充分利用了其农业生产能力，而当时农产品价格走低也鼓励了对于替代用途的探索。宽泛的战略目标也非常关键，例如降低对于能源进口的依赖程度，以及在原油进口成本飙升的时期改善收支平衡，巴西尤为如此。

生物燃料政策涉及的不仅仅是监管问题，还借助强制性或刺激性混掺目标/硬性要求以及各种税收减免、补贴和优惠信贷措施培育了市场。

在巴西，甘蔗业抓住了 1975 年启动的“生物乙醇计划”的契机：该计划（见插文 1）着眼于供需双方，出台了各类政策，包括研发支持、供应或投资补贴、强制性安装乙醇泵、汽油税收以及监管政策。产量迅速提高，1975 年年产水平不到 10 亿

升，而 1984 年就增至 120 亿升左右。除通过设定标准汽油中混掺乙醇数量达到 20% 的目标来刺激需求外，还成功带动了 100% 使用（含水）乙醇燃料的汽车生产；到上世纪八十年代初期，新车销售的 90% 为乙醇汽车（Wilkinson 和 Herrera，2010）。

插文 1 巴西的生物乙醇计划以及巴西乙醇政策的后续阶段

生物乙醇计划分为两个阶段。

- 第一阶段（1975—1979 年）的目标是扩大补贴型甘蔗蒸馏厂的数量，提高汽油中的乙醇含量，乙醇含量不作硬性规定，最高可达 22%。当时，蒸馏厂的生产形式灵活多变，使用同样的甘蔗原料既可生产糖也可生产乙醇，因此乙醇供应没有具体目标，交通运输燃料中的乙醇含量也可以根据价格（特别是糖价）调整。
- 第二阶段从 1980 年开始，乙醇汽车开始推向市场。上世纪七十年代，此类车辆的技术主要来自于公共研发中心，之后则逐步过渡到私营部门（Pelkmans, Govaerts 和 Kessels，2008）。以乙醇加工厂为代表的甘蔗产能持续得到政府补贴，截止 1986 年乙醇燃料车辆已经达到汽车销售总量的 94.4%。

Lebre La Rovere, Pereira 和 Simões（2011）在其研究中提到，继生物乙醇计划之后，巴西的乙醇政策发展还有第三、第四和第五阶段：

- 第三阶段（1986—1988 年）：乙醇产量扩增到 1986 年戛然而止，受 1989 年出现的供给危机影响，乙醇汽车在新车销售中的份额跌至 1.02%。
- 第四阶段（1989—2003 年）：乙醇在汽油中的掺混量最高达到 24%。本地环境效应（大城市空气污染减缓）和在农村地区创造的就业都成了发展乙醇产业的重要理由。从 1999 年开始，市场成为主要的驱动力量。
- 第五阶段（2003 年至今）：新一轮大规模投资周期。原油价格走高、能源安全和气候变化的关切刺激了全球需求，带来了更多的出口机会。混合燃料汽车的研发也推动了国内需求的扩大。

对于巴西乙醇产业的完整梳理一定要涵盖随后的几个阶段，包括被美国认可为一种“高级”燃料，2008 年危机，在巴西乙醇产业国际化背景下的复苏，以及玉米乙醇生产的兴起。

在美国，一战、二战和七十年代能源危机时期，人们对于寻找汽油燃料替代方式的兴趣达到了顶峰。但直到上世纪八十年代，政府出台《1978 年能源税法》（为汽油中混掺乙醇提供补贴）和《1980 年能源安全法》（为小型乙醇生产者提供保险贷款，规定了价格担保和联邦购买协议，并确立了进口乙醇关税）后，乙醇生产才开始取得实质性发展。生物燃料最初在玉米种植带开始兴起，乙醇作为玉米糖浆的副产品生产。弹性燃料汽车的生产也受到汽车市场公司平均燃料经济性（CAFE）的利好影响不断发展，截至上世纪九十年代末期，在这一发展趋势的影响下 E85 横空出世，但直到今天 E85 的应用仍然十分有限。税收优惠与 E10 掺混目标绑定，国内乙醇受到保护，进口乙醇每加仑要征收 54 美分的关税（Glozer，2011）。

经过早期发展（1975—1985 年）后，两个国家的乙醇市场在九十年代都因为原油价格低迷受到干扰。在国际糖价上涨等因素的作用下，巴西把大部分甘蔗产量转作蔗糖生产，造成严重的乙醇短缺。乙醇汽车几乎销声匿迹，乙醇市场依靠普通汽油中掺混乙醇的强制性规定维持缓慢发展。

而在美国，原油价格低迷带来的不利影响被税收优惠政策抵消，乙醇产量由 1992 年的 10 亿升提高至 2001 年的 17 亿升（Glozer，2011）。《联邦清洁空气法》，特别是 1990 年修正案，首次提出要用甲基三丁基乙醚（MBTE）取代铅作为汽油抗爆剂。这项法令的颁布很快为乙醇开辟了一个空间，MBTE 被认定为一种水源污染物，因此自 2000 年初开始便逐步在各州禁用，取而代之的正是乙醇。

2000年初生物燃料生产迎来新高潮时，这两个国家的政策已经稳固了生物燃料需求、市场和产业。本世纪头十年中，巴西的糖/乙醇行业已经可以不借助政府的直接控制并根据相关价格的走势独立运行；而分析表明美国的乙醇生产，得益于原油价格不断走高和甲基三丁基乙醚（MBTE）的禁用，也可以在没有强制规定的条件下生存发展（Babcock，2011）。

1.2 欧盟的加入与生物柴油的兴起

在欧盟，由于其他替代燃料方面的限制，生物燃料在可再生能源中的重要地位日益凸显，交通运输成为了核心关注。2008年，交通运输在能源消耗总量和温室气体排放总量中所占比重分别为32%和24%，其中道路交通占比为70%（欧盟，2012）。

在本世纪头十年，欧盟的生物燃料政策引入了三项新的内容：环境关切的出现，使用油料作为原料，以及迈出生物燃料市场全球化的第一步。

1. 不同于巴西和美国，欧盟最初发展生物燃料的一个额外动力（除能源供给渠道多元化，和探索农业领域新用途外）是根据对《京都议定书》的承诺实现应对气候变化的目标（欧盟生物燃料法令，2003）。这就使得欧盟的政策，乃至整个生物燃料，对于环境关切非常敏感，民间社会的立场也反映出这些关切（Harvey和Pilgrim，2011）。
2. 在欧盟，半数的轻型车辆（在某些国家甚至是绝大多数待售的新车）都配置了柴油发动机，因而生物柴油在生物燃料政策中的地位更加重要。从原料的角度来看，这意味着为促进生物燃料生产，要对油料作物（相比谷物和甜菜）给予更多的倾斜。油料作物种植面积的扩大会带来一些直接土地用途改变（DLUC）。
3. 鉴于传统上对油料作物进口的依赖，以及快速增长的强制规定，欧盟在生物燃料或原料方面都不得不依赖进口实现目标。就乙醇而言，进口来源地初为巴西，后为美国，成本竞争性似乎是主要的动因。从生物柴油来看，目标的规模决定了大量的原料需要进口，来源地包括拉美、非洲、亚洲和中东欧。根据Bowyer（2010）以及German和Schoneveld（2011）的研究，基于当前的目标，欧盟到2020年年均进口生物柴油将达159亿升当量。

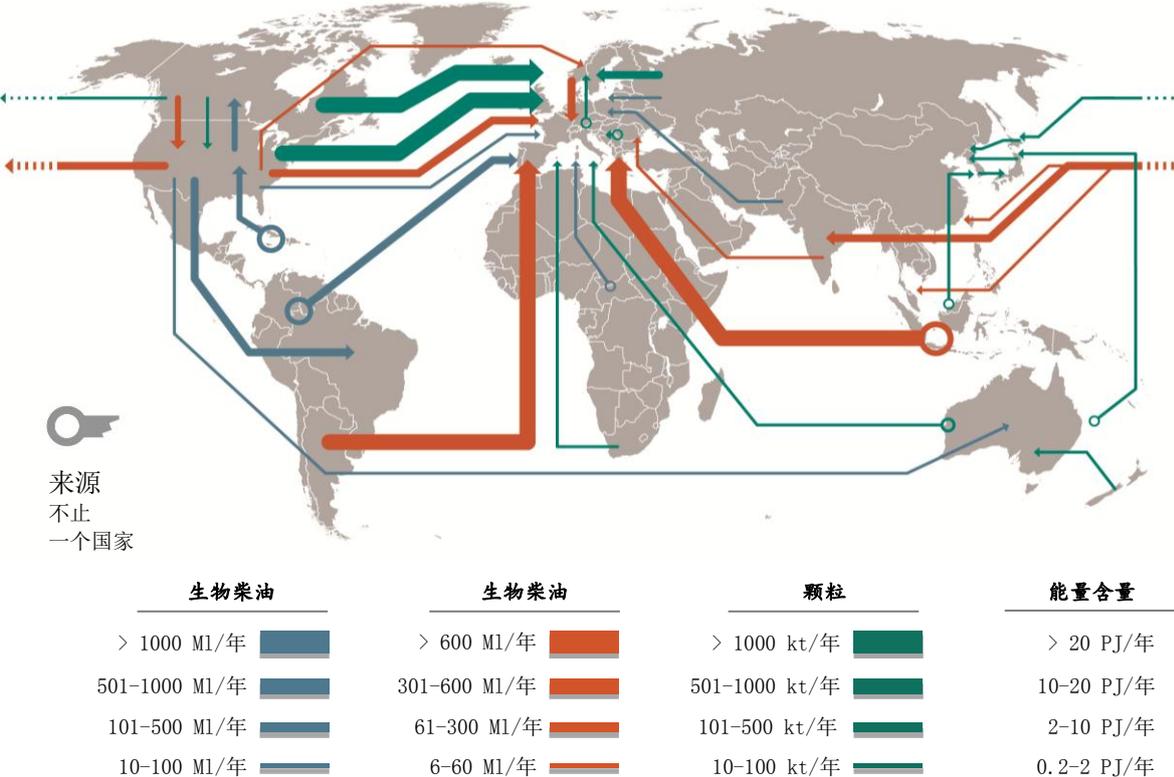
因此，欧盟的生物燃料政策鼓励培育不断国际化的生物燃料和生物燃料原料市场，发展中国家的农业也在其中发挥重要作用。目前，进口主要来自于拉美和亚洲，但非洲也已经成为生物燃料投资的热点目的地：结合欧盟—非洲能源伙伴关系（EFMN，2008）的大背景，这些项目成熟之后，非洲可能在未来的生物燃料贸易中发挥更加重要的作用。该伙伴关系是非洲与欧盟国家领导人于2007年12月在里斯本通过的《非洲—欧盟联合战略》下八个伙伴关系中的一个。图4反映了欧洲目前对能源原料的依赖程度以及亚洲在欧洲生物柴油进口中的核心地位（包括最近成为欧洲电厂主要原材料之一的木屑）。

欧洲在上世纪九十年代便已经广泛讨论了大刀阔斧地改革能源来源和交通运输燃料的必要。这些关切均写入了欧盟 2000 年的绿皮书—《转向保障能源供给的欧洲战略》⁴和 2001 年的白皮书—《欧盟交通运输政策》⁵。这些关切林林总总，从能源依赖到京都承诺，再到农业发展考虑。总体目标是到 2020 年用“替代”燃料取代 20% 的传统燃料。

2003 年，欧盟出台了第一项针对生物燃料的政策—《关于在运输领域推广使用生物燃料或其他可再生燃料的指令》，规定可再生能源份额到 2005 年和 2010 年将分别达到 2% 和 5.75% 的目标。该《指令》还呼吁每半年开展一次评价，评估计划的发展和影响（欧盟，2003）。

2009 年，《欧盟气候和能源发展一揽子计划》、《燃料质量法令》以及《欧盟/可再生能源法定》获欧洲议会批准，设定了 2020 年可再生运输燃料达到 10% 的目标。各成员国将自行决定可再生能源构成以及实现目标的方式。《欧盟燃料质量指令》2009 年修订内容还为燃料整个生命周期内的温室气体减排设定了强制目标，并提出了生物燃料的可持续发展指标，以期实现这些目标。

图 4 木屑、生物柴油和乙醇的净贸易情况，2011 年



⁴ 文件 COM 终稿（2000）第 769 号，见 <http://eur-lex.europa.eu>

⁵ 见 www.wbgu.de。

欧盟的生物燃料政策在很大程度上受到《共同农业政策》的影响。1992年，欧盟确立了强制性的休耕地政策，以期应对粮食市场产量过剩的问题；这些休耕地为后来生产非粮作物提供了契机，成为了生物燃料最初的刺激性因素。2004年，欧盟开始对非休耕地上种植能源作物提供每公顷45欧元的支持。2009年，强制性休耕地规定和45欧元的能源作物生产补贴均被取消。

1.3 美国和巴西生物燃料的新动力

本世纪头十年，美国和巴西的生物燃料高歌猛进。随着弹性燃料汽车的推出和快速推广，巴西的生物燃料迅速反弹，消费者现在可以在加油站根据相对价格选择燃料（汽油或乙醇），而不像以往一样在购车时决定后就不能更改了。糖和乙醇取消价格管制。出口管制于上世纪九十年代初开始放松，直至1999年才得以全面落实。这意味着尽管在汽油中掺混生物燃料的各种强制性要求（18—25%）仍然存在，但得益于快速增长的国内弹性燃料汽车市场，巴西的乙醇行业已主要由市场驱动（Jank, 2010）。

另外，为了打破大规模甘蔗乙醇生产的单一模式并避免严苛的劳动条件，巴西政府从社会包容和农村发展入手，于2003年启动了生物柴油计划⁶（Rodrigues 和 Accarini, 2007）。该计划的基础在于利用适合各地区情况，且能纳入现有耕作系统的油料作物通过家庭农场生产生物柴油原料。掺混目标最初设定为2%（B2），随后在本世纪头十年末很快提高至5%（B5）。尽管着眼于市场建构的复杂政策旨在确保农户基于各类原料供给参与市场，但巴西的生物柴油目前绝大多数还是要依赖大豆，其余的大部分是动物脂肪（Wilkinson 和 Herrera, 2010）。

美国在本世纪头十年也经历了生物燃料的迅猛发展，特别是2003年《可再生燃料标准》立法提出之后，该律法提出要逐步淘汰甲基三丁基乙醚（MTBE），而乙醇是其唯一的实用替代选择。MTBE的禁用为乙醇创造了35亿加仑（132亿升）的市场（Keeney, 2009）。2005年《能源政策法》要求，交通运输燃料中乙醇的用量到2012年要达到75亿加仑（284亿升），同时还建立了乙醇信用交易系统。政府为生物燃料提供支持的理由还有创造就业；另外，根据2004年《美国创造就业法》和2005年《能源政策法》的要求，还要把小规模生产者和农业合作社纳入该计划。

2007年，《能源安全和独立法》拓宽了可再生燃料标准的范围，规定到2015年玉米乙醇产量将达150亿加仑（568亿升），总体生物燃料目标为到2022年达到360亿加仑（1360亿升），其中210亿加仑（800亿升）必须来自“二代”生物燃料（见插文3，第48页），这包括巴西的甘蔗乙醇⁷，但不包括玉米乙醇。

⁶ <http://dc.itamaraty.gov.br/imagens-e-textos/Biocombustiveis-09ing-programabrasileirobiodiesel.pdf>

⁷ 对于有限间接的土地用途改变影响做出假设有利于实现达标，参考美国环保署《可再生燃料标准》计划（RFS2）拟议立法，见 http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/rfs2_1-5.pdf，温室气体排放生命周期分析简报，见 <http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/420f10006.pdf>，以及拟议《可再生燃料标准》计划意见摘要与分析，见 <http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/420r10003.pdf>。

新目标的出台伴随着各类州和联邦层面的政策支持措施，例如税收优惠、燃料质量规定、联邦或州的车队要求、替代燃料发动机信贷，各州对生产者的补贴，赠款和贷款计划，以及税收减免（Schnepf 和 Yacobucci，2013）。因此，美国的乙醇产量从 2001 年的 17 亿加仑（64 亿升）激增至 2011 年的 139 亿加仑（526 亿升），现已超过巴西。由于 2008 年金融危机抑制了新的投资，巴西在 2011 年乙醇产量仅为 208 亿升，造成乙醇价格上涨，与人为拉低的汽油价格相比可能不再具有竞争优势。

美国的生物柴油主要以大豆为原料，2012 年产量不到 10 亿加仑（38 亿升），与柴油在运输燃料中所占份额类似。在可再生燃料立法中，二代燃料类别中纳入了 10 亿加仑（38 亿升）的生物柴油，其生命周期的温室气体排放可以减少 50%。

2012/2013 年，巴西的糖/乙醇产业已经走出危机的阴影，总产达到创纪录的 6.538 亿吨。乙醇产量增至 258 亿升，糖产量达到 4 350 万吨，比 2006 年（2 580 万吨）增长 48%，与全球其他地区同期产量下滑 1% 的趋势形成鲜明对比。2008 年金融危机发生后，大量国际投资（220 亿美元）涌向土地并购。尽管巴西对外资土地购买有严格限制，农业生产仍掌握在本国手中，但巴西的产量中约有 33% 来自外资工厂（2006 年为 3%）。石油公司和传统的谷物跨国集团占据主导地位，但中国、印尼和印度也成为了重要的新生力量。中国也正在巴西的玉米乙醇行业进行投资⁸。这三个国家反映出亚洲市场对于糖和生物燃料的重要性与日俱增。

1.4 政策出台—推动了全球范围的生物燃料市场

很多国家如巴西和美国一样在上世纪七十年代就启动了生物燃料政策，但真正通过此类政策却是在本世纪的头十年里。遗憾的是，目前还没有各国可以报告各方面政策（硬性规定、目标、规章制度、税收减免等）的国际机制，因而整理和比较不同来源的数据困难重重。根据各种来源获取的数据，国际能源机构⁹发布了生物燃料目标和影响指标的综合情况（如，国际能源机构，2011）。除此之外还有其他一些尝试，如《生物燃料摘要》的年度调查¹⁰。根据后者的调查结果，2012 年 60 多个国家制定了强制目标或目标，制定这些目标有多种考虑，包括保障能源安全，在油价持续走高的背景下节约能源进口开支，改善收支平衡，新的收入、就业、农业和农村发展来源，以及对于温室气体排放的关切。

⁸ Germano Oliveira 的文章见 www.novacana.org，其文章的基础是一份 Datagro www.datagro.com 报告以及对 Datagro 主席 Plinio Nastar 的访问。见 <http://www.novacana.com/n/industria/usinas/estrangeiros-nova-geracao-usineiros-290413>。

⁹ 国际能源机构成立于 1974 年 11 月，是一个自治机构，有 28 个成员国。国际能源机构的成员国须为经合组织成员。

¹⁰ <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/11/22/biofuels-mandates-around-the-world-2012/>

1.4.1 中国的生物燃料

中国连续 30 年保持较快经济增长，3 亿人已经摆脱贫困。尽管如此，由于人口规模庞大，中国仍有着全球 25% 的贫困和粮食不安全人口（Summer, 2012）。巨大的经济规模和经济飞速发展也带来了温室气体排放的不断增多。中国的汽车市场 2011 年销量为 1 850 万辆，为全球最大，预计到 2020 年销量将增至 3 000 万辆（Madslie, 2012）。根据目前的测算，中国的汽车保有量已超过 1 亿辆，预计 2020 年将达到 2 亿辆¹¹。

中国也依赖原油进口：2010 年原油进口满足了国内需求量的 55%¹²，预计到 2030 年将增至 75%。中国于 2000 年启动了可再生能源政策，并提出 2010 年可再生能源在能源需求总量中占比达到 10%、2020 年达到 15% 的目标（Shiyan 等，2012）。就液态生物燃料来看，2020 年的目标¹³为 100 亿升乙醇和 20 亿升生物柴油，总产量达 187 万吨的五个大型生产厂也已经开工建设。根据 Qiu 等（2012）的研究，该乙醇目标为汽油消耗总量的 14%，但将用掉中国 20% 的玉米产量，约 3 200 万吨，是 2009 年谷物产量的 6.6%。用耕地生产生物燃料会造成土地退化，这被认为是中国粮食安全面临的巨大挑战（Ye 等，2010）。

根据这些数字及其对粮食安全的可能影响，中国修订了生物燃料政策，并在 2006—07 年《可再生能源发展规划》中决定利用非粮作物和边缘土地（见第四章中关于边缘土地的讨论）。根据这一《规划》：“生物燃料不与民争粮，不与粮争地，不从牲畜口中夺食，也不得损害环境”（引自 Qui 等，2012）。

甜高粱、红薯和木薯成为优先考虑的作物，2010 年乙醇产量目标为 40 亿升，2020 年为 100 亿升。中国现有一座产能为 1.5 亿升的木薯加工厂，除依赖国内市场外，还从区域内其他国家（尤其是泰国）进口木薯。目前尚不清楚这种新型原料与粮食作物争地的情况，而间作似乎是政府予以引导的战略。同时，中国仍在使用玉米和小麦生产粮食乙醇，目前已有 4 个乙醇加工厂投入运营（全球农业信息网络，2012），且正就在巴西投资玉米乙醇进行谈判¹⁴。

中国正在推广在边缘土地上种植麻疯树，将其作为生产生物柴油的原料。官方数据表明，边缘土地面积为 1.3 亿公顷；但一项研究（Wu, Huang 和 Deng, 2009）提出，云南、四川和贵州三省适于或较适于种植麻疯树的土地不足以实现拟议目标，且只有云南有充足的土地可以种植麻疯树。该研究表示，应重新考虑麻疯树政策的

¹¹ www.chinadaily.com.cn/bizchina/2011-09/17

¹² 数据来自于中国石油天然气总公司经济技术研究所。 <http://www.cnpc.com.cn>

¹³ 2007 年可再生能源中长期发展计划。

¹⁴ <http://agro.olhardireto.com.br>

区域定位，在改良品种和生产模式方面仍有很多工作要做，且还应当开展环境和经济影响评价。对于交通运输中鲜少使用的生物柴油，目标则定的温和得多：2010 年为 2 亿升，2020 年为 20 亿升。中国高度依赖油料作物进口，现有生物柴油生产厂规模较小，原料主要为动物脂肪或废油（Fengxia, 2007）。

种植非粮食作物以及利用边缘土地均可获得补贴。另外，Qui 等（2012）的研究提出相关证据，中国在利用转基因作物生产生物燃料以及发展纤维素生物燃料方面正在取得重要进展。

1.4.2 印度的生物燃料

2010 年，印度原油消耗中有 75% 来自进口（Ahn 和 Graczyk, 2012）。2009 年，印度是全球第三大二氧化碳排放国，仅次于中国和美国¹⁵。印度的车辆保有数在 2005 年为 9 000 万辆，而到了 2011 年则增至 1.4 亿辆。印度经济活跃，年均增速可达 6—8%，而交通运输业的年均增速目前为 8—10% 左右。石油消耗构成中，交通运输业占 51%，农业仅占 4%（全球农业信息网络，2012）。

出于对减少能源进口过度依赖的考虑，以及对快速增长的交通运输业排放量不断增加的关切，印度采用了欧盟的排放标准，包括推广使用清洁燃料。2003 年，印度推出 5% 乙醇掺混计划，但本世纪头十年结束时，掺混水平仅为 2%，生物柴油更是微不足道（全球农业信息网络，2012）。印度生物柴油的主要原料是糖蜜，但在收成较好的年份也可允许使用甘蔗汁。生物燃料禁止进口，但酒精可以进出口交易。

印度的甘蔗收获周期性较强，意味着生物乙醇的供给不很稳定。由于本世纪头十年中段作物收获状况上佳，印度先后将其目标提至 5% 和 10%，但未能如期实现目标。尽管如此，印度在 2009 年的《国家生物燃料政策》中还是提出 2017 年所有生物燃料达到 20% 的目标（全球农业信息网络，2012）。

受诸多因素影响，乙醇作为运输燃料的进展不尽人意（全球农业信息网络，2012），但利用甘蔗生物质发电却成为运输业和其他行业很多生产厂的重要业务。

如中国一样，印度的生物柴油政策是在边缘土地上种植麻疯树。2003 年，印度启动了雄心勃勃的计划，即利用 1 120 万—1 340 万公顷的土地到 2012 年使生物燃料掺混水平达到 20%。但截至 2010 年，麻疯树种植面积仅为 50 万公顷，其中大面积的作物尚未到收获阶段。根据测算，实现 20% 的掺混水平需要 1 860 万公顷的边缘土地。尽管面向国内市场的生物燃料项目允许 100% 的外国直接投资，但不可食用的油料植物仍然不向外资开放（全球农业信息网络，2012）。

15 <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/SeriesDetail.aspx?srid=749&crid>

2009年获批的《印度国家生物燃料政策》前四个目标为：

- (i) 满足印度广大农村居民的能源需求，带动农村发展，创造就业计划；
- (ii) 通过环境友好型生物燃料应对减排方面的全球关切；
- (iii) 在不适于生产粮食或饲料的退化土壤或荒地上种植不可食用原料作物，用以生产生物燃料，避免粮食和燃料的冲突；
- (iv) 充分开发本地生物质，推广使用新一代生物燃料。

同中国一样，粮食安全也是印度的重中之重，印度也提出优先考虑非粮作物，以及使用不与粮食生产形成竞争的土地。但是，两个国家在利用不可食用作物（尤其是麻疯树）以及边缘土地方面的经验均乏善可陈。印度企业 Renaka 目前也在巴西的糖/乙醇产业进行投资，目前已建成4个蒸馏厂，年产1 300万吨蔗糖和500万升乙醇¹⁶。

1.4.3 亚洲其他国家的生物燃料

在其他主要亚洲国家中，日本和韩国通过从美国、巴西和阿根廷进口实现各自目标。印尼和马来西亚天然棕榈油的产量将近全球产量的90%，但这两个国家似乎并不关注生物燃料，可能是因为有其他价格低廉的选择（如印尼的天然气），或因为两国的棕榈油市场前景更为看好。一些有影响的非政府组织大张旗鼓地将印尼和马来西亚的砍伐森林与欧盟对生物燃料的需求联系起来。实际上，这两个国家仅有少量棕榈油或生物柴油出口到欧洲，砍伐森林更多地是一种与食品相关、间接土地用途改变的结果，因为更多的棕榈油出口是用于食品行业（Sanders, Balagtas 和 Gruere, 2012）。Wicke 等（2008a, 2008b）在其研究中着重关注了印尼和马来西亚棕榈油生产的间接土地用途改变影响，棕榈油和天然气一并为欧洲的发电厂提供燃料。他们并未讨论这一市场与食品行业棕榈油需求相比的相对规模，但他们提出，原则上对于土地的额外需求可以利用退化土地和良好农业操作来满足。Delzeit, Klepper 和 Lange（2011）以及国际清洁交通委员会（2013）近期的研究进一步证实，各类植物油市场相关度很高，印度和马来西亚的棕榈油取代了生物柴油中使用的菜籽油，证明欧盟的生物柴油目标与这些国家棕榈油产量提高存在关联。印尼近期也在巴西的糖/乙醇行业进行了直接投资¹⁷。

泰国定下的生物燃料目标水平最高，且已接受了粮农组织“生物能源与粮食安全计划”的研究（粮农组织，2010d）。泰国制定了为期15年（2008—2022年）的《替代能源发展计划》，旨在到2022年让替代能源在能源需求总量中所占比重达到20.4%。生物燃料—利用甘蔗和木薯生产乙醇，以及利用棕榈油生产生物柴油—在

¹⁶ www.novacana.com，见脚注8。

¹⁷ www.novacana.com，见脚注8。

这一计划中扮演重要角色，预计产量将翻五番。粮农组织“生物能源与粮食安全计划”的分析认为，该计划具有可行性，但前提条件是单产显著提高，农业耕作方式得以改进，以及灌溉面积不断扩大。另一方面，粮价上涨将给城市消费者和最贫困的农民带来不利影响。种植面积的扩大将影响当前产量，特别是水稻和橡胶，从而导致出口减少。木薯出口预计也将缩减，尽管泰国最近成为中国在区域内的主要木薯进口国，这也引发了关于限制出口数量保障粮食安全的讨论（Rosenthal, 2011）。

利用秸秆和废弃物生产生物沼气，这种生物能源的形式在亚洲广为普及。根据荷兰发展组织的数据，中国现有 4 200 万个沼气池，印度为 440 万，另外 8 个国家共有 43 万个户用沼气设施。亚洲开发银行（亚行¹⁸）协调开展了“为所有人提供可持续能源”项目。该项目的目标是到 2016 年在 15 个亚洲国家新建 100 万个沼气池，为 500 万人提供能源¹⁹。粮农组织“生物能源与粮食安全计划”对泰国的分析纳入了小规模生物能源项目，并指出了这些项目的突出弱点—持续依赖外部技术援助，而在推广此类项目的时候往往没有考虑到这个问题。

1.4.4 南非的生物燃料

在完全不同的背景之下，南非实施生物燃料项目的重点也是“未充分利用的土地”—这显然是中国和印度的关切，以及被种族隔离边缘化的小型生产者，这一点类似巴西的生物柴油项目。截至目前，计划实施的效果不温不火。但是，南非的一个根本性差别在于禁用被视为外来植物的麻疯树，认为其可能对南非的环境具有入侵性。最初，发展生物燃料的试水者是糖类和玉米种植者，但后来受到政府 2007 年生物燃料政策标准的阻碍。该政策规定，出于粮食安全考虑，除非未利用土地完全投入生产且已采取措施防范极端的粮价上涨，否则不得使用玉米作为生产原料（矿产和能源部，2007）。甘蔗、甜菜和大豆项目已获批准，但前提条件是用作原料的作物应产自于未利用的土地。

该计划的目标既不是受到能源进口依存度高的影响，也不是基于二氧化碳排放的关切。在这些方面，南非的情况均不同于中国和印度。南非与其他两国相似的目标是利用生物燃料项目带动农村发展，减轻贫困，并侧重于非耕地，具体而言则是“新的多余土地”和/或“目前未利用的土地”（Sparks 和 Ortmann, 2011）。

¹⁸ <http://www.snvworld.org/>

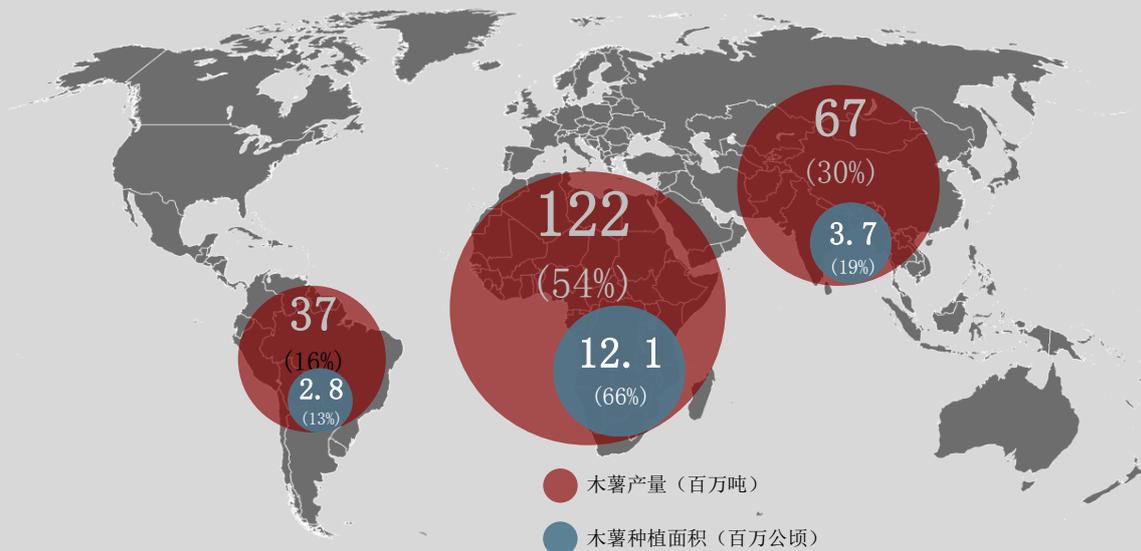
¹⁹ www.snvworld.org

插文 2 木薯：一种“新型”生物燃料原料

利用木薯为原料生产乙醇生物燃料得到越来越多的关注（Jansson 等，2009）。木薯首要的用途是供人类食用，是全球第五大卡路里来源（粮农组织，2000）。全球约有 6 亿人把木薯作为日常食物。木薯是非洲的重要主粮。特别是在非洲撒哈拉以南地区，约 1/3 的人口一半以上的能量都是来自于木薯制成的食物（Manyong，2000）。除块茎外，嫩叶也可作为蔬菜食用。木薯可种植在边缘土地上，因此往往被视作穷人的粮食，大部分均由小农户种植，特别是贫困农民，其中很多为女性（Rossi & Lambrou，2008）。

2006 年，全球木薯产量约为 2.26 亿吨，非洲为主产区，尼日利亚、巴西、泰国、印尼以及刚果民主共和国的产量占全球产量近 70%（粮农组织，2000）。木薯还可作为淀粉用于生产各类食品和工业品，包括纸板、胶水、洗衣浆粉、纺织品、胶合板、木薯粉布丁以及酒精（粮农组织，2000；粮农组织，2002）。木薯的第二个重要用途是作为猪、禽、牛和水产养殖的饲料成分。这方面实施了很多项目，通过提高木薯产量和产业化水平，为非洲和亚洲农村地区的低收入人群创造收入、确保粮食安全（粮农组织，2001；Manyong 等，2000）。由于这种作物对食物、饲料以及发展中国家国民的生计非常重要，因而使用木薯作为生物燃料的原料将会对粮食安全产生哪些影响也引发了人们的关切（Sidhu，2011）。

图 5 全球木薯种植与收获面积（2006 年）



来源：根据 H.Vanderschuren（苏黎世理工学院）编辑，数据来源于粮农组织（2008），见 http://www.pb.ethz.ch/research/cassava_projects/cassava_facts。

从国际贸易来看，泰国为全球市场提供了 80% 的木薯（粮农组织，2001）。泰国、越南、尼日利亚，特别是中国，都在考虑使用木薯生产生物乙醇。认识到利用粮食作物生产生物燃料将会推高粮价，中国政府自 2007 年起便不再批准用粮食生产乙醇的新计划，转而探索使用在中国被视作非粮食作物的木薯和甜高粱（Huang 等，2008）。中国增加木薯进口—特别是从泰国的进口—取代小麦和玉米作为生物燃料的原料，导致 2008 年木薯价格上涨（Rosenthal，2011；Scott & Junyang，2012；Fengxia，2007）。作为全球最大的木薯出口国，泰国生木薯的出口用途已由供欧盟生产饲料转为供中国生产生物燃料。2010 年，泰国向中国出口的木薯片占其出口总量的 98%，比 2008 年增

最初设定的目标是总体自愿掺混达到 2% 的水平，考虑到市场上柴油动力车辆居多，该目标细化为 B2（生物柴油为 2%）和 E8（乙醇在汽油中的比例达到 8%）。据称，该项目将会占用 1.4% 的耕地，创造超过 25,000 个就业（Funcke, Strauss 和 Meyer, 2009）。目标土地都在本土，据测算其中 14% 为未利用土地（矿产和能源部，2007）。另一个目标是重点考虑那些之前在本土种植的产品以及受到种族隔离制度歧视的小农户。在这方面，该项目与巴西的生物柴油项目不谋而合，后者也试图以家庭农户为依托，并根据不同的区域耕作模式选择原料品种。

迄今为止，南非的项目结果不尽人意。有些人将项目的失败归咎于强制规定；其他人则认为将玉米排除在外的原因。Letete 和 von Blottnitz（2010）的研究着重讨论了“未利用”土地这一提法的模糊性（见第四章），以及目标农民缺乏经验且没有为其提供有效的帮助。在南非，油料作物的价格是柴油价格的三倍，目前唯一实现商业化生产的生物柴油来自于回收废弃植物油的小型生产厂。

1.4.5 非洲撒哈拉以南地区新兴的生物燃料战略

部分非洲国家（马拉维、津巴布韦）已有较长时间利用甘蔗糖蜜生产生物燃料/生物能源的传统。过去十年中，非洲撒哈拉以南地区越来越多的国家出台了生物燃料/生物能源政策，部分国家还提出了运输燃料掺混的目标和硬性规定。这些国家的动机各异，从提高能源自给率和增加外汇储备，到实现农村发展不一而同。

非洲大陆的能源安全不完全是寻找进口化石燃料的替代品，尽管这是很多能源依赖国的一个重要动机。首先，如同印度一样，在电网未能覆盖的区域生物质可以成为发电的重要来源，很多农村人口居多的国家均是如此。大部分非洲贫困人口都是燃烧木柴用来煮饭供暖，木柴燃烧后转化成的焦炭是他们的主要能源来源。另一方面，随着非洲国家城市化进程加快，人们将越来越多地关注利用生物燃料提供运输动力，特别是内陆国家和依赖石油的国家。各种形式的生物能源—不仅是生物燃料，都属于能源安全和粮食安全目标的重要关切。

由于这些国家并未在《联合国气候变化框架公约》下的《京都议定书》中做出承诺，因而气候变化关切和温室气体减排目前还未成为明确的目标；但是，为生物燃料外国投资创造有利的制度环境则是所有非洲国家的共同目标。这方面的一个主要刺激因素是欧盟的生物燃料目标。在实现可再生能源占交通运输业能耗 10% 这一目标的过程中，欧盟各成员国可自行决定可再生能源的构成，但毫无疑问一代粮食/燃料作物将发挥重要作用，且不同于巴西和美国，欧盟还需要大量的进口。在此背景下，欧盟-非洲能源伙伴关系应运而生（EFMN, 2008）。尽管可采用的农业模式多种多样，但其共同目标都是推动出口导向的大规模生产。这就需要受到非洲撒哈拉以南各国政府青睐的大规模投资，因为这种投资既能带动农业发展，也会让相关国家获得迫切需要的硬通货。另外，在某些情况下，还可以通过清洁发展机制获得经济收益（联合国气候变化框架公约，2012）。

巴西也承诺支持非洲撒哈拉以南地区的生物燃料发展，目前正在推动非洲各国开展可行性研究。根据《除武器外一切都行》协定进入欧洲生物燃料市场为巴西的行为提供了强劲的动力，但最根本的刺激因素则是要推动全球生物燃料市场的发展。巴西在生物燃料推广的研究能力和技术专长方面具有明显优势，也有意于增加生物燃料生产国的数量。

Maltitz 和 Stafford (2011) 在近期针对非洲不同国家的分析中记录了这些国家政策形成的演变过程。另外，他们提出非洲撒哈拉以南地区国家的决策者在制定生物燃料政策方面有一些共性的基础考虑，具体包括：

- (i) 政策设计旨在带动农村发展；
- (ii) 政策执行有利于实现能源安全目标；
- (iii) 要建立吸引适当投资的能力；
- (iv) 要建立在土地可持续利用的基础之上。

1.4.6 拉丁美洲的生物燃料

自上世纪七十年代起，巴西的生物乙醇计划便成为了其他拉美国家制定生物燃料政策的刺激性因素。中美洲国家另外一个动因则是向美国出口乙醇可免除 54% 的进口关税。这项关税措施的初衷是限制巴西乙醇的进口，但却适得其反地刺激了巴西在中美洲和加勒比地区直接投资乙醇生产，为进入美国市场另辟蹊径。

不同于亚洲和非洲，拉美国家城市化水平较高，在过去十年中生物燃料重整旗鼓，Dufey (2010) 的研究表明 17 个拉美国家制定了生物燃料政策，设定了运输燃料的具体目标和硬性规定。多数这些国家都制定了乙醇和生物柴油的具体目标。

在全球农业生态区研究组织/国际应用系统分析研究所/粮农组织研究提出的全球 9 亿公顷未开垦但适于雨养谷物生产的土地中，3.2 亿公顷土地位于中美洲，特别是南美洲。一项粮农组织/拉美经委会 (2007) 的研究认为，“拉美有潜力满足一大部分乙醇和生物柴油的全球需求” (第 39 页)。

如果我们的讨论仅限于巴西，那么该报告的结论就能找到有力的支撑。2008 年，巴西仅用了 1.5% 的可耕地 (450 万公顷) 就生产出能够满足非柴油车辆一半燃料需求的乙醇，同时还是乙醇的主要出口国 (BNDES 和 CGEE, 2008)。另外，巴西还有 1.7 亿公顷未开发的草地，平均每公顷草地上一个人。原则上，适当提高生产力水平就能释放出充足的土地，满足未来的国内需求，并仍保持主要出口国的地位 (Leite 等, 2009)。国家农业研究所 (Embrapa) 与其他专业机构联合承担的农业生态区划表明，除亚马逊、潘塔纳尔湿地和原生生物多样性丰富的地区之外，还有 6470 万公顷土地适于种植甘蔗 (Manzatto 等, 2009)。巴拉圭近期也在开发生物燃料方面表达了类似的诉求 (Hira 和 Garceti, 2011)。

粮农组织/拉美经委会的研究结论较为审慎，提出了土地集中可能带来的危害、净就业效益的不确定性、成本竞争性的质疑，以及拓展农业面积给生态系统造成压力的关切。尽管如此，报告传达的整体信息较为积极，收入由消费者转到生产者，以及从城市转入农村也被认为符合农村发展战略。在粮农组织/拉美经委会同年（2007年）发布的一份联合官方文件中，关于土地可供量以及粮食生产与燃料生产不必然存在冲突的结论则更加掷地有声：“各方的总体观点是，可耕种土地已充分利用，新作物面积扩增的空间有限。而与此相反，拉丁美洲和加勒比地区的数据显示，提高产量仍有巨大的潜力”（第8页）。

我们将在第四章中讨论土地技术可供量的问题，以及各个投资项目的实际土地可供量。在土地可供量展示最为充分的拉美地区，围绕土地投资的争议却广为存在（Jayne, Chamberlin 和 Muyanga, 2012; Haddock, 2012; Goldstein, 2012）。

美洲开发银行自 2007 年开始为生物燃料提供支持，先是为巴西的制糖厂提供资金，然后又提供一系列信贷服务推动巴西的乙醇出口，特别是向英国的出口。2009 年，美洲开发银行转而提供系统性支持，在多个拉美和加勒比国家推广国家计划。区域倡议也开始暂露头脚，墨西哥、8 个中美洲国家和哥伦比亚共同成立了中美洲网络。由于几乎完全依赖石油进口、气候和农业条件优越，作物出口受危机影响较大，因而中美洲被视作优先发展地区。

伴随 2008—09 年价格高涨以及粮食与燃料的争论，美洲开发银行制定了可持续生物燃料计分卡²⁰，变更了继续为生物燃料提供支持的条件。新的标准涵盖了单产、之前土地用途、作物生命周期/轮作和作物构成。乙醇玉米被排除在外，而甘蔗和大豆项目继续获得支持，这些项目必须结合发展目标。巴西南部的乙醇厂被清出支持范围，但东北部地区或中美洲和加勒比地区的乙醇生产厂仍在支持之列。目前的导向是利用非粮食作物—麻疯树和高粱—或支持二代方案，例如智利利用木屑生产乙醇的项目就获得了支持。截至 2008 年底，美洲开发银行在拉美地区 40 亿美元的预算中有 10% 投向了生物燃料项目，与其对传统能源的支持水平相当。随后，美洲开发银行加入了“全球生物能源伙伴计划”指导委员会和“可持续生物能源圆桌会议”，并在这些框架下为审计、指标开发和认证计划提供资金²¹。

阿根廷成为生物柴油领域的主要力量；目前，阿根廷也设定了 B7 掺混目标，且已转型成为欧洲的主要进口国，特别是考虑到民间社会对于亚洲棕榈油出口导致砍伐森林的各种批评意见（全球农业信息网络，2012）。同巴西一样，阿根廷的生物柴油也是以大豆为原料；但从全球视角来看，其生产布局远离亚马逊地区，因而未像巴西一样在对土地用途的影响和砍伐森林方面出现诸多问题。尽管如此，还是

²⁰ www.iadb.org/biofuelsscorecard/

²¹ 见 http://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2011-SUSTAF/20_Vieira.pdf

有部分分析表明，阿根廷大豆种植面积的扩大在一定程度上牺牲了天然林地（全球农业信息网络，2012）。利用大豆生产生物柴油背后的两个主要动机是取代柴油进口，以及补偿受中国决定依靠国内力量榨油而在中国植物油市场上遭受的损失。实际上市场呈二元格局，中小企业面向国内生物燃料市场，而大规模全球贸易商/压榨企业主要出口欧洲（全球农业信息网络，2012）。

近几年来，阿根廷开始发展具有竞争优势的玉米乙醇（Babcock 和 Carriquiry, 2012）。更令人称奇的是，巴西也开始发展玉米乙醇²²，这在一定程度上是受到中国投资的刺激，但另一方面也是因为内陆沙瓦那地区玉米产量激增，出口遭遇严重的物流瓶颈。玉米乙醇可以成为甘蔗收获间隔期的一个重要补充。这方面最新的动态是正在建设一座可以利用玉米或甘蔗生产乙醇的弹性蒸馏厂²³。

哥伦比亚制定了积极的生物燃料政策并设定了强制目标，预计未来几年中，国内市场就会消化掉所有的产能（全球农业信息网络，2012b）。在哥伦比亚，棕榈油被视为可行性最高的可可替代品；部分研究表明这种替代对小型生产者是有利的，从收入上和 Related 粮食作物生产的伴随机会上来讲均是如此（美国农业部，2011）。着眼于哥伦比亚和其他拉美国家的另外一些研究提出，生物燃料产能扩大蚕食了农田面积（Borras 等人，2012）。这再次证明，上文提及粮农组织/拉美经委会提出充足土地的技术可供量并不一定意味着这些土地就是将被有效利用的土地。我们在第四章中更加具体地探讨了生物燃料土地可供量和土地投资的问题。

1.5 欧盟和美国：处于十字路口的政策？

美国和欧洲的生物燃料政策环境常变常新。这背后有许多原因，主要原因是欧洲质疑生物燃料可能带来直接土地用途改变和间接土地用途改变，以及牺牲原始生态系统和森林，且一代生物燃料与粮食作物存在竞争，从而造成不利影响（见第四章）。在美国，主要的问题是根据当前的规定，玉米乙醇产量已经接近上限，而二代生物燃料目前还无法实现预计的市场份额。

这些方面在第三章（生物燃料、粮食需求和粮食价格、饥饿与贫困）和第四章（生物燃料与土地）中将做具体分析，我们在这里只介绍欧盟和美国生物燃料政策近期审议的结果。

2012 年 10 月，在历经两年的讨论之后，欧洲委员会（欧委会）发布了一项新指令提案，建议积极改变之前的立场，提出基于粮食作物的生物燃料（包括谷物和

²² 见 <http://www1.folha.uol.com.br/internacional/en/business/2012/03/1058859-corn-based-ethanol-is-feasible-in-brazil.shtml>

²³ 见 <http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2012/03/usina-que-produz-etanol-de-cana-comeca-gerar-combustivel-de-milho.html>

其他淀粉含量较高的作物，糖类和油料作物）掺混上限为 5%，欧盟总体已经达到这一水平，部分国家甚至已经超过这一水平。尽管运输燃料中可再生燃料比重达到 10% 的总体目标保持不变，但上述提案的直接影响就是要通过非粮作物、二代生物燃料或其他可再生燃料（如，利用太阳能、风能或水利等可再生来源发电）来实现 10% 的目标。部分评论者认为，这会加剧欧盟到 2020 年实现可再生燃料占比达到 10% 这一目标的困难，因为届时二代生物燃料可能还没有达到商业规模（见第二章）。

另外，欧委会正在对由欧盟出资在非洲、加勒比和太平洋各国实施的生物燃料项目的效果进行评价，质疑欧盟为旨在出口欧洲的粮食作物生物燃料投资项目提供支持。欧委会正在从政策是否有利于发展的角度评估生物燃料生产对发展中国家的影响，在这方面委托开展了相关研究（Diop 等，2013；另见第 5 章）。

同时，在美国明确表示二代生物燃料不会如人们想象一样自然而然地享受粮食作物生物燃料的政策优惠后，硬性规定的不确定性也已经开始显现。玉米乙醇已经接近环保署规定的 E10 “掺混阈值”（掺混在汽油中的乙醇比例限量）；作为一代生物燃料，玉米乙醇也近乎用尽了 150 亿加仑（568 亿升）的分配份额。但是，很明显二代生物燃料²⁴刚刚启动完整规模的商业化经营，尚无能力填补其余 160 亿加仑（606 亿升）的缺口。被美国环保署认可为高级生物燃料²⁵的巴西乙醇获得了可乘之机，可以借机抢占 40 亿加仑（151 亿升）的高级生物燃料份额。尽管如此，新（2007 年及之后）轻型汽车的 E15 规定仍可支持玉米乙醇产能继续扩大，但这条规定受到大范围抵制。

欧盟和美国的生物燃料政策正处于十字路口，两者都在考虑为基于粮食的生物燃料生产设定上限，上限标准接近现有生产水平。巴西和中美洲向美国出口的“高级”甘蔗乙醇可能有所增加，而美国则要为其“老的”一代玉米乙醇寻找出口市场，包括向巴西出口。2012 年欧洲规定目标的拟议变化可能会减缓全球市场的发展，或改变市场构成，欧盟最初设定的 10% 的目标领先各个国家。由于粮食和油籽价格高居不下，生物燃料产业的利润大不如前，且麻疯树的利用乏善可陈，欧盟的很多海外投资项目已经取消或暂时搁浅，而欧盟的提案可能加速这一进程。对于发展中国家的生物燃料政策来说，这意味着他们更加难以获得翘首以待的投资资本，但这也给重新调整国家和区域政策创造了空间，正如 Maltitz 和 Stafford（2011）针对非洲撒哈拉以南地区研究得出的结论一样。

²⁴ 二代生物燃料是指利用纤维素、半纤维素或木质素生产的生物燃料。二代生物燃料的例子包括纤维素乙醇和费托法合成燃料（经合组织/国际能源机构，2010）。

²⁵ 美国环保署对“高级生物燃料”的定义是除玉米淀粉乙醇之外的可再生燃料，且整个生命周期的温室气体排放量至少要比汽油或柴油燃料的排放量少 50%。（联邦公报/第 75 卷，58 号/星期五，2010 年 3 月 26 日/规章制度。环境保护署 40 CFR 第 80 部分，燃料与燃料添加剂规定：可再生燃料标准项目的变更）。

目前尚不明朗的是中国、印度及其他主要发展中国家（如巴西）未来需求对在非洲生物燃料投资产生的影响，这些国家中有很多在非洲都非常活跃。另外，这些国家既在推动亚洲形成新的区域生物燃料市场，也在通过向巴西投资加速全球生物燃料市场的成长。尽管如此，受到欧盟将一代生物燃料限制在当前水平的提案影响，这些国家是否会下调其生物燃料目标/硬性规定尚有待观察。

近期欧盟的一个新动向可能重新激发对南半球的投资兴趣，即推广使用木屑生物质用于电厂发电，但目前供应商仍然大部分来自于温带气候地区。这再次表明，生物燃料应当置于宽泛的生物能源战略和政策之中。

1.6 结论

随着我们的笔触由美国和巴西转向欧盟，然后再到亚洲和非洲新兴或发展中国家，生物燃料与粮食安全的联系开始变得逐渐清晰。美国和巴西有许多共通之处，农业面积广阔，粮食和原材料自给率高，且都已经完成了城市化进程。在这两个国家，实现粮食安全与生物燃料均衡发展的能力并未受到严重挑战。从美国来看，对粮食安全的影响主要是通过国际价格传导。另一方面，巴西在积极推动乙醇出口的同时，也在输出其甘蔗生物乙醇模式。极少数发展中国家能够拥有支持巴西生物燃料战略的得天独厚的条件（土地、水、技术、累积专业技能以及研发能力）。

谈及欧盟，由于仅靠国内的生物质无法充分实现既定目标，因而欧盟出现了新的动态，不得不借助国际市场上的生物燃料和生物燃料原料，特别是来自发展中国家的，来满足自身很大部分的需求。同时，生物燃料和原料的生产必须符合支撑市场发展的“可持续性”标准（《燃料质量法令》和“可持续生物燃料圆桌会议”—RTSB）。最初，这些产品要能证明其温室气体减排与化石燃料相比已经达到要求水平。而土地用途改变问题引入讨论之后，温室气体方面的要求便突然转向，新的讨论焦点是对于粮食作物产量乃至粮食安全的影响，尽管此类指标不属于《燃料质量法令》中可持续性指标的范畴之内。

论及主要新兴国家的生物燃料政策，我们看到粮食安全迅速成为核心问题，中国、印度和南非都制定了明确的政策，要求生物燃料不得使用粮食作物生产，也不得使用与粮食争地的其他作物。中国和印度都希望利用非粮食作物麻疯树（马钱子）生产生物燃料，这种植物在边缘土地上也能生长。南非则可以充分利用未开发的土地资源，例如那些在种族隔离时期被边缘化的土地。但迄今为止三个国家利用所选作物和边缘土地有效种植生物燃料原料的潜力仍然有待明朗。

生物燃料政策与粮食安全协同一致应作为主要的政策目标，环境关切，以及要实现温室气体有效减排，这些因素都成为了美国和欧盟加速向二代生物燃料转型的重要推动力量。面临同样的压力，巴西推出了创新的土地用途规定（采用农业生态区划）和新的生物质利用战略（作为副产品的生物发电和生物肥料）。

我们在上文看到，新兴国家和发展中国家已将不使用粮食作物和不与粮食作物争夺土地的原则写入政策；但迄今为止，旨在落实这些政策的解决方案尚不奏效，不论是在建议产品（麻疯树）还是在土地（边缘土地）方面均是如此。我们将在下一章中介绍生物燃料的技术前沿，但由于技术的专有属性、所需的更大规模资本投资，以及二代技术对于基础设施、物流和人力资本的更高要求，拥有资源可向二代生物燃料迈进的国家屈指可数。尽管很多发展中国家尝试进行甘蔗生产和乙醇生产，但鲜少有国家拥有支撑巴西模式的制度和研发能力。巴西的国际生物燃料合作旨在打破这些局限，转让必要的技术能力和人才能力。

对很多发展中国家而言，特别是农村仍占主要地位的国家，交通运输燃料在能源需求总量中的份额非常有限。这也表明，针对液态运输燃料的生物燃料政策需要投入适度规模的土地资源。对于很多此类国家而言，优先重点是制定能够利用本地生物质资源的宽泛的生物能源政策，这项政策需要着眼于各类问题，包括经济活动的本地能源供应、照明用电，以及开发用于煮饭的替代能源。我们将在第五章中讨论这些宽泛的生物能源战略。

2 生物燃料与技术前沿

生物燃料的推广与粮食生产形成竞争并引发粮食安全问题的程度，取决于很多因素：

- 原料的选择；
- 所涉自然资源（特别是土地和水）；
- 各类原料的相对效率（单产、成本、温室气体排放）；
- 采用的加工技术。

目前生物乙醇和生物柴油生产大都使用粮食和饲料作物，因而人们对于生物燃料与粮食生产的相互竞争尤为关切。我们在前一章中介绍了美国已为使用粮食/饲料作物生产生物燃料设定了限制，欧盟也已提出限制方案。我们还看到，非洲和亚洲的生物燃料政策已将这种潜在的竞争关系视为核心关切，优先使用非粮作物和“边缘”土地。本章中，我们评阅了近期关于生物燃料生产技术及其对生物燃料与粮食/饲料生产竞争关系影响方式的文献资料。

科研和技术目前正在探索各种可能，以期解决上文提出的各种关切，尽量减少生物燃料与粮食生产的竞争。我们分析了关于这些问题的当前讨论，包括各类建议技术路径商业化运行的时间表。

我们还考虑了新兴技术方案对发展中国家生物燃料发展的可能贡献。

2.1 生物燃料技术发展轨迹

随着研究表明生物燃料的快速增长与粮价高涨存在关联，对生物燃料提供支持也开始广受争议；研究质疑生物燃料在替代化石能源和减少污染物（包括温室气体）排放方面的能力，并指出生物燃料的发展可能造成生产模式单一并导致森林砍伐（Wagstrom 和 Hill, 2012; Searchinger 等, 2008; Lagi 等, 2011; Fargione 等, 2008; Mitchell, 2008）。科学文献中也对很多方面争论不止，包括生物燃料的净能源平衡，生物燃料对减缓气候变化的净贡献（特别是考虑到可能产生的土地用途改变和碳储量的损失），以及生物燃料与砍伐森林或开垦草地之间直接和间接的联系（van Renssen, 2011; 欧洲环境署, 2011）。

在这些辩论中，人们对于采用不与粮食形成直接竞争、以及可种植在不适于生产粮食作物的土地上（如麻疯树）的原料寄予了厚望，尤其是可以充分利用不可食用和木质纤维素生物质的技术（这些往往是二代生物燃料的设计方案），或使用可以消除对作物依赖且占有土地较少的藻类生产生物燃料（这些大多是三代生物燃料的设计方案）。

一代和二代生物燃料的主要区别在于使用的技术，以及用作原料的生物质类型。具体差异详见插文 3。

二代纤维素生物能源的主要生产路线见图 6。如图所示，从技术的角度来看，目前在二代生物燃料开发方面主要有两个转化路径。

- 生物化学路径是木质纤维素材料水解，之后将水解出的糖分发酵形成乙醇。
- 热化学路径则是高温加热生物质，通常比生物化学过程的压力更高。热化学路径在原料选择上更为灵活，产出的燃料种类更加丰富（Larson，2008），从乙醇到生物质液态（柴油）燃料不一而同。

插文 3 一代、二代、三代，以及高级生物燃料

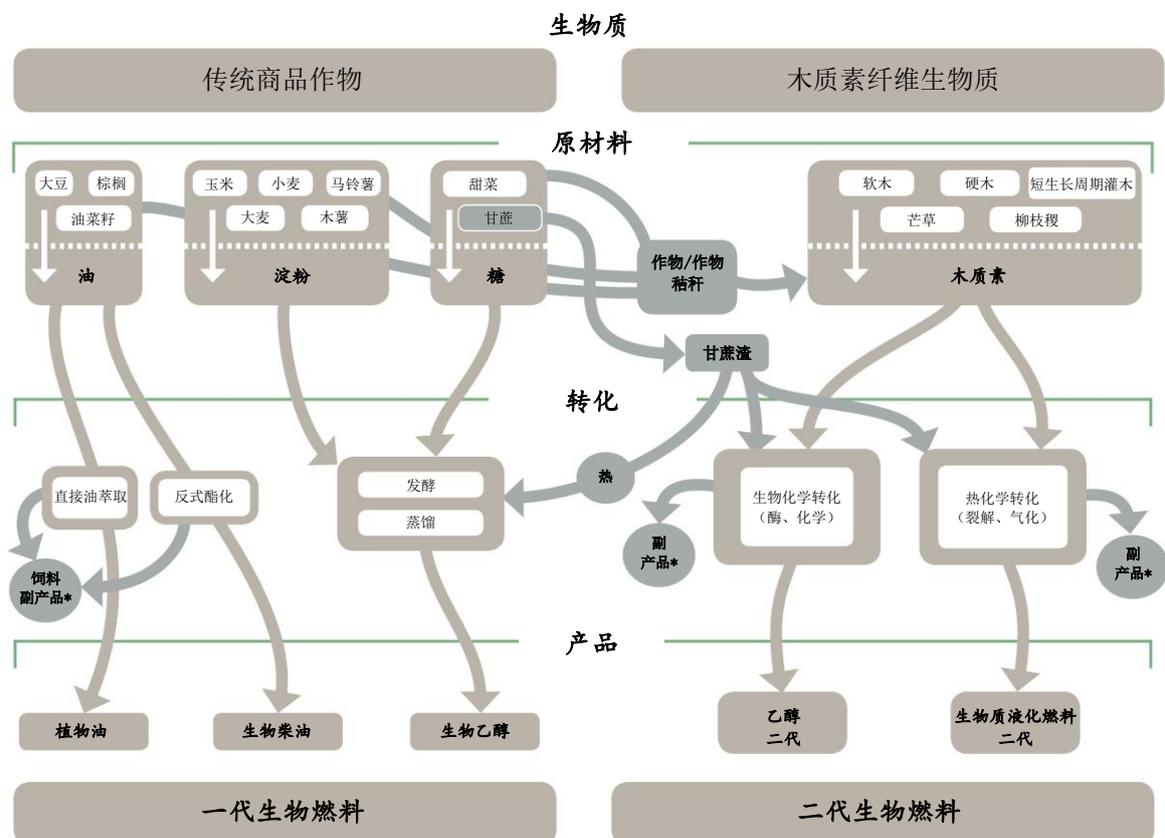
一代生物燃料通常指利用含糖量较高（如甜菜、甘蔗和甜高粱）和淀粉含量高（如玉米、小麦、木薯）作物生产的乙醇，以及油料作物（如大豆、葵花籽、油菜籽、棕榈）或动物脂肪以及纯植物油生产的生物柴油（Gasparatos 和 Stromberg，2012；Fischer 等，2010；经合组织/国际能源机构，2010）。多数情况下，这些原料也可用作粮食和饲料。

二代生物燃料用不可食用和/或木质纤维素生物质生产，主要产出包括木质纤维素乙醇、生物质液态燃料，以及生物合成天然气（粮农组织，2008；国际能源机构，2010）。典型的木质纤维素原料包括农业副产品（如玉米秸秆、谷壳、根茎、甘蔗渣）、森林废材（如间苗、树冠和枝叶）、多年生草类（如柳枝稷和芒草）、短生长周期灌木（如柳树或杨树）以及市政垃圾。利用不与作物竞争优质土地或可在缺水环境下生长的物种（如麻疯树）为原材料生产的生物燃料有时也被贴上二代生物燃料的标签，尽管使用的还是传统的过程技术。

“高级生物燃料”这一说法来自美国立法，其定义并不具体涉及二代或三代生物燃料。美国环保署对“高级生物燃料”的定义是“除玉米淀粉乙醇之外的可再生燃料，且整个生命周期的温室气体排放量至少要比汽油或柴油燃料的排放量少 50%”。根据前述标准，巴西的甘蔗乙醇尽管属于一代生物燃料，但在美国仍可归于“高级生物燃料”之列（见表 4）。

“三代生物燃料”通常是指不与粮食作物争地的生物燃料。以藻类为基础的生物燃料大都属于这一类。

图 6 一代和二代生物能源的生产路径



近年来，上述两条转化路径最终产出的界限也开始逐渐模糊。目前正在开发的方法和路径多种多样，均希望能够在“生物提炼厂”实现纤维素生物燃料和其他生物副产品的商业规模开发：(i) 催化热解与氢化处理成碳氢化合物；(ii) 气化及费托合成为碳氢化合物；(iii) 气化与甲醇制汽油合成；(iv) 稀酸水解，发酵成乙酸，并化学合成至乙醇；(v) 酶水解成乙醇；(vi) 联合生物加工（一步法酶制，水解与发酵）成乙醇（Brown 和 Brown，2013）。

尽管如此，一代生物燃料在 2011 年仍占据了全球生物燃料生产和消费总量的 99.85%（91,300,000 吨），利用木质纤维素原料生产的二代生物燃料目前产能仅为 137,000 吨/年（国际能源机构，2013）。木质纤维素生物燃料的进展落后于预期水平；根据国际能源机构的测算，考虑到在建项目和已宣布的项目，木质纤维素生物燃料产能到 2018 年将提高至 620,000 吨/年（国际能源机构，2013）。

2.2 技术对与粮食及饲料争地有什么影响？

选择适当的原料和技术首先要考虑的重要内容就是每公顷土地上能生产多少生物燃料（世界观察研究所，2006）。生产同等数量的能源所需土地面积越大，通过土地使用压力传导给粮食安全的影响就可能越为显著。在这方面，也可将生物燃料的“土地”足迹与其他能源生产方式进行比较，例如 McDonald 等（2009）中进行的讨论。

表 1 部分生物燃料作物的土地利用强度，全球平均水平

生物燃料	原料	每百万升 /公顷*	主要副产品 (单产: 公斤/升生物燃料)	副产品 使用
	甜菜	350	甜菜渣 (0.25)	
	玉米	465	干酒糟及其可溶物 (DDGS) (0.3)	动物饲料蛋白质, 固体燃料
	乙醇			
	甘蔗	300	甘蔗渣 (0.25)	用于供暖/供电的固体燃料
	木薯	420		
	纤维素	470	木质素 (0.4)	固体燃料与化学品
	油菜籽	670	甘油酯 (0.1), 压榨饼 (0.6)	豆粕
	大豆	1 310	大豆粉 (0.8)	饲料
	生物柴油			
	棕榈	310	空棕榈果核栗 (0.25)	动物饲料或固体燃料
	麻疯树	1 540		
	BtL-短生长 周期灌木 (SRC)	320	低温热: 纯二氧化碳	
生物甲烷	厌氧消化 (玉米)	250	有机肥料	
	bio-SG (短生长周期灌木)	280	纯二氧化碳 (0.6 L)	

来源：根据国际能源机构（2011）和 McDonald 等人计算得出。（2009）

* 每百万升汽油当量公顷数

总体而言，蔗糖的生物燃料单产高于淀粉。“每公顷单产”的方法在热带地区计算一代生物燃料也具有比较优势。表 1 还列举了主要副产品的单产水平，进一步表明生物质燃料和燃烧燃料作物生物质发电是单位电能生产所需土地面积最大的。多数可再生能源生产技术，例如风能和太阳能，都可用这个单位计算中间值。为便于说明，以表 1 中的数字为例，1 000 亿升玉米乙醇（接近目前全球生物燃料产能总量的水平）需要 3 850 公顷土地，相当于 2011 年全球可耕地总面积（13.96 亿公顷）的 2.75%（粮农组织统计数据库，2013）。

技术选择的第二个重点考虑是生物燃料原料与粮食和饲料的直接竞争程度。

根据定义，二代生物燃料使用不可食用或纤维素原料生产，因而不会直接影响食品市场。另一方面，部分一代生物燃料，尤其是生物柴油，能够产生可作为动物饲料重要来源的副产品（粮农组织，2013）。Cooper 和 Weber（2013）认为，这个用途可在一定程度上抵消饲料成本上升的影响，而饲料成本上升则是生物燃料发展带动需求扩大的结果。部分副产品蛋白质含量尤为丰富（见表 1），可成为其他蛋白质含量较高饲料的低价替代品，特别是在欧洲等特定区域（Lywood 和 Pinkney，2013）。

避免与粮食和饲料形成竞争一直是很多国家政策设计的重要关切，特别是发展中国家。发展中国家优先考虑不被视作食品的原料，尤其是不会与粮食作物争地的品种。人们对此类原料寄予厚望，很多国家制定的政策便是明证（见第一章，及中国和印度的例子）。麻疯树曾被视作解决这一问题的理想选择，因其为产油作物，在贫瘠缺水的土壤环境中也能茂密生长。麻疯树主要在亚洲种植，在非洲和拉美也有少量种植，是很多投资项目和政策目标的焦点所在。人们对于在非洲大陆利用麻疯树发展生物燃料的潜力更是多有期冀（Diaz-Chavez 等，2010）。

但是，事实证明麻疯树可能拥有部分之前提到的农艺优势，但保证项目经济可行则需要较高的生产效率，而这又要求有更好的品种、优质的土壤以及更多的用水。麻疯树并不是灵丹妙药，无法解决一代生物燃料饱受诟病的资源竞争问题（Gasparatos 等，2012）。非洲的很多生物燃料投资项目（我们将在第四章中具体阐述）都曾以麻疯树为目标，但现在或是搁浅停滞，或是不了了之。另一方面，在下文讨论的《生物燃料文摘》的分析中，麻疯树仍被视作一种重要的原料。还有一些项目使用麻疯树为原料生产航空燃料。加州的 SG Biofuels 生物燃料公司已开发出改良的麻疯树品种，其与 Bharat Petroleum 石油公司合作，在印度和巴西分别种植了 86,000 英亩（约 34,800 公顷）和 75,000 英亩（约 30,400 公顷）麻疯树。该项目有多个利益相关方参与，包括 JETBIO 公司、空中客车公司、美洲开发银行、巴西 Bioventures Brazil 公司、英国石油公司航空部和巴西塔姆航空公司。另外，该公司与巴西农业研究院 Embrapa 和巴西生物柴油企业 Flagril 达成协议，共同开发适于巴西沙瓦那地区种植的麻疯树品种。据报导，该品种在发展中国家的生产效率高达 350 加仑/公顷（约合 1 600 升/公顷），在美国为 200—300 加仑/公顷（约合 910—1,360 升/公顷），而大豆的生产效率仅为 60 加仑/公顷（约合 273 升/公顷）（生物燃料文摘，2013）。

二代生物燃料对粮食安全的潜在影响也要结合其所需原料和资源（土地和水）的其他用途进行评价，具体情况因地制宜。二代生物燃料可使用不同类型的生物质，包括不能用作食物的生物质，例如作物秸秆、草、木材或废弃物，因而不会与粮食形成直接竞争。然而，某些类型的生物质原料可以与动物饲料或还原成土壤营养物等用途形成直接竞争关系。另外，与麻疯树一样，即便生物质可来自于不适于作物生产的土壤，但生物质的集约生产通常需要优质的土壤、营养物和水。

二代生物燃料的潜在优势之一是能够充分利用多年生植物。但从土地使用的角度来看，利用多年生植物灵活性不足，因为若土地要快速回归粮食生产用途，多年生植物相比一年生作物的可逆性就稍显不足了。因此，二代生物燃料的政策选择较为僵化，如 Wright（2011）推崇使用粮食作物同时设置“安全阀”机制，利用合同的方式确保在必要时可将生物燃料作物退回为粮食作物。此外，还有人担心，如管理不当，纤维素生物燃料可能会限制植物有机质还田，破坏土壤的碳和营养物平衡，且可能对土壤固碳产生不利影响（Moon 等，2012）。能源、环境/温室气体和以及一代和二代生物燃料的成本效率都会影响粮食可供量和粮食获得，因而其对粮食安全的影响需要接受评价。

生物质用于粮食还是能源生产可能需要权衡利弊，而权衡的标准则取决于各种生物燃料的相对绩效。生物燃料在能源、环境或成本效率方面的表现越好，某项具体的能源、温室气体或生物燃料经济支出目标/数字对粮食安全的影响就越低。因而，对各种生物燃料方案的能源、环境和成本效率的考虑，与粮食安全的辩论有直接的关系。

我们在此概述了几种一代和二代生物燃料绩效的比较结果，涵盖了其测算成本、能源平衡，并与化石燃料的温室气体排放情况进行了比较。

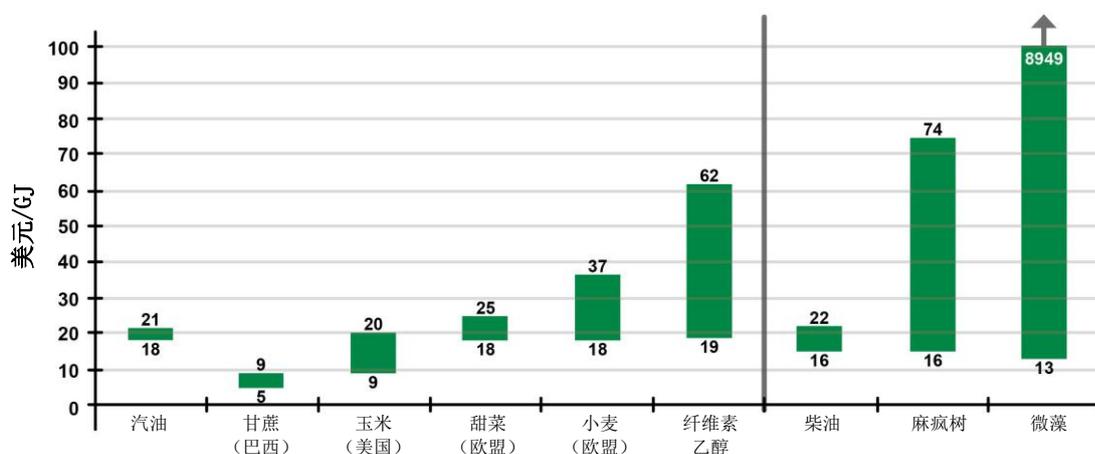
2.3.1 成本效率

一代生物燃料的主要挑战是生物质相对于加工活动的成本，而二代生物燃料的成本挑战主要来自于加工阶段。某些情况下，生物质的收集成本不菲。Carriquiry, Du 和 Timilsina（2011）将生物燃料（一代和二代）生产成本与化石燃料的生产成本进行了比较评价（见图 7）。研究结果表明，2009 年二代生物燃料成本是化石燃料生产成本的 5 倍。

应当指出的是，图 7 中所示成本不包括副产品的收益。如纳入副产品收益，报告中给出的甘蔗乙醇相对于粮食乙醇的成本优势则会减少。尽管各种生物燃料的相对生产成本各异，但还是可以得出一些结论。原料是生物燃料生产的主要成本所在。因此，玉米、小麦、甘蔗和副产品相对价格的变化均会对生物燃料的相对生产成本产生较大影响。根据前几年的贸易情况，多数情况下甘蔗乙醇的生产成本都低于玉米乙醇，更是低于欧盟的小麦乙醇；但近几年来，由于糖类价格走高，且巴

西乙醇的国内需求旺盛，美国的玉米乙醇在竞争中抢占先机，实现了向巴西和欧盟的出口。实际上，欧盟一直以来都在进口巴西和美国的乙醇；尽管面临本地产能过剩的问题，且市场受到不同程度的关税保护，但欧盟预期仍会继续进口。

图 7 不同原料的生物燃料生产成本



来源：根据 Carriquiry, Du 和 Timilsina (2011) 的图 3 整理。说明：研究中未包括玉米乙醇和小麦乙醇的副产品收益。GJ=吉焦耳。

除空间和时间差异外，不同品种二代生物燃料的显著成本差异（图 7 和表 2）还可以通过因缺乏相关植物的数据或数据质量不高而引起的不确定性来解释，相关信息往往属于专有、保密性质，且通常来自于数量非常有限的试验植物，有时甚至仅有一个样本。基于现有的市场情况和政策支持，二代生物燃料的生产成本仍然过于高昂。在当前发展阶段，二代生物燃料的生产成本可能高出一代生物燃料和化石燃料数倍。

表 2 运用技术经济分析测算出的不同纤维素生物燃料生产成本

作者	原料	生物燃料	生产成本 (美元/升汽油当量) *
McAloon 等 (2000)	玉米秸秆	乙醇	0.95
Solomon, Barnes 和 Halvosen (2007)	柳枝稷 或木材	乙醇	0.95
Sassner, Galbe 和 Zacchi (2008)	柳属 (柳树)	乙醇	0.90-1.09
	云杉	乙醇	0.82-0.87
	玉米秸秆	乙醇	0.84-1.08
Frederick 等 (2008)	黄杨树	乙醇	0.63
	火炬松	乙醇	0.71-1.03
Wright 等 (2010)	玉米秸秆	碳水化合物	0.58
Kazi 等 (2010)	玉米秸秆	乙醇	1.41-2.38
Swanson 等 (2010)	玉米秸秆	碳水化合物	1.10-1.37
Brown 等 (2013)	玉米秸秆	碳水化合物	0.68
Haque 和 Epplin (2012)	柳枝稷	乙醇	0.66-1.08

来源：作者计算整理。数据包括投入品成本和工业/过程成本。

* 扣除 2012 年物价上涨因素。

目前对于纤维素生物燃料生产成本的评价是在缺乏大规模生产且仍不具有商业可行性的背景下进行的。对第 2.3 节中提出的各种纤维素生物燃料路径的技术和经济可行性进行准确评估还需要可靠的数据；而获得更加详实的数据至少还要再等上几年。

2.3.2 能源平衡

评估一种燃料能源平衡的普遍方式是计算净能源投资收益率。能源投资收益率是某种过程获得能源与该过程中直接和间接使用能源总量（化石能源和其他能源）的比值。结果大于 1 则表明某种生物燃料是净能源提供方。近期研究的结果在表 3 列出，结果表明甘蔗乙醇在这方面的表现优于其他一代生物燃料。这是因为压碎甘蔗秆，即甘蔗渣（见图 6），提供的能源远超过生物燃料生产厂或制糖厂的供热和供电需求，甚至还可以将少量的剩余电量输送给电网（Pinguelli Rosa, Villela 和 Pires de Campos, 2013）。生物柴油的能源平衡表现也优于粮食乙醇。值得提出的是，纤维素乙醇获得的能源平衡差异较大，且可能水平较高。这突出表明，尽管某些原料和区域有潜力可挖，但纤维素乙醇本身不能保证获得理想的能源平衡。应当强调的是，能源投资收益率的很大不确定性反映出这种技术的发展仍处在初级阶段。

表 3 各类燃料净能源投资收益率

燃料	能源投资收益率	接受评价的国家/区域
纤维乙醇	2-36 (5.4)	美国（柳枝稷）
玉米乙醇	0.8-1.7	美国，哥伦比亚，中国
小麦乙醇	1.6-5.8	英国，荷兰，瑞士，澳大利亚
甜菜乙醇	1.2	英国
大豆生物柴油	1.0-3.2	美国，阿根廷，巴西，中国，南非
甘蔗乙醇	3.1-9.3	巴西，墨西哥，南非
糖蜜	0.6-0.8	泰国，尼泊尔
木薯	1.3-1.9	中国，泰国
甜高粱	0.7-1.0	中国
油菜籽生物柴油（欧洲）	2.3	英国
回收植物油生产的生物柴油	5-6	
棕榈油生物柴油	2.4-2.6	东南亚，泰国
麻疯树	1.4-4.7	中国，印度，泰国，非洲
藻类	0.01-7.01	

来源：作者根据以下资料整理得出：WWI（2006）；Pimentel 和 Patzek（2005）；Shapouri 等（2004）；Quintero 等（2008）；Kim 和 Dale（2008）；Hill 等（2006）；皇家学会（2008）；Grant 等（2008）中进行了讨论。

2.3.3 温室气体平衡

生物燃料生产的另一目标是温室气体减排。这方面发表了很多研究，运用生命周期分析法（见表 4）来计算不同生物燃料路径相对于化石燃料的温室气体减排潜力。不同的路径包括原料、转化、过程工艺，以及副产品处理类型和性质的不同组合。

不同的研究所做假设也不尽相同，特别是计算的系统边界，因此很难进行比较（有时甚至会误导结论）。有很多研究对一种或几种生物燃料生产路径进行生命周

期分析，但我们没有找到近期对各种生物燃料/原料组合（如表中所示）进行统一比较的研究。针对有关这一问题所有发表研究进行全面的比较分析不在本报告范围之内。我们在这里只是直接报告了相关文献的结果，没有任何评判，但同时也让读者了解到这些不可避免的欠缺之处²⁶。

从表 4 中我们似乎可以得出部分共识，即生物燃料，尤其是甘蔗乙醇（Goldemberg, 2008）和二代生物燃料，如取代化石能源，可成为温室气体减排的重要工具。测算结果差异显著，且对生命周期分析中使用的假设非常敏感。表 4 计算中并未考虑一个尤为重要的假设，即对直接土地用途改变和间接土地用途改变的处理（Gao 等, 2011; Searchinger 等, 2008; 欧洲环境政策研究所, 2010）。这一问题在第四节中进行了分析。

美国 2007 年《能源独立和安全法》提出了高级生物燃料的说法（生命周期分析效益为 50%），而欧盟的《燃料质量法令》则提出到 2018 年，在考虑直接土地用途改变的影响后温室气体排放减少 60% 的门槛。美国和欧盟的监管规定均表示考虑在其计算中纳入间接土地用途改变的影响。

表 4 部分生物燃料与汽油和柴油相比的温室气体减排情况，未考虑土地用途改变所产生的影响

生物燃料	减排 (%) *	生物燃料	减排 (%) *
甘蔗乙醇	65-105	棕榈油生物柴油	30-75
小麦乙醇	-5-90	麻疯树生物柴油	40-100
玉米乙醇	-20-55	大豆生物柴油	52-70
甜菜乙醇	30-60	木质纤维素柴油	5-120
油菜籽生物柴油	20-80	木质纤维素乙醇	45-112 ^a

来源：作者根据经合组织（2008）；WWI（2007）；Wang, Wu 和 Huo（2007）；Borrion, McManus 和 Hammond（2012）；以及 Kumar（2012）；Hou 等（2011）；Ndong 等（2009）；Stratton, Wong 和 Hileman（2010）；Whitaker 和 Heath（2009）；以及 O'Connor（2011）等研究整理得出。

* 负数表示温室气体排放的净增长。

^a 包括森林废材、能源作物（如杨树等短周期树木，和柳枝稷），以及作物秸秆（如玉米秸秆）。

2.4 二代生物燃料时间表

2.4.1 处于十字路口的技术轨迹及投资

二代纤维素乙醇的大规模生产目前仍处于初级阶段。根据国际能源机构的报告（2013），利用木质纤维素原料生产生物乙醇的产能从 2010 年到 2012 年翻了三番，年产约为 1.4 亿升左右，仅为目前生物燃料生产总量的 0.15%。

²⁶ 着重乙醇研究的其他近期文章包括 Wang 等（2012）和 Wang 等（2011）中进行了讨论。Wang 等（2012）分析了不同的乙醇生产路径，包括玉米、甘蔗、玉米秸秆、柳枝稷和芒草，但并未将其与其他乙醇原料或生物柴油路径进行比较。Wang 等（2011）分析了玉米乙醇减排测算数据的变化情况。他们发现，近期研究报告的减排数字总体上高于早期的研究结果。

主导技术路径目前也不甚明晰。仅在几年前，利用酶水解技术生产纤维素乙醇还被广泛视为最有可能实现纤维素生物燃料商业化生产的技术（Regalbuto, 2011；Brown 和 Brown, 2013）。如今至少有六种路径处于研发阶段，尽管仍为示范规模。

尽管目前尚无商业化规模（年产不少于 5 000 万升）的纤维素生物燃料生产厂，但预计仅在美国到 2014 年就会有 9 个项目投产（Brown 和 Brown, 2013），资本投资总计 27 亿美元。这些生产厂将利用木质生物质（如黄松、杂交杨树）、农业废弃物、玉米秸秆和柳枝稷等原料，产能累计将达 10 亿升。

国际能源机构 2013 年的报告（2013）提供了 102 个项目的详细描述并配有分布地图，其中很多为示范规模，且正在建设当中。另有一个专业网站整理跟踪高级生物燃料和可再生化学物，最近该网站列出了 29 个国家的 278 个项目（生物燃料摘要, 2012），大部分在发达国家，以美国和欧洲为主。巴西、中国和墨西哥等发展中国家也在开展类似的项目。这些数据需要审慎解读，因为很多宣布实施的项目并未如期开展。

尽管研发领域获得大量投资且近年来取得一定进展，但二代生物燃料如要在没有公共支持的情况下实现商业化生产仍需突破很大的阻力（国际能源机构, 2013）。这些阻力的突出表现即是二代生物燃料无法实现商业化生产，美国环保署等监管部门不得不在 2013 年之前每年大幅下调《可再生燃料标准》中木质素乙醇的硬性规定（见表 5）。

表 5 根据 2007 年《能源独立与安全法》预测的纤维素生物燃料产量（百万加仑），修改产量及实际产量*

	2010	2011	2012	2013
最初规定（2007 年）	100	250	500	1 000
环保署修改后	5	6.6	8.65	14
实际产量	0	0	0.02	>5? ^a

来源：根据 Schnepf 和 Yacobucci（2013）及环保署数据编制，后者见：

<http://www.epa.gov/otaq/fuels/rfsdata/2012emts.htm>。

* 1 加仑=3.785 升

^a 能源信息管理局（2013）。

2.4.2 二代生物燃料对比其他形式生物能源

二代生物燃料的生产可与沼气（直接燃烧用于供暖供电）等其他生物能源形式进行竞争，例如，沼气也使用传统的工艺技术，但原料通常是废弃物或残留物，因而被认为不与粮食作物存在竞争关系。沼气是亚洲国家农业领域中使用较广的能源形式；但专用能源作物的使用量也在不断增多，特别是在欧洲，这也引发了争地以及取代粮食/饲料作物的质疑。通过热气化技术生产的合成气可被视作二代生物能源，

因为这种技术能够处理残留物和废弃物中的木质素成分。两种技术路径均可进一步转化成电能，或接入天然气网络。德国的专用作物沼气生产占全球总量的 80% 左右，主要原料为玉米（Rutz, Ferber 和 Jannsen, 2010）。这种模式最初是在作物产能过剩的年份和闲置地项目中推广实施，近年来的迅猛增长已经引发了作物替换的问题（Klawitter, 2012）。荷兰、奥地利和丹麦也是主要依赖农作物生产沼气（欧洲沼气协会, 2010）。

在“生物燃料对生物能源”的辩论中，必须考虑工艺效率（德国全球变化咨询委员会, 2008）——即每公顷土地面积的能源产量，以及物流方面——即原材料/生物质和最终能源产品（液态燃料、沼气、木材、木片、电等）的运输便易性和运输成本。

2.4.3 美国、欧盟、巴西和其他发展中国家的前景如何？

我们已经看到，二代生物燃料的推行进度滞后于决策者和业内人士最初的预期。美国《能源独立和安全法》的目标之一是，到 2013 年纤维素生物燃料产量达到 10 亿加仑（38 亿升）乙醇当量，2022 年增至 160 亿加仑（605 亿升）；届时，生物燃料总量将达 360 亿加仑，其中 210 亿加仑应为高级生物燃料。

由于二代生物燃料项目进展缓慢（见第 2.4.1 节），纤维素生物燃料的目标每年都提出暂缓执行，但目前尚未完全取消。这带来了很大的政治压力，各方要求调低，甚至完全取消原有的目标。尽管如此，影响甚广的《生物燃料文摘》还是重申了基于表 6 情境实现上述目标的可行性，并描述了各类公司和技术。根据该情境的描述，预计巴西的甘蔗乙醇不会在美国的生物能源市场上占据较大份额；这一假设可能会遭受质疑，因为巴西的乙醇已符合美国的“高级生物燃料”要求，目前已经出口美国。国际能源机构（2010）认为，甘蔗是唯一一种将继续在未来的运输燃料构成中扮演重要角色的一代作物。

全球可再生燃料联盟——生物燃料产业的国际协会，也支持这种关于二代生物燃料的乐观表述：“截至 2013 年底，将有 23 个商业化规模高级生物冶炼厂开工建设。这些冶炼厂分属不同国家，运用 12 种不同的原料策略，12 种不同的加工技术和 8 套生产流程，总计产能为 6.49 亿加仑”（全球可再生燃料联盟, 2012）。

欧盟委员会最近提议为一代生物燃料设定产能上限（接近当前水平），释放出紧迫转向“二代”生物燃料的明确信号。欧盟于近期组建了“可持续生物燃料领导者”，致力于“不与粮食竞争的原料”的快速推广（Manifesto, 2013）。在这方面，业界面临的选择也与技术发展的现实形成了很大的反差。

表 6 美国 2011 年生物燃料消费水平与 2022 年预测水平

具体领域	2011 (10 亿加仑*乙醇当量)	2022 (10 亿加仑*乙醇当量)
生物柴油	1.2	6.0
生化丁醇	0	9.9
可再生柴油	0	2.6
纤维乙醇	0.006	6.7
其他作物柴油	0	2.6
进口甘蔗乙醇	0.17	1.0
二代生物燃料小计	1.35	28.5
玉米乙醇	12.6	7.5
《可再生燃料标准》项目总计	13.95	36.0 (《可再生燃料标准》项目二期目标)

来源：2011 年数据根据美国能源信息管理局（EIA，2012）计算得出。

2022 预测摘自《生物燃料摘要》（2012）。

* 1 加仑=3.785 升

巴西的甘蔗乙醇可能在全球生物能源构成中拥有重要份额（国际能源机构，2010）；尽管对于二代生物燃料的研发、试点和示范有所关注（国际能源机构，2010），但二代生物燃料在巴西却被视作是当前“高级一代生物燃料”模式的竞争，而非替代。

在大量项目投产之前，二代生物燃料在满足不断增长生物燃料需求方面的可能作用仍然充满不确定性。

2.4.4 二代生物燃料：能成为发展中国家的替代燃料吗？

二代生物燃料引发人们的兴趣，这是因为其不仅有可能避免与粮食和饲料市场直接冲突，而且可以依赖在边缘土地上生产出的原料。

发展中国家对于二代生物燃料的兴趣是否高于一代生物燃料呢？如果是，二代生物燃料应当成为投资的优先考虑吗？

这个问题的答案主要取决于两个因素，这两个因素对发达国家和发展中国家同样适用。首先是土地和生物质的可供量，其次是技术可供以及技术推广的可能。关于第一个因素，二代生物燃料可用的农业土地全球测算数据差异极大，将在第四章中具体讨论。但是值得注意的是，生物质生产潜力的绝大部分（根据国际能源机构，2013 的研究为 2/3）都是在发展中国家。

国际能源机构评估了二代生物燃料的示范设施（2010，2013），只有极少数当前的试点和示范项目位于北美和欧洲以外的地区，而研究活动则主要集中于欧洲、北美和几个新兴国家（如巴西、中国、印度和泰国）。

国际能源机构表示，典型的二代生物燃料厂应拥有 1 亿升/年的产能，成本在 1.25 亿—2.5 亿美元之间，每年需要 60 万吨生物质。不同于一代生物燃料，原料在

总成本中的比重仅为 25%，固定投资占 50%。发展中国家在生物质可供量、相关的机会成本、技术设施条件、投资能力和高素质人才方面的条件各不相同，上述数据似乎表明，二代生物燃料更适合于巴西等土地资源丰富的国家，这些国家投资能力较强，但人口密度较低。经合组织/国际能源机构（2010）的报告提出了大规模工业开发与小规模本地价值链协同发展的挑战。

这是否表示二代生物燃料模式中涉及的发展中国家必须依赖全球生物质市场的兴起和发展，这个市场可为二代生物燃料厂提供原料，而二代生物燃料厂多数都与生物燃料需求旺盛的地区保持一致？这种视角在生物质收集的物流服务方面存在重要挑战，特别是以小农户为主要特点的国家。对很多国家而言，考虑机会成本也可以看到利用生物质满足本地能源、供暖和电力需求的优势，如国际能源机构（2010）枚举的喀麦隆锯末和坦桑尼亚甘蔗渣的例子。

2.5 结论

对原料和技术的选择在很大程度上决定了生物燃料生产及其政策对粮食安全的影响，也决定着与粮食、饲料与土地竞争的形式，不同的原料对于土地的需求不同。

根据第一章中对于生物燃料政策的分析，我们可以得出结论：目前对粮食安全问题的分析必须在大不相同的背景下进行：欧洲和美国都开始对非粮食作物生物燃料给予优惠待遇。在本章对于技术前沿的讨论中，我们也看到原料的定位发生了重大变化（例如麻疯树），且二代生物燃料可能加速发展，但对于发展中国家有关生物燃料和粮食安全讨论的影响仍不清晰。

尽管第二代生物燃料开发的时间表现在看来过于乐观，特别是对照美国的《可再生燃料标准》来看，但首批商业化规模纤维素生物燃料生产厂即将投产。目前正在开发探索各种原料转化的多种路径。在未来几年中，我们预计可以看到期盼已久的数据，包括这些技术商业化运行的成本以及相对的绩效。根据这些信息以及相对绩效，可对转化路径进行优选。边做边学可以降低商业化工业流程的成本，而这种成本是二代生物燃料生产成本的重要组成部分；工业进步通常快于降低传统和高级生物燃料的原料成本所需的农艺进步。

麻疯树的经验表明，种植任何一种新的生物质来生产生物燃料都会引发对土地和水的某种形式的竞争，从而对粮食安全产生影响（该问题将在第四章中详细论述）。

这些发展变化也会对发展中国家的潜在有利效应产生显著影响。二代生物燃料的投资和技术要求高，对许多发展中国家来说是可望而不可及。相反，简单小型的技术可能更为适合，包括用于提供本地能源来源（见第五章）。

在选择最佳技术方面没有“通用的”方法，而是针对不同的作物、生产模式、物流安排和燃料等选择不同的方法，满足能源需求，应对资源限制，并减缓对土地使用的影响，减少与粮食的竞争。边做边学并密切监测对市场和价格、以及对土地和社会问题的影响将成为关键，我们将在后面几章中进一步阐述。

3 生物燃料，粮食价格，饥饿与贫困

3.1 引言：打破“生物燃料与粮食价格”的悖论

在不到十年的时间里，全球生物燃料产量已从 2001 年年产不到 200 亿升增至 2011 年年产超过 1 000 亿升（图 2）。甲基三丁基乙醚在美国的禁用使得玉米乙醇成为唯一可行的汽油抗爆剂燃料替代品，欧盟的中期（2020 年）目标引发了大规模油籽生物柴油使用和进口的预期，而巴西推行新车安装弹性燃料发动机的政策则迅速扩大了生物乙醇的国内市场。

2006/2008 年是近期生物燃料产量增长最快的时期，年均增幅超过 200 多亿升，从 600 多亿升蹿升至 800 多亿升（见图 2），同期粮价大幅上涨（高专组，2011a），很快引发许多发展中国家的城市粮食骚乱。相较于 2002 年至 2004 年间的平均粮食价格，2008 年及 2011—12 年谷物和油脂的全球交易价格平均提高了 2 到 2.5 倍，糖类价格在 2000—2004 年价格的基础上年均增幅从 80% 到 340% 不等。与此相伴的是上世纪 70 年代以来前所未见的价格波动和高涨。

之后开展了大量的研究，探讨推动粮价上涨的多种原因交织形成“风暴”的问题，其中引证了多种其他因素，包括粮食需求扩大，大型新兴经济体的膳食结构转向以动物蛋白为主，中国谷物库存管理的影响，主要出口国的天气事件，农业生产率增速放缓，原油价格高企对农业燃料和投入品成本的影响，以及投机（高专组，2011a）。然而，许多观察人员，以及从民间社会组织到世界银行等众多组织都把生物燃料需求激增视作主要因素。

同时，关于生物燃料对粮食价格和粮食安全的有利与不利影响，以及短期和长期影响的了解与评估（见图 1）虽不断增多，但仍然是初步的。尽管如高专组（2011a）报告所述，现已形成一个总体共识，即生物燃料推动了粮食商品价格上涨，但对于影响程度以及生物燃料在造成价格波动方面的作用仍然存在争议（Abbott, 2012）。

五个特点可以说明为何分析生物燃料、粮价上涨和粮食安全之间的联系困难重重，以及为何在研究和科学界争论和争议仍然无尽无休。

1. 第一个原因是影响和驱动因素地理距离遥远。生物燃料生产主要集中于不存在粮食安全问题的国家，如美国、欧洲和巴西。除非与地方征地以及土地使用模式的地方变化有关系，否则在粮食不安全国家，生物燃料对粮食安全的影响主要是通过国际价格高企传导至本地市场实现的，通常是部分影响、不对称且有时间上的延迟，对净消费者造成的损害以及净卖出者获得的收益也不尽相同（高专组，2011a）。
2. 第二个原因，如我们在之前章节所见，即生物燃料生产是一个广泛存在的现象，除美国、欧盟和巴西三大巨头之外，发展中国家（特别是亚洲）的重要地位也

日渐凸显。生物燃料涉及各种原料²⁷，在国际贸易中的地位也不断上升。这些显然会加剧分析的复杂性，照比之前美国玉米乙醇独大的情况增加了新的内容和角度。根据一个市场的情况推断另一个市场较为困难，而且可能造成误导。当前面临的挑战是生物燃料和粮价方面的可用资料明显不平衡（绝大部分都着眼于美国的玉米乙醇，以及相关的政策和制度框架），不论是从地理上，还是从原料和市场方面来看均是如此。

3. 第三个原因是同步评估短期和长期影响挑战性高。2007/2008 粮价上涨与生物燃料产量激增“同期出现”造成了短期，几乎是立竿见影的价格影响（对粮食安全而言主要是不利影响），但其他影响可能还需要一段时间才能显现出来，包括有利影响（图 1）。短期粮价飙升可能给粮食安全带来严重的不利影响，但从长期来看，粮价上涨也会刺激农业投资，提高农民收入，增加农村就业。因此，反馈机制可以是正面的，也可以是负面的，且会随着时间的推移而发生变化。我们将在下文提及，目前可用于研究这一问题的工具非常有限，因此科学界仍无法在同一个分析框架内对短期和长期影响进行综合全面的评估。
4. 第四个原因是生物燃料只是对粮价造成影响的诸多因素中的一个。除研究生物燃料带来影响的研究外，还有很多着眼于其他因素的研究，有的是单独研究某个因素，有的则是结合生物燃料的因素综合考量（例如 Lagi 等 (2011) 的创新研究就综合考虑了生物燃料和投机），但相关研究鲜有综合全面的；且这些研究采用的方法各异，是否考虑某个因素取决于具体的方法选择。这些都使得我们很难抽丝剥茧地整理出关于“生物燃料和粮价”影响的结论。因此，人们在辩论中充满疑惑，其原因并非同一个问题（生物燃料和粮食价格）答案各异，而是问题迥异，分析方法方式大不相同，而解读也不尽相同。
5. 生物燃料对贫困人口粮食消费的影响并不最终—或仅仅—取决于价格上涨的幅度（图 1）。事实上，价格小幅上涨可以掩盖对饥饿的影响，因为较小的价格效应可能就反映了粮食消费的大幅减少。预测生物燃料造成粮价温和上涨的经济模型可能作出这样的预测，其部分原因就是预测作物消费量的大幅减少，表明饥饿和营养不良有所增加。响应性的供给或需求（或二者）可能导致价格出现微弱的变化，其可能会被混淆或误解为生物燃料的影响微小。

因此，多数生物燃料政策都是在针对生物燃料对粮价和粮食安全影响认识有限且存在不确定性的背景下设计和出台的。

本章运用了“商品价格”路径这一最新方法来探索生物燃料对粮食安全、饥饿和贫困的影响，并联系到国际市场上对生物燃料产生的额外需求。为认识对这些辩论的主要贡献和这些辩论对于推行政策措施的影响，我们分别关注了三组主要的问题：

²⁷ 例如，生物柴油可使用各种原料，主要是菜籽油、大豆和棕榈油，也可以使用各种动物脂肪和餐厨废油；见第二章。

问题 1: 生物燃料是借助何种机制推动粮价上涨的？不同背景（低价或高价、不同的原料）下有哪些因素造成生物燃料对粮食商品价格的“增量”、额外和单独影响？

问题 2: 过去五年（2007—12 年）的具体背景下，生物燃料对粮价上涨以及粮价上涨幅度的影响有多大？在该具体背景下，生物燃料与其他因素相比的影响份额有多大？

问题 3: 未来会发生什么情况？生物燃料政策会在多大程度上造成未来的价格上涨或价格高企？能否通过设计或修订生物燃料政策来减缓价格波动？

为回答这些问题，本章采用了以下方法：针对第一个问题，本章阐述了生物燃料和粮食价格之间的主要作用机制（第 3.2 节）；文章将科研人员编写的文献资料和各种方法分门别类，分析生物燃料对粮价的影响，并概述了当前的辩论和各种观点，指出玉米（和小麦）乙醇、生物柴油和甘蔗乙醇（第 3.3 节）的差异。

针对第二个问题，文章把 2007 年以后粮食商品价格上涨中生物燃料的作用与其他因素分离开来（第 3.4 节）。

根据上述分析，找出了一些翔实的依据（第 3.5 节），并讨论了未来政策与能源价格的相对作用，回应了第三个问题（第 3.6 节）。

3.2 生物燃料与粮食商品价格相互影响的基本机制

生物燃料与粮食价格的争论由来已久，争议不断，且观点各异，无论是在公共场合的辩论中还是在各种科学文件中均是如此。这是因为能够对价格体系产生积极或消极影响的因素与反馈回路众多（见图 1）。另外，这些有利和不利影响的相对强度在短期和长期也有所不同，延迟效应更是极大地加剧了分析的复杂性。正因如此，具体结论往往取决于重点关注、研究领域或研究视角。相关辩论也与经济学存在千丝万缕的联系。很多文献资料都运用了不同的经济模型以及各种统计分析形式，因而无法避免至少某些复杂性。

除生物燃料之外，还有很多因素影响粮食的全球供给和需求。对当前报告和分析而言最为重要的不是所有因素对净粮食价格的净总体影响——这类影响已由高专组（2011a）进行了论述——而是在其他因素保持不变的情况下，生物燃料对于粮食价格的影响。因此，我们的困难是从各类因素中单独抽离出生物燃料的影响：我们在这里是从额外影响的角度来看待生物燃料，即产生额外价格效应的影响²⁸。

²⁸ 例如，很多因素都可能造成价格下滑。这些因素可能会抵消或主导生物燃料需求带来的价格上涨效应：净总体不利影响（考虑所有因素）并不会阻碍生物燃料对价格产生积极的影响。反之，正如 Westhoff（2010）指出的一样，饲料和燃料产量扩大不一定意味着相应的粮食和饲料需求会像市场无需顾及生物燃料一样得到充分满足。

作物用于生产生物燃料时，最直接的影响就是减少了粮食和饲料可供量（见图1）：这种竞争会造成价格上涨，因为用户和各类需求都在竞争同样的可用供给。

如果这是唯一的效应，粮食作物生产的所有生物燃料都会造成粮食消费减少，表明生物燃料、粮食和饲料之间存在“100%的竞争”以及零和游戏关系：则在可用供给的限制下，商品价格会根据购买方的最高支付意愿和最高边际标的/价值大幅上涨。

但事实并非如此，因为除了在粮食和燃料市场上需求和生产层面粮食与原料可能存在替代关系外，这个过程中还存在涉及到原料消费和生产的两个反馈回路。

3.2.1 原料消费与生产反馈

在生物燃料的引入形成第一次通胀影响后，有两个反馈回路可以发挥作用，减缓对价格体系的冲击。

第一个反馈回路是在需求层面：价格信号使人们减少粮食消费，从而间接导致饲料消费减少。总体而言，经济证据表明：价格上涨时，富裕国家和人群的粮食消费量变化不大；而贫困人群则更多地选择减少粮食消费（高专组，2011a）。由于消费减少大多来自贫困人群，因而饥饿和营养不良现象有所增多。这是本报告提出的直接粮食安全关切（见第 3.6 章）。但贫困人口进一步被挤出粮食消费，这反而也粉饰了价格上涨的影响。经济学家通常认为粮食需求相对弹性较小（不会随价格变化而出现较大变化），但严格意义上说，饥饿（及其“深度”）是一种未表达的粮食需求，且会减缓对价格体系的压力（高专组，2011a）。

第二个反馈回路在生产层面：价格高涨信号鼓励农民扩大生产，增加供给。需求扩大不一定带来价格上涨；只有需求扩大的速度超出供给能力的增加时，价格才会上涨。如果农民能根据新的价格快速调整生产，我们就可以看到供给对粮价上涨也会表现出较高的弹性²⁹。Cochrane's（1993）对于美国农业历史的分析表明，农产品价格高企阶段过后通常是大笔投资进入（受到额外利润的支持），从而提高了供给水平，这可能是生物燃料的一个影响（Zilberman 等，2012）。同样，有些人在甘蔗案例中已经提出，发展生物燃料既刺激了甘蔗需求的扩大，也推动了甘蔗供给的提高（Goldemberg 等，2004）。如果产量提高能够跟上需求扩大，价格上涨仅会导致生产成本的小幅上涨，这是因为单产提高或使用了额外的土地。由于生物燃料的需求源自于政府政策，因此很多人表示，这是农民可以预期的需求，可将其纳入到种植决策中。粮食生产者在何种程度上可以通过增加生产来积极应对这些新的情况是生物燃料对粮价与购买力净影响的关键，也是最终影响饥饿与营养不良的关键因素。

²⁹ 供给从短期来看弹性较低，长期来看弹性较高，因为农民需要时间根据价格信号调整和增加供给。如前所述，反馈强度随着时间推移而有所不同是一个尤为重要的事实。

插文 4 供给与需求弹性

供给弹性 (E_s) 衡量供给对价格变化百分率的响应程度 (变化的百分率)。 $E_s = \text{供给的相对变化}(\%) / \text{价格的相对变化}(\%)$ 。供给受特定信号影响变化越大, 弹性也就越高。

供给的相对变化可从短期和长期两个维度进行测量。通常情况下, 长期的供给弹性都要高于短期。

需求弹性 (E_d) 是在其他条件不变的情况下, 即需求的所有其他决定因素 (如收入) 保持不变的情况下, 需求受价格上涨 (或下跌) 影响而收缩 (或扩大) 的程度。需求的价格弹性基本上总是负值。 $E_d = \text{需求的相对变化}(\%) / \text{价格的相对变化}(\%)$ 。

在计算生物燃料对粮价净影响时, 要结合两个反馈回路进行分析。供给和需求对价格上涨的响应程度越高 (供给和需求的弹性越高), 价格受到生物燃料需求扩大影响而上涨的可能性就越低, 但消费减少 (或“饥饿的深度”) 可能仍然较为显著。换句话说, 较大的供给响应, 或较大的需求调整, 或两个因素结合, 都会抑制价格上涨。

相反, 如果供给和需求弹性较低, 生物燃料的发展就可能引发大幅的价格上涨。

不同研究中对于供给和需求长期与短期价格弹性值的假设往往模糊不清, 而这些假设对于分析至关重要。因此, 决定弹性强度的因素以及内在假设非常重要。例如, 价格上涨的供给弹性取决于土地 (第四章)、技术 (第二章) 和劳动力 (第五章) 的可供量。这些因素总体和单独的响应速度与幅度都会对价格产生不同的影响。价格上涨时针对土地、技术、劳动力和投资的响应越快, 发展生物燃料对价格的推高作用就越小。需求弹性可高可低, 取决于各国的实际情况, 收入分配, 人口状况以及城市化的水平 (高专组, 2011a)。

插文 5 价格影响小的表现可掩盖较大的需求调整

一些经济模型预测生物燃料引起的价格上涨幅度在长期内较低, 但部分原因是这些模型预计随着价格上涨, 粮食和饲料作物的消费将会逐渐减少。消费下滑有助于实现供需平衡, 而不会造成价格飞涨。例如, 国际粮食政策研究所学者利用 IMPACT 模型开展的分析测算表示, 2020 年生物燃料产量将比 2010 年提高近 60%, 而这种产量的提高对于所有粮食价格的影响微乎其微, 仅会对大豆油价格产生约 33% 的影响, 但会造成粮食可供量大幅降低。欧洲委员会联合研究中心对于 IMPACT、GTAP (普渡大学研究人员运行) 和 FAPRI-CARD (衣阿华州运行) 模型研究结果开展的比较分析显示, 有 34—52% 用于生产乙醇的玉米或小麦都没有通过提高产量得到补偿, 因此造成了粮食可供量和消费量的净下滑 (Edwards, Mulligan 和 Marelli, 2010)。一项基于美国数据 (Oladosu 等, 2011) 的分析表明, 使用玉米生产乙醇导致美国国内可用作动物饲料的玉米大幅减少, 也因而刺激了产量扩大 (另见本报告的图 10 图 10)。这证明, 价格上涨本身不能作为粮食安全和营养水平的信号, 因为膳食结构可以发生变化, 需求可以进行调整; 在此过程中贫困人口受到的影响过大, 价格效应则有所减弱 (高专组, 2011a; 粮农组织, 2011)。

3.2.2 粮食和燃料市场需求和供给层面的产品替代效应

除上述影响之外, 在出现生物燃料需求后, 我们还要考虑不同原料相互替代 (需求层面或供给层面) 可能性引发的效应。这里需要考虑三种效应:

- **粮食需求层面的替代：**粮食消费以及粮食和燃料供应链的技术可以（在一定程度上）从一种商品或原料转向另一种。这就会引发各种原料之间的可能替代效应。例如，就植物油而言，菜籽油和棕榈油的需求在一定程度上可在食品市场中相互替代（国际清洁交通委员会，2013）。如果小麦价格走高，家庭可用其他谷物替代膳食中的小麦。替代效应也可以出现在饲料市场上：如果玉米价格上涨，牲畜养殖者可转向其他饲料来源。因此，某种生物燃料作物的价格与可替代该作物的所有其他原料的价格成正相关关系。这种情况下，替代效应和国际贸易不断扩大都会减缓对于原来市场的压力。尽管如此，生物燃料对一种商品的任何价格影响都可能直接或间接地传导给替代品的市场。
- **生产层面的替代：**生物燃料作物与其他作物竞争同一块耕地。如果玉米价格上涨，生产者就会有动力种植玉米。这样，本可在同一地块上种植的其他作物面积就会缩减从而导致减产，或者这些作物被放到生产率较低的地块上种植。两个因素都会引起产量减少和价格上涨³⁰。这种产量影响是作物价格联动的另外一个原因：产量影响使得一种生物燃料作物（价格）与同样农业生态条件下可以替代种植的所有其他作物（价格）建立了关联。土地价格也会受到影响，从而对农产品造成更为普遍的价格效应。
- **最后，需求层面替代的可能性在燃料市场也同样存在，**因为生物燃料根据自身定义就是化石燃料的替代。将大量作物转化为燃料的能力（生物燃料产能）造成了能源市场与粮食市场价格相互传导的可能。燃料市场主体理所当然地会在价格物有所值的时候选择购买生物燃料。考虑到原油价格走高，且生物燃料产能为能源市场和农产品市场建立了实际的联系，原则上，原料价格应遵从作为能源来源的机会价值。这些联系错综复杂，还取决于硬性规定、或生物燃料在运输燃料中强制掺混率的限制³¹。我们在下一节中详细探讨了这些效应，以及文献资料中引用的立场。

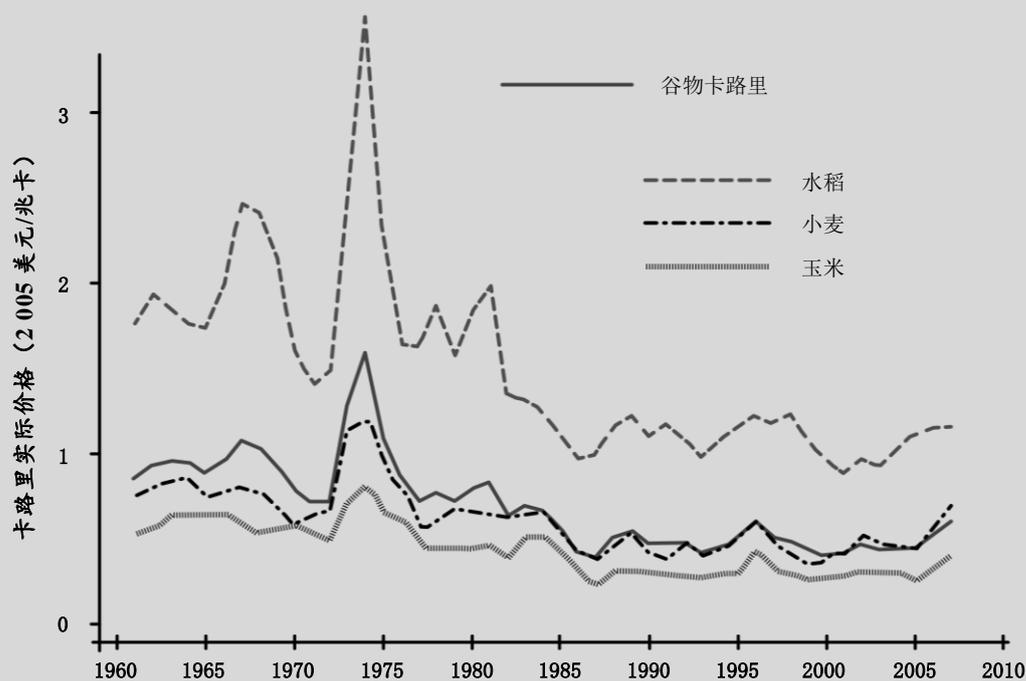
³⁰ Abbott（2011）重点提到，生物燃料产能扩大的时期与收获面积大幅增加的时期相互对应。收获面积比2005—06年的平均水平增加2 700万公顷，且不包括利用主要作物取代了次级作物（国际清洁交通委员会，2013）。生物燃料产能扩大意味着可供其他作物扩大种植面积的土地骤然减少，且市场紧缩状况发生转移。

³¹ 例如，生物柴油的生产目前在经济上还无法与化石燃料竞争（见第二章），其生存发展完全依赖于强制性掺混目标或生物柴油生产补贴。因此，原油市场价格效应很难传导至生物柴油的原料市场。

插文 6 各种原料之间的替代效应和市场联系

玉米价格和小麦价格之间存在密切的历史关系，稻米价格也与其相关但程度稍弱，完整的统计学相关性见图 8 或 Baffes 和 Haniotis (2010)。如果有足够的消费者能够从一种谷物转向另一种，且大量的农民能够在次年从一种谷物的生产转向另一种，那么这些价格之间往往就会显示出趋同关系 (Westhoff, 2010)。替代从无完美之说。例如，人们普遍认为，2008 年稻米价格飞涨是生物燃料和其他很多因素共同作用的结果，因为国际市场上交易的稻米仅为全球产量的很小一部分 (Abbott, Hurt 和 Tyner, 2008; Headey 和 Fan, 2010)。但总的来说，仍有证据表明一个市场的紧张状况可能传导至其他市场，正如加州大学伯克利分校的经济学家近期发布的一篇文章重点提到的，全球综合谷物 (玉米、小麦和稻米) 库存趋紧比单一品种全球库存更能很好地解释价格的变化 (Bobenrieth, Wright 和 Zeng, 2012)。

图 8 谷物小麦、水稻和玉米的市场联系 (1960—2010 年)



来源：根据 Wright (2012) 编辑整理。价格为 2005 年美元实际价格，运用世界银行制造单位价值指数 (MUV) 调整名义价格。

其他条件保持不变的情况下，发展生物燃料将对需求产生全球性的压力，导致粮价上涨 (高专组, 2011a)。由于供给和需求都存在替代可能，谷物粮食和油籽的价格联动得更加紧密 (de Gorter, Drabik 和 Just, 2013)。

分析生物燃料的价格效应必须考虑生产或需求层面 (是否) 存在可能的替代情况，包括生物燃料原料市场，以及与其形成竞争的粮食市场。

根据此类替代的可能，我们划定了三个主要的生物燃料类别：(i) 粮食类生物燃料；(ii) 糖类生物燃料；(iii) 油籽类生物燃料。每个类别都有自己的发展动态，也有各自的主体参与者 (见图 2)：粮食类生物燃料的主体是美国，糖类生物燃料的主体是巴西，油籽类生物燃料生产和消费的主体为欧盟。这些都将在第 3.3 节中具体阐述。

3.2.3 可能不同的短期和长期反馈及替代效应

最后，同样重要的是，产生的影响在短期和长期可能不尽相同（甚至传达不同的信号）。供给和需求的响应性也会根据选择的时间段不同而有所差别。短期来看，由于农民在一两年内扩大生产面临着明显的局限，因而供给的响应性较弱。事实上，在几个月的时间里，供给方面的唯一响应可能就是生产者增加销售作物库存。供给响应的短期局限表明，价格在短期上涨的潜力高于长期，长期来看进行投资和扩大生产的动机将会转化为成果。从需求来看，对价格变化的响应性（弹性）也可随着时间的推移而发生变化，可能是因为收入状况和习惯会发生改变，也可能是因为推行了社会保障制度（高专组，2012b），表明农村发展和享受经济增长带来的利好可在减缓这一问题方面发挥作用。

3.3 生物燃料与粮食价格方面的文献资料

为把握上述生物燃料对粮食价格影响的“机理”，科学界运用了各种方法和工具。这些方法和工具可分为四个主要类别，其运用都是为了找出近期全球粮价上涨的缘由：

1. 第一类文章主要是简单经济模型或弹性计算，旨在分析生物燃料在粮价上涨中发挥的作用，但采用的方法差异较大（如：de Gorter, Drabik 和 Just, 2013; Drabik, 2012; Hochman, Rajagopal 和 Zilberman, 2011; Roberts, 2010; Bair 等, 2009）。
2. 第二类方法主要着眼于自 2005 年起供给和需求因素的变化，以期分析哪些因素最可能导致价格上涨（如：Alexandratos, 2008; Headey 和 Fan, 2010; Abbott, Hurt 和 Tyner, 2008; Abbott, 2011; Trostle 等, 2011; Westhoff, 2010; Pfuderer 和 del Castillo, 2008）。
3. 第三类研究主要是运用各种全球农业模型测算生物燃料产生的经济影响（如：Hertel, Tyner 和 Birur, 2010; Timilsina 等, 2012; Rosegrant, 2008; Tokgoz 等, 2012），以及以其为基础的较为宽泛的评价文章（如：国家研究理事会, 2011; 英国政府, 2009; Baffes, 2010）。
4. 第四类研究运用统计方法分析作物价格和原油价格（如：Mallory, Irwin 和 Hayes, 2012; Kristoufek, Janda 和 Zilberman, 2012; Zhang 等, 2009a; Vacha 等, 2012），或库存（如：Wright, 2011; Dawe, 2009）等其他因素之间的统计关系。

另外，还有很多研究侧重于投机的作用，其中部分研究认为生物燃料和投资共同发挥了作用（Lagi 等, 2011）。

上述文献资料大都以美国的玉米乙醇产业以及相关的政策和制度框架为研究对象。鉴于玉米在全球粮食系统中的重要地位，以及美国玉米在全球生产和贸易中的主导地位，出现这种情况不足为奇。谷物粮食，尤其是玉米，对于粮食安全至关重要。玉米既是一种基本主粮，也是动物蛋白膳食的核心成分。作为基本主粮，玉米与小麦和粗粮具有密切的替代关系，在一定程度上与稻米也能相互替代。玉米还是交易范围最广的农产品之一，很多国家高度依赖玉米进口。此外，玉米种植面积较大，任何对于玉米用途的较大新增需求都会导致其他作物给玉米让出土地。因此，价格效应会进一步扩散到与玉米争夺同一块土地的其他作物，包括油料作物。土地价格也会受到影响，从而造成对农产品的更为普遍的价格效应。因此，科学界和研究界将大部分精力都投向分析美国玉米乙醇产生的价格影响也就毫不奇怪了。

尽管如此，生物燃料却是一个范围远大于美国玉米乙醇的现象。例如，巴西的甘蔗乙醇或欧盟及其他国家的生物柴油发展背景都与此不同，包括不同的内在经济学动态，以及替代和融入农产品与粮食市场的可能。尽管有证据表明相互关联的存在，但生物燃料的价格效应大不相同，需要结合具体情况逐例分析。

美国和巴西依赖国内原料，同时也是乙醇的主要出口国；欧盟设立了高度依赖进口的生物燃料目标（包括生物燃料和原料），而我们将要看到，这些进口将主要来自发展中国家。

鉴于上述考虑，我们在本节将分别具体分析美国的玉米乙醇（第 3.3.2 节）、巴西的甘蔗乙醇（第 3.3.3 节）和欧盟的生物柴油（第 3.3.4 节）。但在对这些市场进行具体分析之前，我们要首先关注一个更具普遍性的问题，即生物燃料为粮食市场和能源市场建立起的联系，以及生物燃料的价格效应（第 3.3.1 节）。

3.3.1 粮食价格与原油价格通过生物燃料产能和需求而建立的联系

驱动乙醇需求扩大的一个因素是原油价格上涨。很多经济学研究分析了原油价格与作物价格之间的关系³²。

正如很多研究提出的，2007 年以来曾有多个时期原油价格高企使得玉米乙醇相对汽油具有竞争优势，尤其是玉米乙醇还享有税收补贴（Tyner, 2010; Mallory,

³²很多文章运用了各种统计方法来测算原油价格与商品价格之间的相关性（Kristoufek, Janda 和 Zilberman, 2012; Vacha 等, 2012; Mallory, Irwin 和 Hayes, 2012; Serra, 2011; Zhang 等, 2009a; Tyner, 2010）。总体而言，这些文章发现 2007 年之前相关性较低，2007—08 年关系密切，之后关系变得相对密切但时有起伏。这些纯统计学的关系印证了人们的预期，即受到原油需求刺激，乙醇需求能够推高玉米价格，且通过玉米推动其他粮食产品价格上涨。2009 年之后这种关系的起伏不定反映出其中还有一众因素在发挥作用，包括掺混阈值导致的生物燃料产能扩大的限制（Abbott, 2011），以及冶炼瓶颈和州空气要求造成的美国原油价格和汽油价格区域不平衡的关系。Serra（2011）对当前文献资料全面评述后认为，有证据表明乙醇和/或原油价格影响长期的玉米价格水平。

Irwin 和 Hayes, 2012; Abbott, Hurt 和 Tyner, 2008; Abbott, 2012)。在这些时期，乙醇生产者应继续购买玉米扩大产能，以期满足市场需求，直到玉米价格达到“利润平衡点”。尽管乙醇生产者与其他购买者一样希望玉米价格保持不变，但每个生产者都发现，在玉米价格达到“利润平衡点”之前持续买入玉米生产乙醇仍然有利可图。价格涨至利润平衡点以上后，生产乙醇就不再带来利润了。在一个竞争性的市场上，如 2007 年以来的情况一样，如果乙醇产能高到能够抢夺一大部分粮食市场的资源时，玉米价格就会调整至“利润平衡点水平”。图 9 很好地显示了 2007 年中期以后玉米价格与“汽油利润平衡点价格”的突然联系。

根据 Abbott, Hurt 和 Tyner (2008), Tyner (2010) 以及 Babcock (2011) 的分析，2007 年大部分时间和 2008 年均处于利润平衡点水平，原油价格将玉米价格推高至每蒲式耳 6 美元和 7 美元。只有当生物燃料的产能不会限制其响应原油价格变化时，作物价格才能与原油价格形成联动 (Abbott, 2012)。正如 Mallory, Irwin 和 Hayes (2012) 与 Abbott (2012) 所言，得益于出口强劲，这些有利条件一直得以保持 (即便在乙醇需求已经达到掺混阈值之后也是如此)。仅仅是在生物燃料产能遇到瓶颈，或出现意料之外的发展动态 (如 2012 年的干旱导致粮食和饲料用户进一步推高玉米价格，使玉米价格甚至超出了其燃料能源价值) 时期，玉米价格才偏离了与乙醇相关的利润平衡点价格水平。

需要指出的是，原油价格和玉米价格之间的关系似乎不能直接适用于其他作物。即便在原油价格走高的时期，生物柴油的价格似乎也不具经济竞争力；巴西乙醇产量波动受到诸多因素影响，而原油价格仅为其中之一。由于玉米价格和其他作物价格存在相关性，原油价格高企给玉米带来的压力也会波及其他作物，推动价格走高。

原油价格和作物价格之间这种因生物燃料而形成的关系有许多方面的影响。

- 首先，它印证了生物燃料需求扩大对推动作物价格上涨的作用，其中原油价格是主要推动力量。除价格在“经济上”表现出相关性外，乙醇产业也有动力“实际”购买玉米，直到玉米价格达到利润平衡点水平。这也解释了作物价格上涨的很大部分原因。
- 其次，这种联系也解释了为什么未来原油价格高企的预期也会推动作物价格走高，这是因为只要乙醇产能扩大不受到掺混阈值或其他抑制规定的限制，玉米的最低价格就将由油价来决定。这种预期可能在过去五年中作物价格上涨过程中也发挥了一定的作用。

插文 7 原油价格与生物燃料价格之间存在相关性吗？

原油、乙醇和生物燃料原料价格之间的关系一直是大量科学工作的核心关注，而这些研究的结果却难以比较（Zilbermann, 2012）。

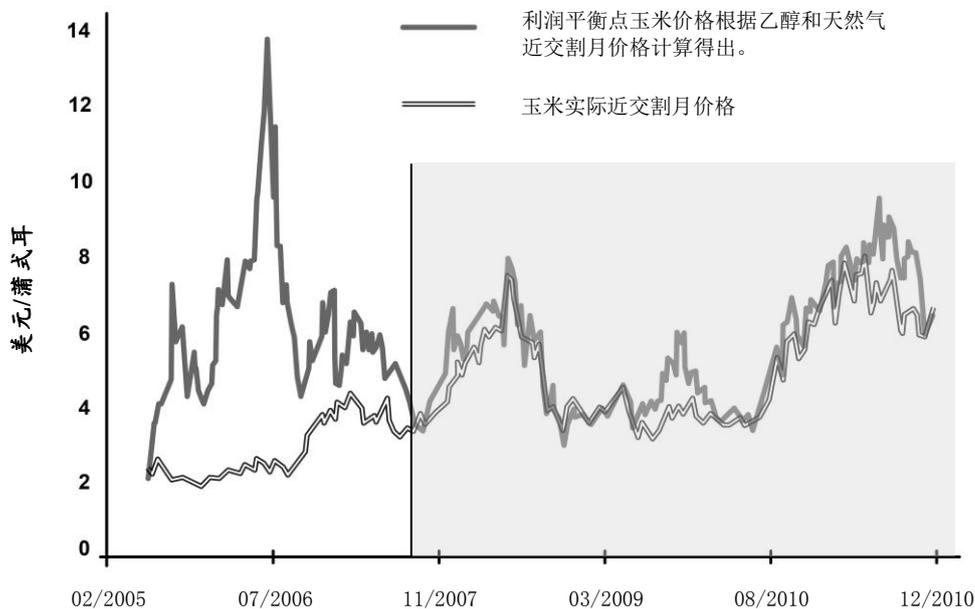
如 Zilbermann 等（2012）指出的一样，利用统计分析很难把握能源价格与粮食商品价格之间的关系，这不但是受到掺混阈值的影响，也是受到原油价格与汽油价格比率等多种因素的干扰，造成某些情况下不同的主要区域汽油价格出现显著偏离。Zhang 等（2009b）运用复杂统计方法分析之后提出，在 1989 年 3 月到 2007 年 12 月期间，美国的汽油价格影响了乙醇价格和原油价格，且乙醇价格上涨对农产品价格带来的是短期影响，而非长期影响。

Serra, Zilberman 和 Gil（2011）运用国际原油、乙醇和糖类每周价格对巴西进行了从 2000 年 7 月到 2008 年 2 月的观察研究，旨在评估巴西乙醇和相关市场上的价格波动溢出效应。Serra（2011）另一项针对巴西的研究运用了时间序列测算非参数校正法，支持了乙醇价格与甘蔗价格存在长期联系的观点。两个研究均表明，乙醇价格、糖类价格和原油价格平衡相关，市场波动性由原油市场和糖类市场传导至乙醇市场，而在其他方向的波动性传导则可忽略不计。尽管如此，还有其他研究表明反向传导（Serra 和 Zilberman, 2009; Block, Corobel 和 de Oliveira Veloso, 2012）或双向传导（Melo, da Mota 和 Chaves Lima, 2008）亦然存在。

相反，生物燃料政策一直被认为对原油价格和运输燃料价格产生影响，但文献资料中对此仍有强烈的争议。根据 Al-Riffai, Dimaranan 和 Laborde（2010）的研究，运用国际粮食政策研究所的 MIRAGE-BIOF 一般均衡模型，根据美国和欧盟强制规定而预计的生物燃料消费增加将导致原油需求减弱，原油价格也会在 2020 年基础全球价格的水平上小幅下滑（-2%）。对于美国和欧盟强制规定情境的模型分析表明，美国 2020 年运输燃料价格受到的影响较为正面，相对 2020 年基础价格下降 3.9%，在欧洲几乎没有影响，而在巴西价格则会受此影响上涨 4%（由于甘蔗乙醇的全球需求增加）。

基于对历史数据进行的经济分析，Du 和 Hayes（2009）发现美国玉米乙醇的产能扩大压低了国内的汽油价格。但是，这些结果和内在原因受到来自麻省理工学院和加利福尼亚大学戴维斯分校的 Knittel 和 Smith（2012）的强烈质疑。

图 9 生物燃料的生产能力为原油价格和粮食商品价格的紧密关系打开了大门



来源：根据 Mallory, Irwin 和 Hayes（2012）编辑整理。

3.3.2 不断增长的美国玉米乙醇需求以及相关的玉米和油籽市场张力

过去几年中，大宗商品作物需求增速的主要变化来自于生物燃料。这凸显了需求持续扩大背景下生物燃料在推动价格走高方面的“临界点”作用。

玉米—美国的乙醇生产原料—一直是争论的焦点。一直以来，美国既是全球玉米的主要生产国，也是主要出口国，玉米出口量占全球贸易量的 50%。在十年时间内，用于生产乙醇的玉米份额从不到 10% 增至 2010/11 作物年份的 40% 以上，2011/2012 年仍处较高水平。因此，美国的玉米出口量及其在全球玉米贸易所占份额双双下跌，但美国玉米产量扩大的很大部分都是以其他全球主要作物为代价的，包括大豆。这产生了两重影响：国际市场上玉米及其紧密替代品（如小麦）价格上涨，且由于大量的玉米从饲料市场转移出去，因此也刺激了其他地区粮食和饲料生产的增加。即便考虑了副产品给饲料市场创造的收益，生物燃料生产仍给玉米带来了持续大规模的新需求，从而势必对价格动态产生了影响（Abbott，2012）。

插文 8 美国农业净收益提高表明供需市场失衡

供需失衡的一个表现是价格涨到超过成本的水平。尽管有些文章提出，能源成本上涨推动了作物价格走高，但国际粮食政策研究所经济学家于 2010 年开展的分析表明，2007 年原油价格上涨已经非常明显，但原油价格上涨对美国玉米价格上涨的作用仅为 8%，对小麦价格上涨的作用为 20%。即便是在农民能够 100% 转嫁成本增加影响的假设下，这个说法依然成立（Headey 和 Fan，2010）。根据美国农业部经济研究局的研究，2000 年到 2008 年间玉米的生产成本增长了 34%，而同期价格却上涨了 146%。土地价格也飞速上涨（Oppedah，2013）。尽管利率较低等其他因素也会推动土地价值升高，但净收益居高不下和土地价值升高却进一步证实，生产成本上升并非推动作物价格上涨的主要因素（Westhoff，2010）。

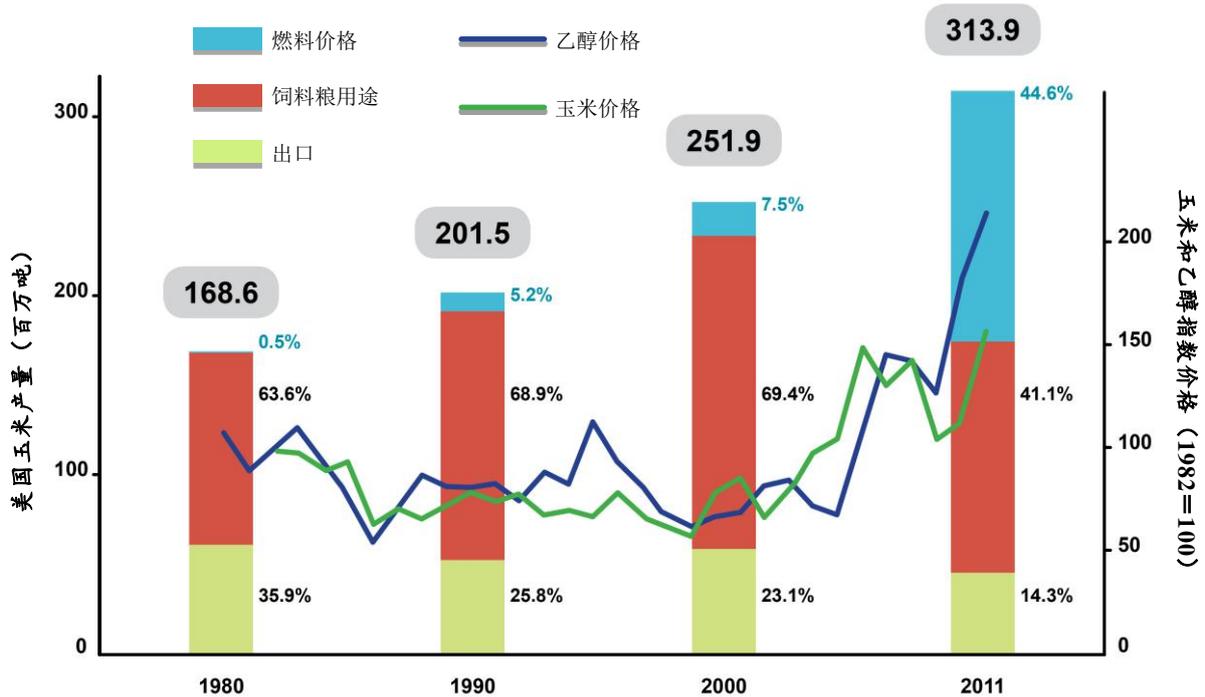
插文 9 饲料副产品有关系吗？

使用粮食或油籽生产生物燃料会产生大量可用作动物饲料的副产品。粮食乙醇的副产品是干酒糟及其可溶物（DDGS），而生物柴油的副产品则主要是油籽粉。尽管可以产出副产品，但使用粮食或植物油生产生物燃料还是牺牲了部分粮食产量，因而对价格形成压力。

评价玉米乙醇生产对粮食价格的总体影响，必须考虑动物饲料副产品，即乙醇生产的结果—干酒糟和湿酒糟。未考虑这些副产品的分析往往会高估生物燃料对粮食供给的影响。随着乙醇产能的扩大，这些动物饲料产量将逐渐增加至可以影响动物饲料市场的水平，与豆粕形成竞争。在计算生物柴油的价格效应时，这些副产品就变得更为重要。美国、巴西和阿根廷的主要原料—大豆，以及欧盟的油菜籽，均可产生蛋白质粉，如生物柴油的产量达到一定水平，这些蛋白质粉也会对饲料市场以及动物蛋白产品形成下行压力。

来源：粮农组织（2013）。

图 10 乙醇和玉米价格，以及美国用于燃料、饲料和出口的玉米产量



来源：根据 Bastianin, Galeotti 和 Manera (2013) 编辑整理。玉米产量的数据来自 <http://faostat.fao.org>。玉米和乙醇价格，燃料、食品和出口用途所占份额来自 Bastianin, Galeotti 和 Manera (2013)。

3.3.3 巴西与甘蔗乙醇

糖并不像玉米或小麦一样是一种主粮。全球平均消费水平为人均 24 公斤，包括印度和中国在内的很多新兴国家目前仍低于这一水平，但正在迅速提高。2009—11 年，全球糖价激增，巴西的糖类产品出口也显著增加。还有证据表明，随着大型新兴国家转向更为城市化的膳食结构，糖类需求还将进一步扩大。标志之一就是印尼近期在国际市场上购入糖类产品，以及对巴西甘蔗产业的直接外国投资。因此，糖极有可能成为发展中国家粮食体系的敏感产品；但从粮食安全的角度来说，全球糖类市场的集中度低于玉米市场³³。

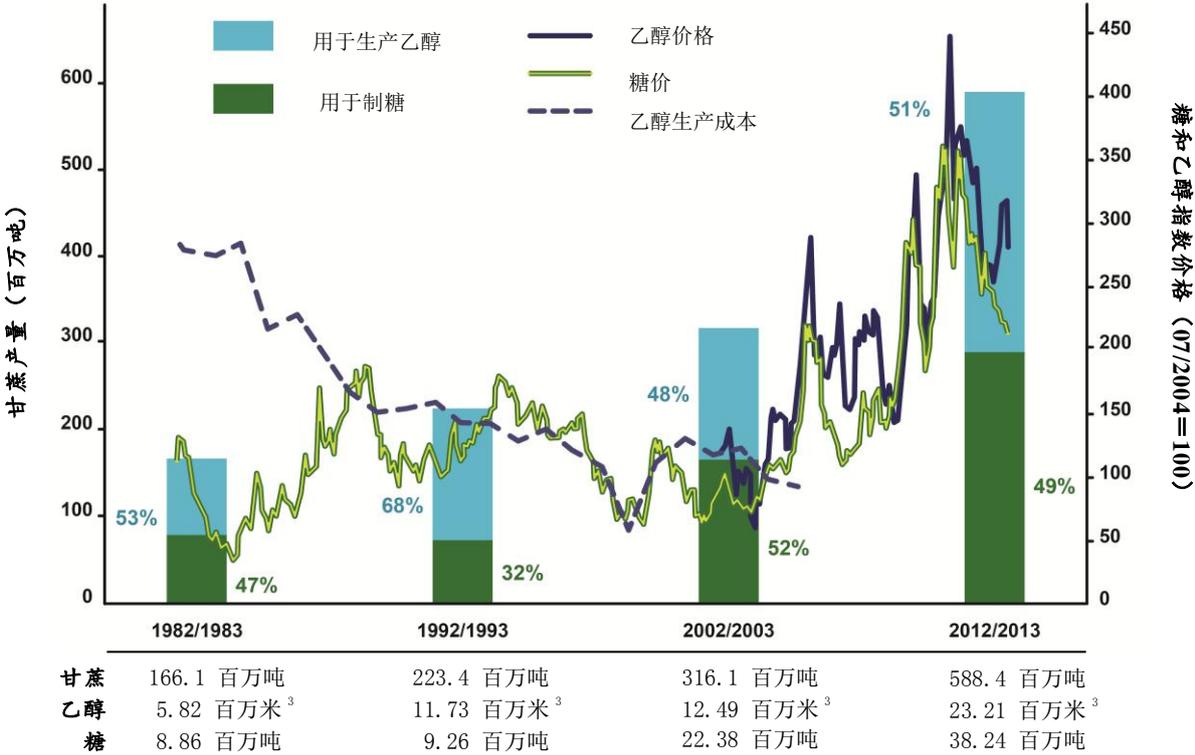
全球糖类市场结构单一。巴西就占据了 50% 的市场份额，生产国数目屈指可数。印度也是主要产糖国，往往决定全球糖类价格的走势，具体取决于传统上起伏不定的收获结果。

粗略地说，巴西的甘蔗有一半用于生产乙醇，另一半用于制糖，甘蔗产量提高通常意味着糖和乙醇的产量同步增长（图 11）。文献资料中对于制糖厂响应价格变化从一种产品转向另外一种的灵活程度存在异议；但用于生产乙醇的糖类需求增长占粗糖需求增长近 60%（见图 11）。

³³ 糖在甜味剂市场上有诸多竞争性产品。在软饮市场上，糖还与玉米果糖形成竞争，因而建立了玉米价格和糖类价格的联系。

为了评估甘蔗产量提高是否以及如何影响糖类和其他食物的供给和价格，Elobeid 等（2012）利用 FAPRI/CARD 模型分析了两种情境，其中全球乙醇消费量相对照常的基准水平提高 25%。在第一种情境下，作者允许巴西的生产者扩大种植面积。在第二种情境下，巴西扩大种植面积的能力显著下降。两种情境下，糖类价格都上涨了 4.3% 左右。这些温和的影响，以及两个情境差异不大的结果表明，巴西生产者有能力在现有的耕种面积上提高产能，扩大复种面积，并释放出部分草地用于生产作物。

图 11 巴西的甘蔗产量，乙醇和糖产量及价格



来源：巴西乙醇价格来自 www.cepea.esalq.usp.br；世界糖价来自 www.indexmundi.com；甘蔗、乙醇和糖产量来自巴西农业、畜牧、和食品供应部（2013）；乙醇生产成本来自 Meyer 等（2012），基于 Goldemberg（2007）。世界糖价对于巴西糖价是一个非常接近的代理指标，可见 www.cepea.esalq.usp.br。

上述分析表明，巴西的甘蔗产能提高不会对其他食物的供给和价格带来显著影响。其他乙醇生产国大多以甜菜或糖蜜作为原料。糖蜜是制糖的副产品，因此其使用不会影响糖类市场，同时还会提高生产收益（Goppal 和 Kammen，2009）。

计量经济学研究（如 Serra，2011）显示，巴西乙醇的价格与原油和糖类价格相关。在其他条件保持不变的情况下，大量蔗糖用于生产乙醇会带动糖价上涨，使其高于没有乙醇生产的情况；但这些研究表明，由于甘蔗产能总体提高，乙醇生产的总体效应较为温和，且在巴西市场上，全球糖价和原油价格对乙醇价格的影响远大于反向的影响（Serra，2011）。

巴西的乙醇生产成本自 1975 年以来稳步下降（Goldemberg, 2007 和图 11 图 11），目前乙醇市场的价格更多地是由乙醇生产净成本以外的其他市场相关因素驱动，如作为汽油替代物的机会价值，以及与蔗糖相比的机会价值（已经有所提高），正如图 11 所示。

3.3.4 生物柴油与欧盟

生物柴油在美国产量迅速提高，在欧盟处于主导地位，且在很多国家都显示了强劲的增长势头—特别是以大豆为原料的巴西和阿根廷，以及以棕榈油为原料的马来西亚和印尼。从绝对数值上看，全球的生物柴油产量远低于乙醇产量（图 2）；但相对其市场规模，使用的原料数量却不能称之为少。经合组织/粮农组织（2011）预计，2021 年植物油生产总量中将有 16% 用于生产生物柴油。另外，正如我们之前提到大豆和棕榈油，生物柴油可使用多种原料，包括各类植物油、动物脂肪，甚至是餐厨废油。因此，生物柴油的需求可对多个市场产生影响。

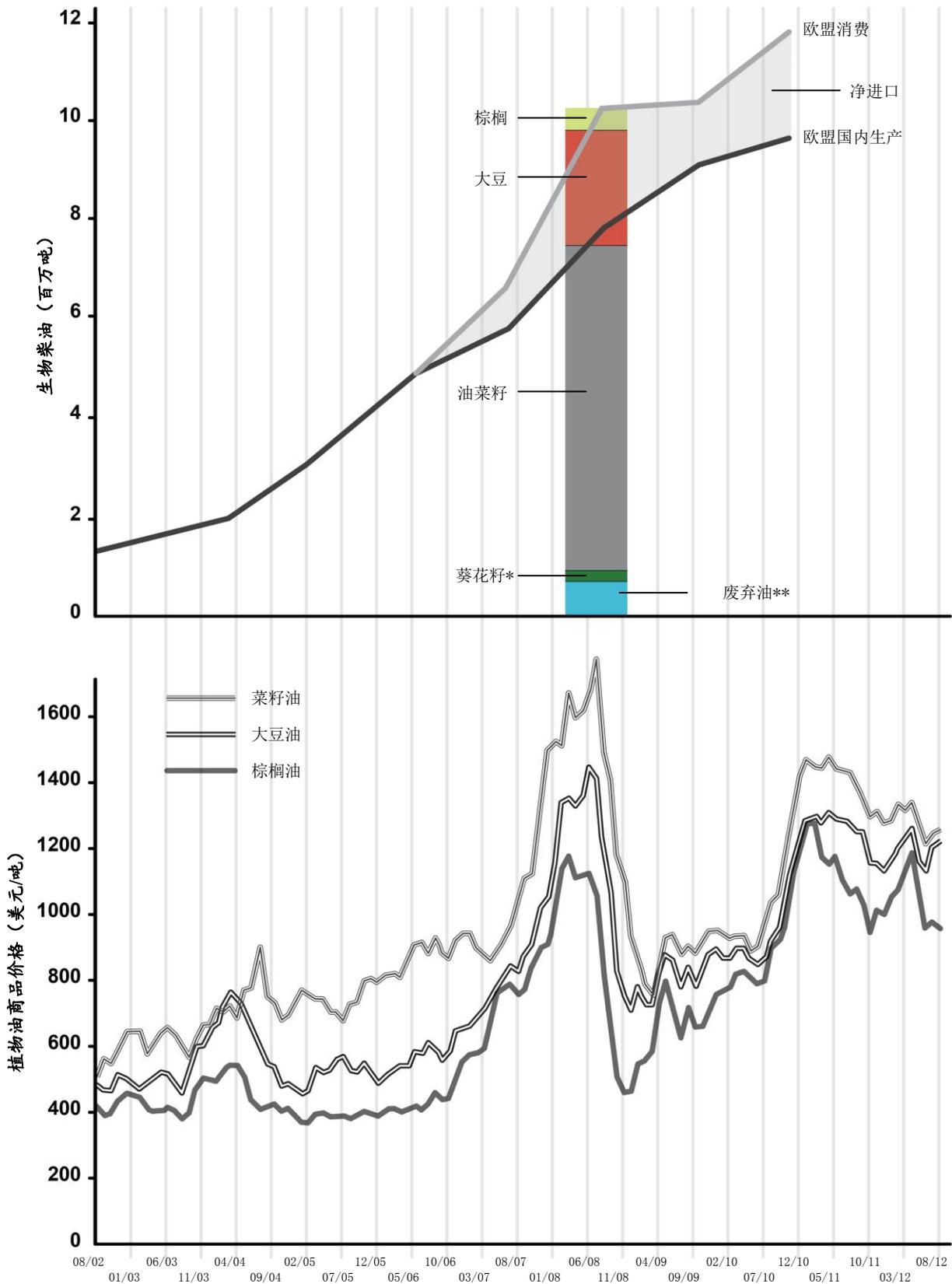
不同于使用玉米或蔗糖生产的乙醇，由于植物油原料价格较高，在没有激励机制的情况下生物柴油与传统的柴油燃料相比并不具有竞争优势（见第二章）。因此，生物柴油市场的生存和发展在很大程度上取决于支持政策。美国能源信息署（2012）的数据表明，美国取消相关支持政策后，生物柴油产量相应缩减。

由于支持政策对于保持生物柴油经济竞争力的重要意义，我们很难确立能源价格与生物柴油价格之间的关系。但原则上，玉米乙醇的动态关系也同样适用于生物柴油，燃料、饲料和粮食市场主体能够决定这些原料的竞争价值。短期来看，如美国 2012 年的干旱情况，粮食需求将决定生物柴油的价格，但长期价格则会更多地反映出原料的能源价值。

有很多研究分析了生物柴油生产对粮食价格的影响，但这方面的研究数量远远少于对于玉米乙醇的研究。一个基于模型的研究分析了 18 种动物脂肪和植物油。该研究根据《可再生燃料标准》的硬性规定假设 2012 年生物柴油产量继续扩大，并将其与无生物柴油生产的情况进行比较。研究结果表明，价格上涨幅度为 8% 到 38% 不等（Thompson, Meyer 和 Green, 2010）。该研究突出说明，一种产品的需求冲击会对其他油脂产品的市场形成波浪效应。

美国、巴西、阿根廷、哥伦比亚、马来西亚、印尼和泰国都推出了生物柴油计划，但所有这些计划都是以国内原料生产为基础，使用的原料为大豆或棕榈油。欧盟的主要油料作物为油菜籽，生物燃料目标最初提出时，由于欧洲汽车主要为柴油驱动，油菜籽生产受到极大刺激。与其他能源作物一样，油菜籽不受针对休耕地的耕种限制（见第二章）。随着欧盟成员国确定了各自的生物燃料目标，油籽产量激增，但仍然无法满足生物燃料产业对原料的需求（见图 12）。

图 12 2002—2010 年欧盟生物柴油生产与消费情况，2008 年原料构成（上部）以及植物油商品价格（下部）



来源：根据欧洲生物柴油委员会（EBB）和国际清洁交通委员会（2013）研究编辑得出；国际清洁交通委员会使用了粮农组织统计数据库（2013）和美国农业部（2011）的数据。* 国际粮食政策研究所 2008 年基础水平上区分的原料（Laborde, 2011）。** 国际粮食政策研究所 2008 年基础水平与 2008 年消费总量之差。

这方面提出了三个主要的问题。欧盟的目标会在多大程度上影响全球的植物油原料市场？这些发展会在多大程度上影响植物油在粮食市场上的价格？另外，还有人对欧盟生物柴油计划的间接土地用途改变影响和结果提出关切，我们将在第四章中加以讨论。这里我们关注的是相关的价格传导因素。

有很多重要的分析着眼于这些问题—Laborde（2011），Al-Riffai, Diamaranan 和 Laborde（2011），国际清洁交通委员会（2013）以及 Jannsen 和 Wilhelmsson（2013）—都是受到一些主要的非政府组织的观点影响，这些非政府组织坚称欧盟的生物燃料计划会导致大面积的棕榈种植园侵蚀雨林、侵占泥炭沼泽（Gao 等，2011）。但这两种现象之间的关联受到欧洲生物柴油委员会（国际清洁交通委员会，2013）的质疑。该委员会表示，欧洲只有一小部分生物柴油是直接来自于棕榈油的，详见图 12。

但国际清洁交通委员会（2013）的研究表明，尽管菜籽油产量从 2000 年到 2010 年提高了 400 万吨，但同期进口的棕榈油却高达 300 万吨。

图 12 运用世界银行数据进行的分析表明，用于生产生物燃料和作为食品成分的植物油紧密相关。有大量的证据表明，进口棕榈油在食品行业中取代菜籽油，以填补菜籽油从传统市场转向生物柴油领域造成的空白。Laborde（2011）对于棕榈油进口做出进一步假设，研究表明食品行业更倾向于使用棕榈油，以避免使用转基因大豆油带来的风险。该分析进一步明确，各种植物油的价格趋同不但体现在作为生物燃料原料的用途方面，而且同样的产品在食品行业中也大多可以相互取代。

在近期的研究中，Jannsson 和 Wilhelmsson（2013）梳理了各成员国提高生物燃料产能以期实现欧盟目标方面的具体计划。他们认为，尽管产能扩大仅仅会涉及到欧盟境内有限的土地利用扩张，但除带来土地重新调整外，产能扩大还会造成初级农产品进口的显著增长。他们表示，欧洲生物燃料产能提高会为农产品价格和燃料价格建立更加紧密的联动关系，导致初级农产品价格上涨，特别是用于生产生物燃料的植物油。

3.4 2007/2012 年价格上涨期间生物燃料与其他因素的相对作用

之前两节整理了文献资料中生物燃料发生作用机制的主要发现，即所有其他因素—如高专组（2011a）评估的那些因素—保持不变的情况下，发展生物燃料对粮食价格的影响机制。本报告着眼于生物燃料和粮食安全。实际上，生物燃料对价格的具体、额外效应是与本报告最为相关的问题。首先，这些效应可被视作彼此独立，

与多数其他效应的影响区别开来³⁴。

但正如我们在引言部分所述，在寻找导致 2007/08 年价格上涨的罪魁祸首的过程中，国际社会的主要问题是“发生了什么？”这个问题在本章前言中提出，对本报告意义重大，因为对其他因素的梳理往往就像在讨论是否应当“否决”生物燃料的作用。因此，我们在本节中快速地把其他因素梳理一下。

我们这样做有两个重要考虑：

- 首先，要避免混淆，以及将这些发现错误地用于指导未来决策。对于将来而言，与政策相关的主要问题不是生物燃料比投机、天气或其他因素对 2007/08 年粮价上涨造成的影响“更大”。尽管试图弄清生物燃料对 2007/08 年价格上涨的影响是 70%、50%、30%还是没有影响不可谓不重要；但这并不意味着这种量化结果可以沿用到未来的情境中。对于未来设计生物燃料政策真正重要的是了解生物燃料具体作用于农业和粮食体系的方式，对此我们已在之前几节中做了明确阐述。
- 其次，我们必须正视对“不具可比性”的研究进行比较的难度，这些研究侧重和方法各异，地理视角各有不同，时间跨度也不一样，更为重要的是，分析的因素都不尽相同。

基于这些考虑并重点说明我们的目的不是重新核查高专组（2011a）或二十国集团机构间报告（粮农组织等，2011）的结论，我们简要梳理了各种因素（第 3.4.1 节），突出强调了 2007/12 年间可能与生物燃料相关的因素（第 3.4.2 节），并让读者注意相应的考虑（第 3.4.3 节），主要是适当地运用工具来进行测算。

3.4.1 近期背景下与粮价上涨相关的其他因素

1) 第一类因素是作物生产成本上涨，主要是投入品成本上涨的影响，特别是肥料和能源成本（Sands, Ronald 和 Westcott, 2011）。根据经合组织—粮农组织《农业展望》（经合组织/粮农组织，2011），原油价格上涨 25% 导致肥料价格提高 14%。另外，拖拉机和供应链上其他机械设备的成本也有所增长。尽管如此，2007/08 年能源成本的上涨速度远远慢于粮价上涨（Headey 和 Fan, 2010），这就对这一因素在近期价格上涨中的作用提出了质疑，且表明生产成本的上升更多地会导致生产者利润减少，而不是价格上涨。

2) 部分作物的生产问题以及单产和生产率提高速度放缓—尤其是天气原因所致—的研究表明，在某个特定时期，天气和极端气候造成的某种作物产量波动要大于生物燃料产能扩大带来的产量波动（Pfuderer 和 del Castillo, 2008）。生产率增速放缓

³⁴ 其次，一些影响因素之间存在相关性；见第 3.4.2 节关于生物燃料和存量，以及生物燃料和投机的讨论。

的因素也受到质疑。总体而言，根据高专组（2011a）的研究，可以说过去五年中天气原因导致的单产波动可在一定程度上解释价格起伏，但无法解释价格持续走高。

3) 粮食作物和饲料的全球需求扩大。随着全球人口增多，很多人收入水平提高，粮食需求也在不断增长。一些文章提及中国和印度的粮食和饲料需求增长是近期粮价激增的影响因素，但并未对此展开讨论。但必须说明的是，关于近期价格上涨，除中国不断依赖大豆进口满足国内需求外，几乎没有证据表明食品和饲料消费水平在近一时期比以往增速更快（Alexandratos, 2009; Abbott, Hurt 和 Tyner, 2008; Abbott, 2011; Headey 和 Fan, 2010; 高专组, 2011a）。

4) 全球库存低落：在这种情况下，特别是库存低落伴随需求猛增，价格上涨空间很大（Wright, 2011; Bobenrieth, Wright 和 Zeng, 2012）。尽管鲜有农业经济学家或市场交易商质疑库存低落的重要影响，但确实在某些时期，库存低落并未引发价格上涨。如 Wright（2011）所示，价格上涨往往是库存低落与其他需求冲击共同作用的结果。考虑到生物燃料首先造成库存减少，其次能够产生额外的需求冲击，其可能会强化库存低落在引发价格上涨方面的作用。

5) 中国库存和进出口的变化，特别是过去几年中中国的大豆进口大幅增加。2000年初时，中国仍在削减库存。本世纪头四年中，中国卖出了 3 900 万吨玉米，约占当年全球玉米出口总量（3.06 亿吨）的 13%，缓解了市场的压力。2008 年，中国停止出口玉米。同时，中国开始越来越倚重大豆进口。总的来说，从 2005 年到 2011 年大豆进口年均增长 2 600 万吨。

6) 能源成本拉动加工、运输和零售成本上升，从而推高了零售食品的成本。

7) 投机行为是很多研究的焦点。研究名录见 Aulerich, Irwin 和 Garcia（2012）整理的摘要。所有商品的价格在某种程度上都具有投机性，这是因为对于未来价格的预期决定作物所有者可能对这些作物的要价。特别是市场趋紧时，对于未来供求情况的猜测将会大大影响价格。这些猜测可称为投机，但事实上却是商品市场的固有特点：猜测不可能在所有时段都与事实相符，这也是价格波动的部分原因。但是，出于高专组（2011a）中提出的原因，我们并未将投机视作价格上涨的主要因素，而是将其视为短期波动性加剧的一个来源。

8) 汇率变化表明近年来全球粮价上涨并未如报道一样引人注目。这并不是说美元贬值刺激了价格走高（尽管在货币与美元挂钩的国家确实如此），而是说全球价格的实际上涨幅度并不像以美元计价的指数表现的那样³⁵。很遗憾，在衡量全球作物价

³⁵ 测算全球价格上涨通常会用到一个或多个粮农组织商品价格指数，这些均以美元计价。各项研究中往往是将 2000 年初的价格与 2006 年以后的价格进行比较。在前一时期，美元对比其他货币一直坚挺，而在后一时期美元开始疲软（Trostle 等, 2011）。因此，以其他货币衡量全球作物价格得出的结果就会看到，价格

格方面没有具有明显优势的货币。因此，以美元作为衡量货币和美元汇率变化的动态导致在考虑的时期内，全球平均作物价格（以美元为单位）自然上涨。Headey 和 Fan（2010）提出，美元贬值对全球作物价格上涨的影响为 20% 左右。

9) 最后，部分国家为防止价格上涨冲击而采取的应对措施也放大了危机的效应。在 2007—08 年危机发生时，出口管制、大规模保护性购买等保护主义措施将价格推至极端高点，而在此之后保护主义措施对于粮价上涨也发挥了一定的作用（高专组，2011a；粮农组织，2011）。

毫不奇怪的是，我们在一种方法中研究的因素越多，每个因素作用程度降低的可能性也就越大，生物燃料效应也是如此。这也包括对于作物科技进步的考量（Carter, Moschini 和 Sheldon, 2008）。例如，Sexton 和 Zilberman（2011）提出，大宗商品的技术进步加之遗传改良种子的推广使用使得价格低于不存在这些因素的情况；他们认为，欧洲和非洲对遗传改良生物实施禁令，以及美国禁止种植转基因小麦，其对粮价的影响与生物燃料政策对粮价的影响水平相当。这些分析对于政策的意义取决于人们是否相信转基因生物能够持续安全地提高单产水平（如，Tabashnik, Brévault 和 Carrière, 2013）。

3.4.2 生物燃料可放大价格上涨中其他因素发挥的作用

首先，生物燃料的引入可被视作其他因素之外的额外因素，且独立于其他因素。在这些案例中，我们区分了具体问题并单独关注每个因素，以及应对具体问题的相关政策。这超出了本报告的范围，对此另有阐述（高专组，2011a）。

但在某些情况下，生物燃料的发展可能不仅仅是一种额外因素，还可能对其他因素造成放大效应。因此，有必要关注生物燃料与这些因素之间的作用关系，因为生物燃料可能具有放大效应（即，各种因素共同作用的效果大于单个因素作用效果的叠加）。在这些情况下，相关政策就必须认真评估共同作用的背景。

例如，在投机情况下，生物燃料增强了“游戏”的效应。库存方面的分析也是如此。如 Abbott（2011）显示，2005 年以后生物燃料需求激增的前一个时期尤其是中国开始释放库存，而生物燃料的发展进一步压缩了库存，使其达到此前多次价格上涨时期的相当水平。“期末库存会逐渐减少到最低或‘枯竭’水平，这意味着到可收获新的作物之时，全部库存将会耗尽。如果市场参与者认为消费量将超出现有的供给量，以致库存将跌至“枯竭”水平以下，则价格将上涨，以期抑制供应短缺。价格将持续上涨，直至有足够数量的终端用户减少使用量，且/或生产者有时间通过

上涨幅度要小很多。例如，用美元衡量，2011 年玉米价格比 2000 年初的价格高出三倍以上，但以欧元衡量，两者价差仅为两倍多一点（Abbott, 2011）。

提高产量进行响应。库存过剩和库存短缺之间的分界线可能非常纤细……对于多数农产品而言，2006年到2008年期间库存从过剩或‘过多’到‘过少’的转变非常迅速。库存一旦穿越该纤细的分界线，价格就‘一发不可收拾’，每个人都在问在‘过少’的背景下食物的价值究竟应该有多高。”（Abbott, 2011）

3.4.3 近期商品价格上涨的主要发现及测算综述

在探寻过去十年中粮食商品价格“发生了什么”以及粮价高企和波动的成因时，很少有研究可以同时提供定性、定量以及综合全面的描述。因此，生物燃料在价格上涨中贡献率的测算结果很难比较，因为这些测算面向的是不同时期、不同市场、不同政策，以及不同的地域范围。

出于所有这些原因，前述核心问题（“生物燃料在 2007/08 年当时价格上涨中发挥了什么作用？”）尽管看上去触及实质，在今天看来却是一个转移视听的桥段，因为重要的是着眼于未来的政策或其他的情形，并提供行动指南和预测未来可能发生的情况。

基于这些重要考虑，我们在附录 1 中列出了过去两年中对于文献资料进行大型评述得出的部分主要结果：Timilsina 和 Shrestha（2010）；欧洲环境政策研究所（2012）；Zilberman 等（2013）；国家研究理事会（2011）。令情况更为复杂的是，作者运用了两种不同且可能相互混淆的计量方法表达这些结果：

- 偏离“无政策”基础情境或政策推行之初的**净**百分比。如果在没有生物燃料的情境下或在生物燃料政策推行之初价格指数为100，那么20%的净效应就表示受生物燃料影响价格指数变为120；
- 或在特定年份与观察价格达到峰值年份之间观察价格上涨的**相对**百分比（或可归于生物燃料作用的比例）。2000年到2012年，粮农组织食品价格指数由90.4提高至211.7，因而这一时期20%的相对效应相当于29%的净效应。

有些人可能会说，生物燃料的贡献率总是高于其相对效应，因为生物燃料事实上引发了在基础情境下不会出现的一系列副作用，如库存低落、贸易禁令、大规模土地用途转换，以及投机行为（Mitchell, 2008）。我们在这里考虑的只是可归因于生物燃料的主要影响。

各个研究中提出的价格效应涵盖广泛且不一而同，因此不能据此做出定论。另外，由于这些研究都是建立在模拟的基础之上，因而研究结果对于每个模型的具体假设非常敏感。用于分析生物燃料（以及其他变量）对粮食作物价格效应的研究工具日趋专业化。要想让这些研究结果对决策者有参考价值，还需要为不同的模型提供更多的信息，包括出版文献中引用的数字，以及不同假设对于评价其最终结果的影响。政策制定时不能不加考虑地随意使用模型分析结果（插图 10）。

3.5 能够形成有力的结论吗？

在之前一节中，我们讨论了本章之初提出的头两组问题：在不同的背景下，生物燃料通过什么机制并在多大程度上推动了粮价走高？过去五年中，相比其他因素，生物燃料在多大程度上造成粮价上涨和粮价高企？

以下结论源自于观察和分析，以及不同研究机构的研究结果：

1. 其他条件相同时，生物燃料刚性需求的出现确实会影响粮食商品价格（如 Zilberman 等，2012）。这种说法在各种情况下都站得住脚，即便在价格因为非生物燃料因素下降的情况下也是如此。
2. 在过去几年（自 2004 年起）粮价的短期上涨中，生物燃料确实发挥了重要作用。关于生物燃料是否为最重要的推动因素目前仍有争议。生物燃料的重要作用主要是由于：
 - 近期供给总量增加难以跟上需求总量的增长，包括生物燃料部分（甲基三丁基乙醚在美国的禁用，其他强制性生物燃料政策）；
 - 石油价格上涨通过生物燃料产能传导给粮食价格，因为生物燃料为重要的粮食作物（玉米、油籽和糖类）提供了机会收益。
3. 不同的生物燃料影响各异，但只要这些作物在种植面积或在需求层面上可以相互替代，这些影响就会由一种作物波及另一种作物。不同市场的具体情况可能有所不同：首先，乙醇市场和生物柴油市场的发展轨迹不同；其次，在乙醇市场上，需求扩大是由增加玉米乙醇产量还是提高甘蔗乙醇产量满足产生的效应也不一样。
4. 生物燃料建立了粮食市场和能源市场的联系。各个方向的价格波动传导也会有所差异。这种联系，以及由此引发的价格关联，得到广泛认可；但这些关联的强度仍有争议。另外，短期（对于价格波动的影响）和长期关联也有很大差异，主要取决于不同的生物燃料原料和路径。

这些发现有力地确证了高专组（2011a）的研究结果，且在很多重要方面对其研究结果进行了细化。

在新的背景下，鉴于对生物燃料相比其他因素在推高价格方面作用的关切，人们提出要灵活运用生物燃料强制规定，粮食商品价格走高时可放松强制规定的要求（粮农组织等，2011），从而建立“系统粮仓”（Durham, Davies 和 Bhattacharyya, 2012）。作者认为，在虚拟价格上涨初始取消硬性规定可让上涨幅度减少 15—40%。如粮农组织等（2011）显示，提倡在当前生物燃料补贴、税收支出和强制规定中引入灵活性的方案都是退而求其次的方案，实际上面临很多设计、操作和政治经济方面的问题：首先，取消或放松生物燃料硬性规定对生物燃料生产者而言成本很高，可能会引发（政府）补偿需求；第二，机制的设计要包括明确的规则和程序，使其

免受与强制规定相关的任何决定所可能引发的重大政治压力；第三，任何旨在调整硬性规定或补贴水平的机制都需要国际政策协调一致。本报告建议各国政府调整生物燃料政策，建立并协调缓冲机制，确保生物燃料需求不会因粮价上涨而对粮食安全构成威胁。

插文 10 长期模型是否得到合理运用？

如上所述，经济模型往往测算的是生物燃料引起的价格上涨比例，测算结果的差异从几个到几十个百分点不等，具体取决于使用的模型以及分析涵盖的生物燃料需求的水平和类型。我们在这里要说明的是运用此类研究结果进行短期和长期预测的考虑。

大部分研究中运用的模型都是一般均衡模型（Timilsina 和 Shresta, 2010）以及全球贸易政策分析模型的很多变体或衍生模型（Hertel, Tyner 和 Birur, 2010; Banse 等, 2008），这些模型的设计初衷就是测算长期均衡情况下的价格影响。这就是农民和其他经济参与者应对价格上涨把握时机增加供给的时间点，因此价格反映出生产的长期边际成本。这类模型不管长期准确度有多高，都很难反映出短期失衡和上涨，例如当前的情况就是需求的增长速度已使农产品市场偏离了长期平衡，即作物价格远高于生产成本的总和，也高于“正常的”投资回报水平。因而很难抓住短暂但却具有决定性的阶段，即在此时期供给没有跟上需求的强劲增长。这种局限使得其结论看起来过于“乐观”，因为如果生物燃料需求停止扩大，这些模型将会预测几年之后价格仅会呈现温和上涨的态势。

理论上，部分均衡模型也可以更为准确地评估短期变化，或较长期的变化。为此，这些模型需要完善三个方面的内容：(i) 结合“实际”和生产性局限对纯经济核算均衡空间的影响方式，更为准确地描述不同领域的实际和农艺现实（Sassi 等, 2010）；(ii) 更加准确地反映发展中国家的具体情况（Lebre La Rovere, Gitz 和 Pereira, 2007）；(iii) 改进对于弹性的测算，目前的弹性测算是基于以供需状况发生温和改变为主的过去某个时期。这些模型在评价供需状况快速、显著的变化时面临局限，已非常接近短期生产局限和家庭收入影响的边缘。这些局限不仅仅出现在上述的部分均衡或一般均衡模型中，很多根据生物燃料对近期价格上涨影响测算结果计算弹性数值的分析也面临这些局限（Bair 等, 2009; CBO, 2009; Hochman, Rajagopal 和 Zilberman, 2011）。

Djomo 和 Ceulemans（2012）的讨论对于说明很多一般均衡、部分均衡和其他土地用途改变模型的利弊尤有帮助，特别是在很少有现实数据可以验证模型预测结果的背景下。

这些观察既不是对模型的批判，也不是对运用模型分析生物燃料长期影响的努力所做的批判。模型本身对于探索受生物燃料发展影响的各种商品和各个领域之间的复杂互动关系非常重要。过去十年中，模型开发一直是一个充满竞争的研究领域。但是，科学界有必要回顾现已开发出的各种模型—其主要的比较优势、长处和弱点—以便对模型及其结果进行比较。应当鼓励这些方面的国际倡议，如农业模型比较项目（AGMIP）和可持续农业与营养安全综合建模中心（CIMSAN）。

3.6 以作物为基础的生物燃料发展背景迅速变化所产生的政策影响

在本章之初，我们提出了三组主要问题，现在我们可以更好地问答第三组问题。未来会发生什么情况？生物燃料政策会在多大程度上造成未来的价格上涨？能否通过设计或修订生物燃料政策来减缓价格波动？

美国的玉米乙醇行业，以及欧洲的乙醇和生物柴油行业，都面临着快速变化的大背景。如 Abbott（2012）所言，工业和农业领域政策、技术和加工能力的快速发展变化会导致不同的因素在生物燃料与价格的关系中相继发挥主导作用或具有“约束力”，从而形成不同的短期价格体制，而这种价格体制不同于 2005—08 年的情况，价格联动也必须结合这一背景进行分析（Abbott, 2012）。

在美国，由于甲基三丁基乙醚禁用和《可再生燃料标准》硬性规定的出台，生

物燃料经历了一个产能扩张的阶段（见第一章）；而目前生物燃料领域面临着截然不同的境况：随着甲基三丁基乙醚替代政策的出台，《可再生燃料标准》硬性规定目标的实现，以及掺混阈值的设立（汽油中掺混乙醇的阈值³⁶），需求面临上限限制，可转向国内市场的玉米数量也被限制在当前水平。如果不调整掺混阈值，美国国内需求的增长很可能被限定在运输燃料的总体增长水平上。但现在仍存有一些不确定性，例如针对近期出厂的汽车可能要加快实行 15% 的更高水平的掺混阈值。随着时间的推移，这会给乙醇生产带来 50% 的产能扩张空间。

《可再生燃料标准》树立了雄心勃勃的目标（第一章），展现了正常增速及其可预测性，起到了防止增幅突然放大的作用。其中“高级生物燃料”目标为从巴西进口乙醇创造了需求³⁷。同时，美国也向巴西出口数量相当的玉米乙醇。正如 Meyer, Schmidhuber 和 Barreiro-Hurlé（2013）一项近期发布的研究表明，双边贸易把国家政策协调的问题摆上了台面，涉及相关的运输成本、温室气体排放以及价格上涨等问题。美国的行业可能在寻找玉米乙醇的出口机会，而其他国家的硬性规定的长期存在和不断扩大则可以提供这种机会。2009 年到 2011 年间，美国取代巴西成为欧洲的最大乙醇出口国，但欧盟近期对美国乙醇实施的贸易限制很可能改变这一排名。

在欧洲，欧盟委员会近期提出对粮食作物生物燃料设定 5% 掺混比例的建议，这一提案可能会让基于粮食的生物燃料形成更加稳定、可控的市场需求。

在南非、印度和中国，玉米作为一种粮食作物被排除在生物燃料政策之外，而阿根廷和巴西并非如此。阿根廷的玉米乙醇具有较强的竞争优势，且正在不断扩大产能（见第一章）。巴西近年来开始发展玉米乙醇，考虑到粮食出口方面面临的经济和物流限制，玉米乙醇很可能成为中西部地区面向国内市场的一个优选方案。巴西和阿根廷在全球市场上的份额不断增长，且美国恰恰是为满足国内乙醇需求而出现国内用量增加，因而在国际市场上所占份额有所下滑，这些态势都可能对全球玉米价格产生重要影响。

从政策的角度来看，这可能表示要找到一直存在显著单产差距的区域，因而把我们的关注引向了非洲。另一方面，这也可能表明亟需对先进生物技术的研发进行投资，而直到目前该技术的开发和推广受到了限制。

原油价格走势也可能使整体状况发生改变。随着油价不断走高，玉米乙醇和甘

³⁶ 掺混阈值的详细内容可见：<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=8430>。

³⁷ 根据（Meyer, Schmidhuber 和 Barreiro-Hurlé, 2013）中图 1 的数据，2001 年进口数量近 7 亿升。

蔗乙醇对比汽油将会日益显现竞争优势³⁸，即便没有激励措施或关税保护（例如，美国于 2011 年底取消了玉米乙醇的税收抵免政策）也是如此。生物柴油只有在原油价格很高的情况下才有竞争力，因此在没有重大技术进步的情况下，其发展仍受政府政策驱动，政策的任何变更将会使其增长陷入停滞。

理论上，原油价格走高会为生物燃料打开一个近乎无限的全球市场（高专组，2011a），只要原油价格高于生物燃料的生产成本，生物燃料需求就会不断增长。这样，原油价格最终为作物价格界定了“机会底限”：重大的生物燃料工业产能一旦形成，农民和交易商就可以将其产品转向利润最高的市场。这同时形成了波动性和投机行为从石油市场向粮食市场传导的空间。这也凸显了技术或政策上限/限制的作用，如美国的掺混阈值、燃料质量考虑，以及其他阻力，如分项目标，或绩效或原料来源造成的生物燃料市场的技术分割等。

³⁸ 艾奥瓦州经济学家测算表明，原油价格超过每桶 80 美元时，玉米乙醇生产在玉米价格为 200—300 美元/吨的水平上具有经济优势，而 Tyner（2010）的计算认为原油价格还需更高才能实现同等结果。

4 生物燃料与土地

除非利用作物秸秆和废弃物，否则生物燃料生产必须依赖土地。因而，生物燃料生产会与其他农业生产活动（包括其他形式生物能源的生产）、其他经济活动、城镇化、以及出于环境考虑（特别是生物多样性和碳汇）实行的土地保护措施竞争土地。

这方面出现了三个主要问题，其中土地用途和土地用途改变的考虑是生物燃料与粮食安全争论的重要因素：土地可供量在多大程度上构成了生物燃料发展和确保全球粮食安全的局限？其次，大规模土地并购在多大程度上是由生物燃料产能扩张计划导致的？第三，广受争议的“直接和间接土地用途改变”产生于就生物燃料政策对减缓气候变化贡献开展的评估，这一问题也与粮食安全息息相关，因为土地用途改变可能是以牺牲粮食生产为代价的。

土地可供量的争论主要是就生产特定数量生物燃料所需土地和全球“可供”土地的现状和未来情况开展的前瞻性审议，另外还要考虑到提高粮食产量满足不断增长的需求。这些问题的答案要建立在单产（作物单产、生物燃料单产）的假设以及“土地可供量”信息的基础之上。

很多关于土地可供量的研究都是着眼于计算“适于”农业生产的可用土地数量，并为此设定了高适宜性和低适宜性参数。很多评估（如：Fischer 等，2011；Erb 等，2007）表明，如果能够采用良好的管理操作方式，目前还有充足数量的土地可用于满足未来的粮食需求；在生物燃料的讨论中，这一观点也被提出。讨论进一步表明，某些生物燃料的原料可在不适于种植粮食作物的“边际”土地上进行生产，因而不会与粮食形成竞争，甚至不会与粮食争地。因而，人们对麻风树和二代生物燃料寄予厚望。

从农业生产角度讨论全球可用土地数量往往掩盖了“土地可供量”的其他维度。很多研究人员提出有必要更加清晰地说明“可供土地”的定义；一些研究人员倾向于使用“未充分利用的”土地，而其他研究人员对此则不以为然，他们认为多数的土地都已经利用，只是利用形式不同而已（高专组，2011b）。一些土地可供量方面的批判性分析指出，表面闲置或未充分利用的土地事实上大都可以划入传统的土地利用形式，从轮牧到休耕地，再到用于生产能源、补充食物或其他各类非粮食活动原材料的土地。土地可供量的其他重要维度包括对于保持生物多样性、原始生态系统、富碳生态系统和水源管理重要区域的考虑。尽管如“环境足迹³⁹”领域已取得一些进展，但在所有这些情况下就土地用途和土地可供量的定义和测量方法仍未形成共识，甚至在科学层面都很难有效应对。

³⁹ 评论文章见 http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/academic_references/。

通过各个维度评估土地可供量必须深入细致，不但要评估全球层面的土地使用情况，而且还要在本地层面上更加具体地评估土地使用情况，包括各类用途—共享、部分或临时用途，这方面存在巨大的信息空白。

第二种争论涉及到生物燃料在国内外大规模土地投资（通常称为“抢地”）中发挥的推动作用。最初，2008年的研究文献中开始重点关注非洲撒哈拉以南地区，生物燃料被视为这些投资的重要推动因素，如果不是首要推动因素的话。

后来的分析弱化了生物燃料发挥的作用，提出很多更广泛的关切：(i) 财力雄厚但资源匮乏的新兴国家的粮食安全；(ii) 2008年金融危机之后对于占有稀缺资源的投机兴趣；(iii) 粮食市场和生物能源市场由于使用同样的原料作物（有时称为“多功能作物”）而逐步接轨，根据价格优势可以转向燃料市场，也可以转向粮食市场。尽管如此，还有很多文献表明，在很多发展中国家大规模生物燃料投资对于土地用途变更影响显著。

对很多国家来说，除了给农业发展带来非常必要的资本、技术和知识外，生物燃料以及相关的土地和产能投资还提供了重要的收入和就业机会。另外一些分析表明，生物燃料对贫困农民及其社区产生了不利影响，直接表现为土地征用，间接表现为大型农业生产集中了优势资源。

这些讨论只是关于非洲农业适当发展模式辩论的部分内容，有些人提倡推动中大规模商业化农业经营模式，而其他一些人则认为传统农业现代化可为收入、就业和非农经济活动提供更大的发展潜力（高专组，2013）。这些讨论也为着眼于适当农业模式的生物燃料相关文献资料提供了素材（见第五章）。

第三，广受争议的“直接和间接土地用途改变”问题产生于就生物燃料政策对减缓气候变化贡献开展的评估，这一问题也与粮食安全不无关系。如果生物燃料政策的目标之一是通过替代化石能源减缓气候变化，那么自然而然地就需要考虑对土地用途改变以及土地碳排放或固碳的净影响。但是，如果生物燃料政策以减少直接或间接土地用途改变，以期减轻生物质和土壤中碳损失为目的，将现有农田—而非林地或草地—用来生产生物燃料，那么这种发展就是以粮食安全为代价的发展。

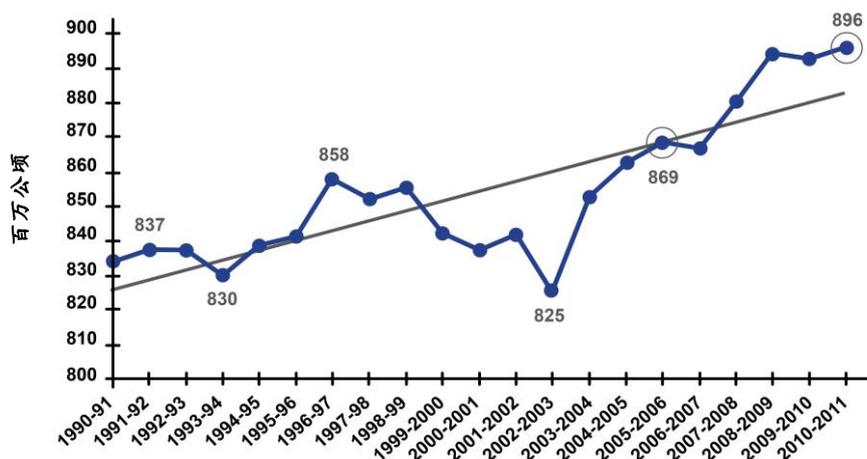
4.1 土地可供量的问题

生物燃料和生物能源潜力的多数测算都假设有专门的土地用于种植粮食作物或纤维素能源作物，下文将具体介绍对土地用途的潜在影响⁴⁰。

⁴⁰ 部分能源生物质可能不是来自于专有土地，而是来自于废弃物，包括消费后垃圾、森林采伐垃圾、动物粪便和作物秸秆。部分这些来源在 Haberl 等（2012）中进行了讨论。这些废弃物基本不会影响粮食供给，作物秸秆可能除外，因为秸秆用于生产生物燃料可能会导致人们过多地收集植物秸秆，从而破坏了土壤有机质平衡，因而可能影响土地生产率。

用于满足生物燃料需求的土地可以来自于专门用于种植生物燃料作物的额外地块，或来自于变更其他地块的用途。后者会造成与所有用途和所需相关资源的竞争（Foley等，2011）：粮食生产、生物质生产、环境考虑、城市化，以及工业发展等等。

图 13 13 种主要作物的收获面积（1990—2010 年）



来源：美国农业部产量、供给与分销在线数据库 <http://www.fas.usda.gov/psdonline>。Bruinsma (2009) 中研究的 13 种主要作物包括：小麦、水稻、玉米、大豆、豆类、大麦、甘蔗、小米、籽棉、油菜、花生、葵花籽、甘蔗。

生物燃料快速发展阶段（2005—10 年）13 种主要作物收获面积增长 2 700 万公顷，这似乎在一定程度上表明，全球层面已经找到扩大原料作物耕种的空间来满足不断增长的生物燃料需求。但这个数字本身却掩盖了土地用途从作物转向生物燃料原料的事实，例如玉米、大豆和油菜籽，这是国际清洁交通委员会（2013）针对欧洲研究发现的現象（见第三章）。

在本节内容中，我们首先着眼于可用土地的说法和状况（第 4.1.1 节），然后讨论了粮食（第 4.1.2 节）和能源（第 4.1.3 节）方面全球需求转化为土地需求的具体方式。

4.1.1 作物生产的现有“适用”土地

a. 粮农组织的测算

对于作物生产可用土地的测算大都着眼于在目前未进行作物生产的土地上生产作物的实际潜力。目前影响最广的分析是国际应用系统分析研究所一项长达 30 多年名为“全球农业生态区”的分析，粮农组织用其预测未来农业数据至少有 20 年的历史了。该分析运用全球空间数据库测算了众多作物在土地上的雨养耕种潜力。任何被认为适于种植某种作物的土地都被视作潜在耕地：因此某个地区的耕地潜力是独立于当前土地用途的，不管当前土地用途是城市、森林还是牧场。根据粮农组织使用“全球农业生态区”划分的土地分类，目前未种植作物的优质和良好土地总计有 32 亿公顷，减掉建成区、林地和保护区面积，净剩余面积为 14 亿公顷（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012）。

上世纪九十年代末出台的全球农业生态区研究结果被批过于乐观。例如，Young（1999）提出，即便是在土地可供量很低、陡坡地等不适合耕种的土地已被转为耕地的区域，上述研究的测算仍表明潜在耕地面积较大。他还表示，上述分析未能充分考虑相互竞争的土地用途，且运用全球数据库导致大面积土地被视为适于耕种，但事实上每块“土地”上仅有部分面积适于耕种。

粮农组织认为，70%的潜在耕地都位于非洲撒哈拉以南地区，而拉美在土壤或地形方面面临着很多局限（Alexandratos 和 Bruinsma，2012）。粮农组织还表示：

“如果一块土地可在最低单产水平上（无限制最高单产水平的 40%）支持一种作物的生产，就可被归类为适合（优质或良好）的土地。例如，北非有大量土地仅适合种植橄榄树（以及少数其他小宗作物），这些土地也被视作适合的土地，尽管这些土地实际上使用价值不高。”

粮农组织总结说明，“很多剩余土地都不能视作一种可响应需求即刻投入粮食生产的资源”，且测算结果需要“谨慎”解读。尽管耕地潜力的“全球农业生态区”评估可能是大家最为熟知的评估项目，因为其评估结果被粮农组织在出版物中引述，但实际上所有土地用途和气候综合模型都包括某种测算潜在耕地的方法。我们在下文评述了一些主要方法。

b. 其他来源

全球生物质优化模型（GLOBIOM）也是由国际应用系统分析研究所开发，该模型运用涵盖气候的环境政策（EPIC）作物模型，以农学标准和良好管理实践为基础测算耕种潜力。麻省理工学院的模型假设所有能够获得充沛降雨的土地均可通过投入品或排水措施加以改良，从而用来生产作物。IMAGE 模型利用气候和土壤测算土地生产力，并据此绘制各个区域的土地供应曲线。总的来说，这些模型都未能顾及到满足未来土地需求方面的根本性实际限制；这些限制都对成本有所影响，或者是由于土地面积扩大造成生产率下滑，或者是将土地投入生产带来成本上升。

插文 11 “可用土地”的说法

关于全球“可用土地”的多数测算都是以土地在种植作物方面的生物物理适应性为基础，其中隐含的意思是任何目前尚未耕种但适于种植作物的土地都是“可用”的。依照这个逻辑，即便草场已被利用，但仍可视作“可用的”作物生产土地。一块土地在特定时间点没有耕种或使用并不表明这块土地就是“可用的”，也不表示这块土地以前未加使用或以后不会被使用。例如，休耕地就是曾被使用且将来会被再次使用的土地—事实上，休耕地是作为恢复/重振生产力的一种方式而有意闲置的土地。如果不是刻意“闲置”，土地生产力将会出现不可逆转的下滑—在土地上从事生产的可持续性和活力亦会下降。

因此，适于种植作物的土地不一定是“可用的”。将此类土地用于作物生产可能会挤走其他与粮食有关的活动，如放牧或调整现有系统，而这两者都会影响粮食安全，且受到影响的往往是最弱势的人群。土地可供量的概念要考虑土地用途改变对于取代现有生产的影响程度以及这种取代产生的后果。另外，为确保结果可靠，即便是全球层面的测算也要考虑并纳入土地的不同用途。土地用途在各地可谓千差万别。

4.1.2 基于粮食和饲料需求预测得出的全球土地需求

尽管对未来四十年粮食供求状况的预测存在诸多不确定性，因而测算结果不一，但大部分研究都表示粮食生产、木材生产和城市使用方面的土地需求都将不断扩大。粮食需求增长是评估未来生物能源“土地可供量”的首要参数，因为需要的粮食越多，就越难找到用于生产生物能源的“闲置”土地。

2050 年的粮食和饲料需求

根据粮农组织的最新预测（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012），满足 2050 年的粮食需求需要农业生产在 2006 年的基础上提高 60% 左右。这个增长幅度仍然略显保守，且是在把生物燃料产能控制在经合组织预测的 2019 年净数字基础之上计算得出的（经合组织—粮农组织，2011）。预测考虑了全球人口和中产阶级人数均有增加，因而会相应消费更多的肉品和乳品，以及植物油、水果和蔬菜。实际上，粮农组织对于动物产品消费量增长的预测低于其他研究根据收入与消费关系的全球历史数据做出的预测（Tilman 等，2011）。粮农组织假设非洲撒哈拉以南地区的居民仍然只能负担数量非常有限的食物，而印度人将选择减少肉食消费。粮农组织的预测还采用了相对较慢的人口增长速度，而不是联合国人口机构修订后的预测速度（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012, 第 21 页），并假设食物供应仍然短缺，因而无法消除非洲撒哈拉以南地区和印度南部的粮食不安全状况（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012, 第 40 页）。

Tilman 等（2011）测算认为，到 2050 年全球的作物产量将提高 100—110%，这一结果不同于粮农组织的测算结果。粮农组织采用了不同的方法，更加倚重定量发展趋势，注重收入—膳食支出，而非援引专家观点。其他研究（Agrimonde, 2009; Erb 等，2009）的结果介乎以上两组数据之间，但更偏向 Alexandratos 和 Bruinsma（2012）。

这些研究和其他研究（Godfray 等，2010; Havlik 等，2013）还测算了满足食物需求所需的土地。文献资料的一部分特别关注了土地用途方面为满足不断增长的畜产品需求可能面临的巨大挑战（Pelletier 和 Tyedmers, 2010; Popp, 2010）。

满足 2050 年粮食和饲料需求所需的土地

毫无疑问，关于满足不断增长的需求所需土地的假设高度依赖单产和单产提高的假设。各个模型对于未来单产增长的测算结果以及对畜牧生产作出的假设差异显著，因而对净土地使用需要的测算结果也不一而同。

Tilman 等（2011）分析了发展的多种替代路径。第一种路径假设没有技术进步，并模拟了过去的发展趋势，低产国家主要通过扩大耕种面积提高产量，而高产国家则是通过提高单产来增加产量。在这种情境下，到 2050 年全球的土地扩张将达到 10 亿公顷。另外一种土地节约路径则可把这一数字减少到 2 亿公顷。

Smith 等（2010）梳理了各类模型预测结果，农田面积增长从 5% 到 30% 不等，而放牧面积从缩减 5% 到扩大 30% 不一而同。由于放牧面积基数较大，10% 的面积增长就相当于土地面积扩大 3 亿公顷以上。

关于单产提高和复种的假设尤为重要。粮农组织（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012）预测，全球耕地面积总量从 2006 年到 2050 年将扩增 6 900 万公顷。这一数字假设复种或减少休耕地每年能够提供 4 800 万公顷的额外收获面积，而无需扩增现有的耕地面积。但该数字未考虑替换退化土地的必要性，而据测算每年退化的土地面积为 200 万到 300 万公顷（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012）。

粮农组织假设，大多数产量增加都能通过提高单产实现，但单产提高的速度会慢于过去；对于谷物而言，单产提高将保持过去 44 公斤/公顷的线性速度。单产提高的水平在各个国家和针对各个产品都会有所不同，反映出当前单产水平差异显著。全球来看，从 2005/2007 年到 2050 年农业总产出的年均增速预计将从之前相当时期的 2.2% 下滑至 1.1%，而谷物总产出的年均增速则会从 1.9% 下降至 0.9%。尽管如此，达到这个增速水平也不会比过去来得容易，需要有大量的投资。

单产提高速度当然很难预测，但与过去比较得出的结论却让我们看到，提高单产避免扩增耕地面积，即便是在生物燃料产能没有提高的情况下，都是充满挑战的。

1962 年到 2006 年，灌溉水平翻了一番，全球大部分地区开始使用合成肥料和科学培育的种子。即便有了这些利好，耕地面积在此期间仍扩大了 1.76 亿公顷，其中发展中国家新增面积为 2.3 亿公顷，发达国家耕地面积减少 5 400 万公顷（Alexandratos 和 Bruinsma, 2012）。

粮农组织的数据表明，1962 年到 2006 年间，牧场面积新增了 2.5 亿公顷（粮农组织，2006）。粮农组织预测数字背后的逻辑是全球牧场生产的肉类和乳品数量不断增加，能够满足对于肉和奶的总体需求增长；源自作物的饲料产量将有所提高，但增速不及作物产量的总体增长，剩余部分则来自于青草和其他饲草。产出增加可以是改进草场管理的结果，也可以是提高饲料转化为肉奶效率的结果。如若不然，消费量增多只能导致更多的森林被转作他用。

巴西和拉美其他地区的研究人员已在其研究中说明，在森林以外的热带牧场上提高肉奶产出还有很大的潜力（Gasques, Bastos 和 Bacchi, 2004）。但即便巴西每公顷牛肉产量能够翻上一番，其牛肉产量在全球牛肉产量中的份额也不会超过 15%。集约化生产方面的全球潜力目前尚不清楚，且很多牧场过于干旱，无法有效提高产出，而其他牧场一如欧洲和新西兰的牧场一早已实现集约化管理。总体而言，在不扩增牧场面积的条件下增加产量似乎挑战很大。

抛开技术潜力不提，仅仅是牛肉和乳品需求的增加就会继续驱使人们砍掉森林，并提高现有牧场上的饲养密度。从积极的方面来看，主要经济参与方（肉类包装商

和超市)推行的分区管理和自愿契约,如巴西业界非政府组织、Ethos⁴¹研究所共同发起的“牛肉契约”(Pacto pela Pecuária)标志着制度框架的初步形成,这种框架在未来可能更加有效地约束牧场的面积扩增。

其他非粮需求的重要意义

除粮食需求扩大外,不断增长的人口也需要更多的木材产品,据测算增幅为70%左右(Smith等,2010)。Lambin和Meyfroidt(2011)测算,到2050年这种需求将要由5000万公顷的新增种植面积满足。荷兰环境署为经合组织开展的替代评估预测表明,经营林面积将增加10亿公顷,但大部分增长可能都是天然林管理的结果(经合组织/粮农组织,2011),这方面会与生物多样性形成强烈的竞争,但不会与粮食形成竞争关系。

最后,不断增长的城市人口也可能消耗更多的土地。一篇评论文章测算,这种土地面积增长为6600万公顷到3.51亿公顷不等(Lambin和Meyfroidt,2011)。当然,并非所有这些面积增长都是来自可耕地,但其中一部分可能会是可耕地,因为在已经平整的土地上建房相对容易,且很多城区最初都是建在农业生产率较高的土地上。

4.1.3 当前生物燃料和生物能源目标引发的额外土地需要

鲜少有研究试图评价目前全球范围内用于生物燃料生产的土地面积。这是由于缺少各国可以提供生物燃料使用土地面积(不论是国内使用还是面向出口),甚至是生产和消费数据的国际报告机制。

使用第二章表1中的典型生物燃料单产数据,生产1000亿升(接近于目前的全球生物燃料需求总量)生物燃料需要相当于2040万公顷的甘蔗,或3850万公顷的玉米;如果是生产生物柴油,则需要5880万公顷油菜;而2011年,全球可耕地面积总量仅为1.396亿公顷(粮农组织统计数据库,2013)。据此我们可以推测,目前的生物燃料产量可能占用了2-3%的全球可耕地面积。

生物燃料生产所需的额外土地面积主要取决于市场规模、生物质的单产水平以及工业生产率。我们在第二章中已经看到,不同原料的单产水平差异显著,产业技术也仅仅处在提升生产率的初级阶段。根据选用的生物质和技术,不适于粮食生产的土地也可用于种植生物燃料的原料作物。同样,作物和牲畜管理系统可能让生物燃料和粮食生产形成新的合力。

生物燃料目标和硬性规定出台后,各种研究开始测算作物产量,以及可能的技术和区域分布,这些方面对于实现全球层面5-10%的汽油替代水平不可或缺。

⁴¹ www.ethos.org.br。

例如，2006 年经合组织针对主要使用区域的计算表明，如生物燃料在燃料中的份额达到 10%，则种植生物燃料的土地面积平均相当于谷物、油籽和甘蔗种植总面积的 37%，具体从巴西的 3%到欧盟的 72%不等，或占全球作物生产总量的 9%（经合组织，2006）。

根据经合组织的计算，巴西和欧盟需用于生产生物燃料的土地占比差异巨大，因而巴西政府及其主要的科研机构自然关注新兴生物燃料市场的全球潜力。巴西政府委托坎皮纳斯大学乙醇研究中心（跨学科能源规划中心—NIPE）开展的研究表明，巴西的乙醇产量对 2025 年全球汽油预测总量的替代水平可达 5%乃至 10%，且不会给环境或粮食生产带来不利影响（Leite 等，2009）。

根据测算结果，2025 年轻型汽车的汽油消费量将达到 1.7 万亿升，5%的替代水平需要 1 020 亿升乙醇，是 2005 年产量的五倍左右。考虑到当前的甘蔗生产率为 70 吨/公顷，且压榨企业的平均效率会有所提高，上述水平需要甘蔗种植面积扩增 1 700 万公顷；此外，根据巴西的森林法律规定，甘蔗面积的扩增都要配套 20%的新增森林面积，因此森林面积还要新增 400 万公顷。这些数字没有考虑将通过纤维素技术将糖蜜转化为燃料的可能：这种情况下，实现同样的生物燃料目标所需的新增耕地面积将减少至 1 400 万公顷。

生物技术所需的额外土地面积要通过放牧技术集约化以及在退化牧场上耕种获得，总计为 5 000 万到 7 000 万公顷。养牛与甘蔗兼作也会受到鼓励，在重点的沙瓦那地区，巴西农业研究所（Embrapa）已将种养兼作模式作为重点推行。

同一研究（Leite 等，2009）表示，从可持续土地利用和保障粮食生产的角度出发，生物燃料在全球轻型车辆燃料（2 050 亿升）中 5%的份额可以翻倍至 10%。这项研究的结论成为后来政府制定战略的基础。当然，这些结论也引发了巴西国内外的争论。第一类争论是关于土地用途效应以及可能导致的碳损失和温室气体排放（见第 4.3.1 节）。第二类争论主要涉及在森林、草场和其他生物多样性丰富的生态系统（如沙瓦那地区）中发展单一生产模式对生物多样性的影响，他们认为这种单一生产模式削弱了对亚马逊森林和潘塔纳尔湿地的保护。

更大范围的生物能源目标和土地用途

对生物质的需求不但有生产液态生物燃料，还包括发电和生产能源。目前，现代生物能源在全球生物能源使用量中的比重仅为 10%，而用于交通运输的生物燃料仅占有所有生物能源的 2.2%。绝大多数（90%）的全球生物能源用量—或每年 47 艾焦耳左右—都是来自于传统的生物能源（燃烧木柴、木炭、粪便、生物质残渣等），全球约有 40%的人口—大多数在发展中国家—依赖这些能源为生，占当前全球一次能源使用总量 1/10 左右（德国全球变化咨询委员会，2009）。

根据德国全球变化咨询委员会（2009）的测算，2050 年生物能源的可持续技术潜力总量将达到 80—170 艾焦耳/年（其中 50 艾焦耳/年来自于废弃物和残留物）。国际能源机构（国际能源机构，2010）在其蓝图情境中设定了到 2050 年全球能源相关温室气体排放量减半（对比 2005 年的水平）的目标，其中 2050 年生物质的产能目标为 150 艾焦耳/年，或占全球能源供给总量（该情境中的预测水平为 750 艾焦耳/年）的 20%，生物燃料⁴²为 30 艾焦耳/年。国际能源机构的测算结果表明，这一目标需要 3.75—7.5 亿公顷的生物质生产土地面积。

下文中更大范围的测算解释了这一目标可能引发的竞争。Haberl 等（2012）计算得出，目前的全球生物质收获总量（包括粮食、饲料、纤维、木产品、煮饭和供暖等传统木柴用途，并包括作物秸秆和收获的饲草）包含的化学能量值为 230 艾焦耳左右，仅相当于 2011 年全球一次能源消费总量（530 艾焦耳左右）的一小部分（美国能源情报署，2012）。

为实现这些产出，人们大约要管理75%的全球植被覆盖土地（Haberl 等，2012）。

经合组织预测，2050 年能源需求将达到 900 艾焦耳（Marchal 等，2012）。这意味着，即便全部用于生产能源，目前收获的生物质总量可以生产的能源与 2050 年全球能源需求总量相比仍将有 20%的缺口。我们可以假定，使用专门的能源作物生产能源所需的土地面积少于收获木材、作物和饲草的全球平均用地水平，且能源作物耗水量低，但要实现生物能源在全球能源总量中占比达到 20%的目标，仍会对土地和水产生巨大的压力。

很多研究（如：Goldemberg 和 Coelho，2003）表示，现代生物技术可以取代传统的低效生物能源形式，如焦炭，从而为能源匮乏的国家提供能源。例如，很多非洲国家的能源使用效率极低。因此，当前有机会推动传统生物能源向现代生物能源转变，以供本地使用；这一转变可能不会对土地使用产生很大影响（因为生物质利用效率得以提高），且会给本地发展带来积极收益。我们将在下一节和第五章中探讨土地竞争引发的争议以及生物能源战略对于带动本地发展的潜力。

4.2 “抢地”或“大规模国际土地并购”讨论中的生物燃料问题

除全球数额多有争论外，很多研究人员提出要更加清晰地说明“可供土地”的定义；一些研究人员倾向于使用“未充分利用的”土地，而其他研究人员对此则不以为然，他们认为多数的土地都已经利用，只是利用形式不同而已（高专组，

⁴² 如要实现这一雄心勃勃的目标，国际能源机构假设以谷物和油籽为原料的一代生物燃料将会在 2040—2045 年完全消失，而甘蔗乙醇除外，到 2050 年其产能将达到 3 艾焦耳（在生物燃料中所占份额为 10%）。其余 90%将会是木质纤维素资源为原料的二代生物燃料（Guyomard, Forslund 和 Dronne，2008）。

2011b)。基于这些考虑，我们不但要评估全球层面的土地使用情况，而且还要在本地层面上更加具体地评估土地使用情况，包括各类用途—共享、部分或临时用途。另外还必须认识到的是，我们在评估土地使用方面面临着巨大的信息缺口。

4.2.1 土地投资的数据来源

在人们就生物燃料在 2008—09 年粮价上涨中的影响争论不休的同时，还有人在讨论生物燃料在全球土地投资激增过程中发挥的作用。这一现象最初由一家名为 GRAIN⁴³的非政府组织提出并引起全球关注，该组织将这种现象描述为“抢地”。国际土地联盟—一个由 50 多个国家 116 个组织组成的网络，出于监督大规模土地投资的关切，建设了“土地门户网⁴⁴”网站。除知名的国际非政府组织外，国际土地联盟的合作伙伴还包括粮农组织、欧盟委员会和盖茨基金会。2012 年，国际土地联盟与法国农业发展研究国际合作中心（CIRAD）、德国国际合作机构（GIZ）、伯尔尼大学可持续发展研究中心（CDE）以及汉堡大学德国全球及区域研究中心（GIGA）共同启动了“土地矩阵”网站⁴⁵。这项倡议也得到了知名非政府组织和欧盟委员会的支持。2012 年，基于该网站发现而撰写的报告（国际土地联盟，2012）在世界银行关于这一主题的会议上进行了陈述。国际林业研究中心也建立了一个土地交易数据库（见附录 2）。

世行将这种现象称为“跨境或跨国大规模土地并购”，并对这一争论提供了重要意见，发布了以 Deininger 和 Byerlee（2011）为代表的研究和出版物。世行最为系统性的研究是基于 GRAIN 组织收集并根据国际土地联盟数据交叉验证过的数据，具体发现我们将在下文详细讨论。Deininger 及其同事认为，原则上各国土地交易登记系统中的官方数据是最理想的数据，但这些数据往往无法获得。研究人员根据区域登记系统中的信息汇总得出了 6 个国家的数据，这些数据证实“近期土地交易数量显著增加”（Arezki, Deininger 和 Sellod, 2011, 第 12 页）。

在 2011 年的报告中，“土地门户网”的合作伙伴表示，所有土地投资中有 1/3 到 2/3 的案例都与生物燃料有关。自 2000 年起共登记了 1,217 宗交易，涉地面积超过 8 300 万公顷，占全球农业土地总面积的 1.7%。非洲是土地交易的焦点，涉及 754 宗交易，5620 万公顷土地面积，相当于非洲大陆农业总面积的 4.8%，以及整个肯尼亚的面积。亚洲居次，土地交易涉地面积为 1 770 万公顷，其次为拉美（700 万公顷）。这些交易报告的数据并未说明交易是否已经完成，或是否已经开始进行投资。在这些数据中，有涉地面积达 4 370 万公顷的 625 宗交易的数据来自于“可靠”来源，但这也不表示这些交易已经完成。

⁴³ www.grain.org。

⁴⁴ www.landportal.info。

⁴⁵ www.landportal.info/landmatrix。

GRAIN 组织 2012 年发布了一份采用更严格标准的报告：自 2006 年起未予撤销且涉及粮食作物大规模国外投资的交易。报告中记录了涉地面积达 3 500 万公顷的 416 宗交易，并表示目前此类投资每年涉及的土地面积有 1 000 万公顷。世行团队（Arezki, Deininger 和 Sellod, 2011）重点介绍了此类投资的规模和速度—从 1961 年到 2007 年，非洲耕地面积年均扩增速率为 180 万公顷；与之相对，仅 2009 年一年非洲报告的土地需求就为 3 970 万公顷。GRAIN 组织的报告未包括麻风树等非粮作物，而在其数据库中，麻风树相关的土地交易涉及数百万公顷的面积。即便使用限定性更高的标准，生物燃料在 GRAIN 组织提出的投资驱动因素中也是仅次于粮食，但是如我们已经看到的一样，在对一代生物燃料的研究中我们很难对这两者的影响进行区分。

4.2.2 对数据来源提供的证据的分析

世界银行团队针对 GRAIN 数据开展了细致的经济分析，主要是想了解这些投资相关的推动和抑制因素。为了使“可用土地”的说法切合实际，我们对它的定义是“目前未被使用且具有较高雨养耕种潜力的土地，不包括森林、保护地以及承载人数超出某一最大量的土地”。根据这些标准进行分析后，“可用土地”成为了一个重要的抑制因素。研究人员分析了投资国的粮食进口依存度，而这一变量则成为了一个重要的推动因素。这些结果显然证实了文献资料中已经提出的部分内容—资源匮乏但资本雄厚的国家进行的土地投资。研究表明，土地投资仅与投资输出国和输入国之间的文化相通性存在着微弱的联系。从世行团队的角度来看，最令人惊讶的是土地投资意愿较高与“土地治理薄弱及本地土地权保护不力”之间存在很强的关联（Arezki, Deininger 和 Sellod, 2011, 第 20 页）。这些发现与很多土地投资规模巨大而实施过程中冲突频发的现象相互印证。世界银行倡导的《负责任农业投资原则》（PRAI）也在这一发现中找到了依据。

国际水资源管理研究所的 Williams（2012）坚持认为，水是这些投资背后的关键资源。但是，土地交易谈判过程中并未明确涉及大规模项目对水资源的影响，这主要是因为土地和水分属不同的监管体制，由不同的政府部门负责。大规模项目可能导致水资源过度使用，以及水源改道或干涸。Rulli, Savior 和 D’Odorico（2013）利用 GRAIN 组织和“土地矩阵”网站的数据，首次对土地交易中的用水情况开展了详细评估。他们认为，“人均占水量通常会超出生产食物确保均衡膳食的用水需求，因此足以改善粮食安全状况，减缓这些国家的营养不良问题”（见前引书，第 892 页）。

不同的分析为粮食、燃料和投机在推动土地投资方面发挥的作用赋予的相对权重也有所差异。但所有分析都将生物燃料视作主要动因，且认为生物燃料投资与粮食投资具有同样特点，主要是规模较大、对用水产生影响、扎堆在“可用”土地面积上，以及对土地使用权的影响。麻风树在初始阶段可能是个例外，主要生长在边缘地块和

缺水土地上。很多这些项目（据测算在非洲撒哈拉以南地区超过 200 万公顷）均已叫停或取消，很可能会重新用于生产粮食作物，或根据改良后的遗传材料和耕种技术重新组织。还应当认识到的是，这些数据都是“报告上来的”投资项目，其中多数尚未开始运作。因此，生物燃料生产和出口仍处于“雏形”阶段并不让人奇怪。

EPS-PEAKS (2012) 受英国国际发展部委托近期开展的研究也对这些数据进行了分析，并在报告开篇就宣称“全球跨国土地并购的最主要动因似乎就是生物燃料”（见前引书，第 1 页），在整个报告中数次表达这一观点。该研究也分析了“土地矩阵”的数据，并着重提出一些夸大其词的情况以及国内交易比例偏高（约 40%）的现象。该研究结果表明国内交易涉地面积为 4 890 万公顷，而世行与 Friis 和 Reenberg (2010) 得出的结果分别为 5 660 万公顷和 5 100 万—6 210 万公顷。该研究指出，国际食物政策研究所 (2009) 针对 2006—09 年研究得出的国内交易涉地面积为 1 500 万—2 000 万公顷，价值为 200 亿—300 亿美元。EPS-PEAK 记录了大量的国内土地并购，并根据计算得出跨国交易涉地面积约为 2 600 万公顷。无论是从涉地面积来看，还是从交易数量来看，麻风树都是居于首位（440 万公顷，99 宗交易），棕榈油和甘蔗紧随其后。这恰恰与媒体言论背道而驰，媒体呼吁关注粮食利益：“大比例的麻风树、油棕榈和甘蔗表明，媒体报导也许对生物燃料投资的增长言过其词，但毫无疑问这种投资就是跨国土地并购的主要动因”（见前引书，第12页）。

4.2.3 生物燃料投资与传统土地权

国际土地联盟、法国农业发展研究国际合作中心与肯尼亚资源冲突研究所 (RECONCILE) 联合开展的研究 (2011) 呼吁各方关注一个事实，尽管地方层面上的权力不对等仍有殖民时代的印记，但事实上我们讨论的协定都是主权国之间或主权国与私营主体自愿建立的。另外，多数情况下，“受益”国都是积极推动此类投资。该研究表示，如能得到适当的落实，这些投资可为调集“刺激农业生产和提振非洲经济所需的资本、技术和专业知识”提供有利契机（第 ii 段）。相关的机会和风险见表 7。

表 7 大规模土地投资的机会和风险

机会/有利影响	风险/不利影响
获得资本和技术，用于扩大生产	限制/阻碍获得战略资源，从而引发冲突
发展农村地区的基础设施	削弱针对本地消费的生产和粮食安全，和/或本地市场受到冲击
创造农业和非农就业机会	单一生产模式、农业化学品和农药影响本地遗传资源和环境
提高粮食安全水平	强占传统权利且不予补偿
稳定全球粮食价格，参与国际市场	树立藩篱，割裂社会网络

来源：国际劳工大会/法国国际农业研究中心/肯尼亚资源冲突研究所（2011，第 13、18、22 页）。

该研究支持对这些投资的潜力持总体乐观态度，但表示“需要在国际、国家和本地层面推行实质性的政策、法律和机构改革，以期防范已经明确的风险”（第ii段）。

国际林业研究中心从不太乐观的角度对非洲撒哈拉以南地区开展了案例研究，包括加纳、莫桑比克、坦桑尼亚和赞比亚，重点提及了保护本地社区土地权的复杂性（German 和 Schonevend, 2011）。在直接面对私营投资者或作为中间人的国家时，这些行为主体与本地社区的地位差异悬殊。国家主体可以通过土地交易拿走社区的权利，建立租赁合同，再使土地回到国家的手中。社区缺少民主程序，以及投资者对信息的操纵都加剧了土地的流失。国际林业研究中心探讨了更加细致的分区管理可能发挥的作用，但最终认为在很多情况下，执法成本就会令人望而却步。因此，该中心建议要加强本地社区的法律权利，包括社区内进行决策的民主程序。

很多研究记录了生物燃料在大规模土地投资中的重要作用以及对于传统社区的影响（Matondi, Havnevik 和 Beene, 2011; Biofuelswatch, 2012）。其中最为完整的是 Cotula, Dyer 和 Vermeulen（2008）为粮农组织/国际环境与发展研究所（IIED）开展的名为《助长排斥之势》的研究。该研究承认，生物燃料投资可能会在收入、就业和市场准入方面带来利好。但事实上，这些土地交易几乎无一例外地侵害了传统社区的土地权，特别是涉及到所谓“边缘土地”的权利，但这些“边缘土地”却能为本地社区提供重要的资源，例如牧场、作为燃料的木柴、食物以及生产工艺品所需的原材料。因此，大规模生物燃料土地交易对本地社区造成的影响往往是粮食不安全。

4.2.4 可用土地的最佳用途？大规模与小农户战略

大规模生物燃料投资的辩论是关于在土地广袤的发展中国家和地区推行大规模农业生产的更大范围政策讨论的部分内容。《经济学人》在“巴西农业：塞拉多的奇迹⁴⁶”这篇文章中重点介绍了关于“超大型”农场竞争力的新观点。世界银行也提出了类似的观点，但态度更为审慎（Deininger 和 Byerlee, 2011）。他们表示，历史上农业生产形式是以家庭农场为主，大型农场是为应对市场失灵而后来出现的，大型农场通过整合资源可以补偿基本公共产品的缺位。目前，新的“可用”土地普遍面临市场失灵的问题，且很难获得劳动力。其他有利因素包括：新的信息技术能够支持对产量和劳动力进行更好的控制，以及产品需要满足成本较高的环境标准，甚至基本必需品也是如此。另一方面，投资对象国需要创造更多的非农就业机会来消化劳动力；而且，由于缺少公共产品和适宜土地，以及人口密度较低，这些国家很难填补“单产缺口”。基于这一分析，世界银行和相关组织赞成此类投资，但强调需要推行适当的制度改革。

⁴⁶ <http://www.economist.com/node/16886442>, 《经济学人》，2010年8月26日。

Jayne 和同事（2010a, 2010b, 2012）在针对非洲撒哈拉以南地区的一系列文章中提出了反对意见。他们表示，尽管存在未利用或未充分利用的可耕地，但是“很大比例的非洲农业家庭都生活在人口密集地区，且数量在不断增长”（2012，第 2 页）。研究涵盖的非洲撒哈拉以南地区 10 个国家中，有 5 个国家 25% 的农村人口生活在每平方米人口数超过 500 人的地区。出现这种情况是因为农田面积不断缩减，即便是小农户之间拥有的土地面积也不尽相同。一半或更多的小农户是粮食净购买者或食不果腹，多数这类小农户的土地面积都不足 1 公顷。因此，这些国家的核心问题是农民无法获得土地，也不能利用现有的未利用土地，而大多数农村贫困人群能够获得的非农就业机会（这是世行分析中强调的一个前提条件）稀缺，且属于低技能就业。该研究的结论是，对于大规模投资的偏重和只注重商业化农场的政策对粮食安全构成直接的威胁。绝大多数农村贫困人口面临土地局限，其结果就是粮食不安全。因此，从粮食安全和农业现代化的角度来看，优先重点应当是制定帮助农民获得土地的政策；而多数国家却承诺重新调整社区土地，旨在为大规模私营投资，包括生物燃料投资，保驾护航。

鉴于生物燃料目标在非洲撒哈拉以南地区（以及其他大陆上的发展中国家，但后者程度较轻）当前土地投资中的重要地位，目前正在推行的生物燃料战略必须考虑不同选择对粮食安全造成的影响。另一方面，如果社区权利得到承认和尊重，在非洲撒哈拉以南地区的现有条件下大规模投资不失为一种适当的发展战略。从这个角度来说，社会安全网是确保粮食安全的最有力补充。根据第二个视角，未利用和未被充分利用的土地应向那些拥有土地面积不足 1 公顷的绝大多数农村贫困人口开放。否则在非农就业和迁入城市无望的情况下，农村贫困和粮食不安全状况将会进一步加剧。

4.2.5 就推行土地投资治理制度改革必要性达成的共识

无论旨在确保粮食安全的发展战略和政策存在哪些差异，各方均一致认为需要推行制度改革，以便监管土地投资，保障本地社区的财产权。

“土地权属”在 2012 年取得重大进步，粮安委通过了《国家粮食安全范围内土地、渔业及森林权属负责任治理自愿准则》。

“负责任投资”方面目前仍在开展很多工作，旨在确立各方普遍接受的负责任投资原则国际协定。

在 2010 年的首尔峰会上，二十国集团“鼓励所有国家和企业采用《负责任农业投资原则》”，并要求“联合国贸发会议、世界银行、国际农发基金、粮农组织以及其他相关的国际机构就推动负责任农业投资提出意见”。4 个组织秘书处制定的《负责任农业投资准则》（PRAI⁴⁷）共提出 7 项准则，具体包括：

⁴⁷ http://siteresources.worldbank.org/INTARD/214574-1111138388661/22453321/Principles_Extended.pdf.

1. 承认并尊重土地和自然资源的现有权利；
2. 投资不得有损于粮食安全，而应加强粮食安全；
3. 获得土地和其他资源以及进行相关投资的过程要透明、受到监督，且要在适当的商业、法律和监管环境中确保所有利益相关方的问责安排；
4. 与所有受到实质性影响的各方进行磋商，磋商协议要记录在案并得到执行；
5. 投资者确保项目遵守法律，执行行业最佳操作，在经济上可行，且实现持久的共享价值；
6. 投资能够产生理想的社会和分配影响，不会加剧脆弱性；
7. 项目产生的环境影响得到量化，并采取措施鼓励可持续的资源利用，尽可能减少负面影响的风险并减缓负面影响。

世界银行的投资部门国际金融公司（IFC）制定了绩效标准，接受国际金融公司融资的投资者必须采纳这些标准。题为“土地并购与非自愿征地”的第 5 项标准似乎有悖于负责任农业投资原则。这里的非自愿征地包括项目相关土地征购导致的实体置换和经济置换。这篇文章的特别之处在于，尽管国际金融公司认为应当避免非自愿征地，但亦承认非自愿征地可能“无法避免”，而这时就应当遵守“绩效标准”的规定。在国际金融公司眼中，征地不可避免是因为传统权利与一国的法律制度存在矛盾。前者必须让位于后者，而这恰恰违背了“自由、预先知情同意”的原则。根据国际土地联盟对传统土地交易的分析结论，这一问题尤为严重：“投资者青睐土地权属制度薄弱的国家”（Anseeuw 等，2012，第 37 页），正如我们所见，世行团队的分析也持有同样的观点。

各国政府最初都拥抱这种新的土地外国投资，但随后开始越来越关注土地投资规模及其引发的矛盾，因而越来越多的国家推出或调整法令，要求对此类外国购买设定限制，包括巴西、阿根廷和乌克兰。乐施会等国际非政府组织呼吁世界银行和其他金融机构停止在面临饥饿问题的国家进行大规模生物燃料投资。

在 2010 年 10 月召开的世界粮食安全委员会第三十六届会议上，粮安委“注意到《尊重权利、生计和资源的负责任农业投资原则》（《负责任农业投资原则》）的制定进程，并根据自身角色，决定在粮安委内启动包容性的原则磋商进程”⁴⁸。这个多利益相关方参与的磋商进程由粮安委在 2012 年启动，目前仍在推进之中⁴⁹，其目的是建立并确保负责任农业投资原则得到广泛采纳。粮安委表示，这些原则应推动有利于粮食安全和营养的农业投资，并在确保国家粮食安全的前提下支持逐步

⁴⁸ 第 26 ii 段，粮安委第三十六届会议最终报告，可见 <http://www.fao.org/cfs/cfs36/en/>。

⁴⁹ <http://www.fao.org/cfs/cfs-home/resaginv/en/>。

实现充足粮食权。预计《负责任农业投资原则》将于 2014 年 10 月的粮安委会议上定稿通过，旨在为各国政府、私营和公共投资者、政府间和区域性组织、民间社会组织、研究机构 and 高校、出资方以及基金会提供切实可行的指导。这些原则将为自愿性质，不具法律约束力，且应根据国家和国际法律的现有义务解读与实施。

根据本报告的分析结果，高专组建议各国政府应确保粮安委正在制定的负责任农业投资原则得到有效落实和监督，特别是生物燃料生产方面的投资。应将自由、预先知情同意原则，以及土地使用投资所有相关各方的全面参与作为所有土地投资的前提条件。在实施《国家粮食安全范围内土地、渔业和森林权属负责任治理自愿准则》方面采取的措施应确保生物燃料投资不会削弱土地权属，并确保女性能够充分参与土地谈判，她们的土地权属得到承认。

4.3 直接、间接土地用途改变以及相互竞争的需求

4.3.1 直接、间接土地用途改变

生物燃料生产可以带来直接和间接的土地用途改变。直接土地用途改变发生的情况是生物燃料生产的原料为直接种植在林地或草地上的新作物。Fargione 等人（2008）研究表明，将雨林、泥炭沼泽、热带稀树草原或草地转用生产基于粮食作物的生物燃料将会释放出土壤和生物质中的二氧化碳存量，形成“生物燃料碳债务”，而这种存量释放是生物燃料取代化石燃料年均温室气体减排量的 17 到 420 倍不等。

间接土地用途改变发生的情况是生物燃料原料不会引发原有土地用途改变，而是由于要补偿生物燃料生产导致放弃产量而引起的其他土地用途改变。因此，生物燃料诱发的不是本地土地用途的改变，而很可能是会造成产粮耕地或用于畜牧生产的牧场“迁移”至其他地区，同时也引发了森林砍伐（Gao 等，2011）。这些间接的影响在各大洲都可能出现（Kim 和 Dale，2008，2011）。

间接土地用途改变效应在国际和部分国家（如巴西）的辩论中已经成为争议性话题。亚马逊地区的森林砍伐率高居不下，但据巴西报告近期已经出现下降趋势（Tollefson，2013），目前在亚马逊地区几乎没有甘蔗种植园。因此，现在的问题是一方面甘蔗种植面积扩大到牧场区域是否会间接导致森林砍伐，因为牧场势必要侵占亚马逊区域；另一方面，牧场集约化是否会缓解土地使用的压力，在为甘蔗种植留出空间的同时又不会给森林带来过多不利影响（Novaes 和 Almeida，2007；Lapola 等，2009；Andrade de Sá 等，2012），如 Nassar 等（2009）运用巴西土地使用模型（BLUM）说明的一样，该模型由 ICONE⁵⁰（一个巴西农产品贸易研究中心）与美国艾奥瓦州州立大学的研究人员共同开发。

⁵⁰ <http://www.iconebrasil.org.br>。

计算间接土地用途改变效应非常复杂，需要建立某个地区生物燃料生产与在之前为森林或草原的地区开始新的作物生产之间的联系。衡量间接土地用途改变效应只能通过建模和假设开展，无法直接评估。很多研究尝试针对间接土地用途改变效应以及相关的温室气体排放影响建立模型并进行定量分析，包括农业模拟温室气体（GreenAgSiM）模型（Dumortier 和 Hayes, 2009; Searchinger 等, 2008），粮食和农业政策研究所（FAPRI）模型（Fabiosa等, 2009），以及GLOBIOM模型（Havlík 等, 2009; Schneider 和 McCarl, 2003）等等。科学文献中这种辩论依然存在，主导的科学观点一有时受到业界人士的强烈反对一是，尽管在定量研究和建模方法方面存在很大的不确定性，间接土地用途改变和土地使用模式都会对生物燃料相关的温室气体减排产生重要影响（Deluchi, 2003; Hertel, 2011; Searchinger 等, 2008; Croezen 等, 2010; Sanchez 等, 2012; Gasparatos, Stromberg 和 Takeuchi, 2013）。

欧盟和美国的监管部门在科学进步的基础上，都在其计算生物燃料温室气体减排的方法中纳入了对间接土地用途改变的考虑。美国环保署承认⁵¹，《可再生燃料标准》的“高级生物燃料”分类中使用了现有最佳模型对内在不确定性进行量化评估，且温室气体排放模型“提供了合理且科学的基础”。认识到模型开发的不断进步，美国环保署于 2010 年宣布将要求评价国家科学院针对温室气体生命周期评估的方法，特别关注间接土地用途改变，并为以后的规则制定提出建议。

直接和间接土地用途改变的辩论与粮食安全关系紧密，这有两方面的原因。

- 首先，支持发展不会引起直接土地用途改变的生物燃料的政策也倾向于支持最终用途（即收获用于粮食还是燃料）对已开垦耕地之外的土地进行竞争。
- 这种辩论的第二个维度是间接土地用途改变：即便没有观察到直接土地用途改变（生物燃料在现有耕地上进行生产），但这种生物燃料生产仍会“推动”粮食/饲料或其他生产转向林地或草地，引发“多米诺骨牌”一样的间接土地用途改变。目前关于间接土地用途改变“是否”以及“如何”纳入生物燃料政策的考虑范畴仍有很多争论。争论焦点是碳储量，但这种争论与粮食安全也不无关系，因为生物燃料产生的“间接”土地用途改变恰恰是粮食相关的“直接”土地用途改变（粮食作物直接扩展到其他地块），反之亦然。

换言之，减轻“间接土地用途改变”的影响会以牺牲粮食安全为代价，因而造成了“间接的粮食不安全”。反过来，减缓“间接粮食不安全”也会导致间接土地用途改变。

⁵¹ 见美国环保署在《可再生燃料标准》项目（RFS2）拟议规则制定方面提出的论点，可在以下网站查询 http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/rfs2_1-5.pdf。

未来 40 年中，用于粮食生产的农田面积更加可能扩大而不是缩减，因而如果生物能源生产土地拓展到农田中，就必然会影响到粮食生产（“间接粮食不安全”）或将农业挤到其他地区（“间接土地用途改变”）。

这样，基于专有土地用途的生物燃料和生物能源面临的两难境地就变成：除了那些需要用以满足粮食需求的土地外，还有“哪些土地”能限制“碳成本”并可供使用？

4.3.2 “边缘”和“废弃”土地的潜力

一种方案是利用上述部分研究提出的目前尚未使用的“潜在农田”或其他土地生产生物能源。若要避免生物能源和粮食生产之间的竞争，则必须直接利用非农土地生产生物能源。

这种替代农田是否存在很大程度上取决于是否也把碳和生物多样性纳入考量范畴。巴西的生物燃料政策在甘蔗农业生态分区规定中将两者都纳入了考虑，而美国和欧盟都将碳减排作为标准纳入了生物燃料原料的量化分析。

欧盟还纳入了另外一个指标，即不包括在具有特殊生物多样性意义的地区生产的生物燃料。

可用于生物能源生产的土地总体上分为两类。第一类是林地和牧场（有时限于“大规模牧场”）。新的全球农业生态区分析现已将密集森林剔除在外，并明确表示据其测算约有 10 亿公顷潜在农田非常适于或适于耕种，主要是草地和林地（Prieler, Fischer 和 van Velthuisen, 2013）。关于土地生产生物能源潜力的测算也高度关注此类土地（Hoodwijk 等, 2005; Van Vuuren, Vliet 和 Stehfest, 2009; Cai, Zhang 和 Wang, 2011），在宽泛的官方评论中也引述了这些研究（Chum 等, 2011; Bauen 等, 2009）。

这就引发了两个问题。首先，这类土地包括已用于放牧的土地，且根据定义，是生产效率最高的牧场。牧场能够提供大部分的动物饲料（Wirsenius, Azar 和 Berndes, 2010）；且粮农组织的测算假设牧场上的肉奶产量均会提高。转化这些生产潜力较高的草地用途必然会与粮食生产形成竞争，且用途转变后，必须要进一步提高剩余牧场的生产效率，以避免土地面积扩张。

其次，这些土地的碳储量往往较高，且具有重要的生物多样性价值。研究测算表明，开垦温带牧场碳成本较高（Searchinger 等, 2008; Fargione 等, 2008）。但随着良好管理操作的推行，其他人对此更为乐观（Conant, Paustian 和 Elliot, 2001; Smith 和 Conen, 2004）。在热带地区，此类分析的对象是较为湿润且可以种植作物的沙瓦那地区，该地区有草地、灌木和树木，碳储量通常较高（Gibbs 等, 2008；

Fargione 等, 2008)。这些土地的温室气体减排能否达到政府目标取决于土地转化产生的碳损失以及生物质生产带来的化石燃料节约。上文引述的生物能源潜力测算都没有分析土地转用于生产生物燃料而导致的碳损失, 这些研究往往假定非森林土地不会释放碳。

与之相反, 在转用生产生物燃料之后, 只有极少数沙瓦那地区可称得上是“碳债务”较低的土地⁵² (Beringer, Lucht 和 Schaphliff, 2011)。沙瓦那地区总的来说也是生物多样性集中的地区, Grenyer 等 (2006) 对各种脊椎动物生物多样性地图进行梳理后在其报告中进行了讨论。

另外一个被认为适于生产生物能源的主要土地类别是“废弃”农业土地。全球农业土地面积不断调整, 某些地区的耕地或牧场面积扩大, 而其他地区可能出现废弃耕地的情况。

很多人都特别关注测算在所有尚未重新造林的废弃农业土地上生产生物能源的潜力, 该项研究在两个论文中进行了报告 (Campbell 等, 2008; Field, Campbell 和 Lobell, 2008)。据测算, 废弃农业土地 (即曾从事农业生产但在 2000 年后不再继续的土地) 面积在 3.86 亿公顷到 4.75 亿公顷之间, 可生产 8% 的全球一次能源。

关于生物能源潜力的其他研究也以废弃地为基础 (Haberl 等, 2012), 包括特定区域内可用于生产生物能源的预测废弃农业土地, 但总体上农业土地面积还是呈净增长趋势 (Haberl 等, 2012; Fischer 等, 2010)。某些情况下, 预测也包括“潜在废弃地”, 即农业集约化达到一定水平后净释放的土地 (见 Haberl 等 (2012) 中讨论的文章)。

我们必须说明, 使用废弃地生产生物能源固然会避免对粮食的影响, 但不一定会减少碳排放, 就像之前一节所述。

4.3.3 考虑土地使用的多种功能

早期生物燃料政策 (如美国、欧盟和巴西的政策) 的一个局限是政策制定时未重点考虑要避免在土地使用或粮食利用方面的竞争。因此, 这些政策刺激了生物燃料生产者从常规市场获得原料。本可以用来生产粮食的作物, 同时也是农业和经济效率更高的作物, 往往被用作生物燃料原料。

生物燃料的发展需要制定更加综合的土地使用政策, 要考虑到土地的各种功能—经济、社会和环境—及其对粮食安全的贡献。

⁵² Beringer, Lucht 和 Schaphliff (2011) 剔除了那些 10 年之内未偿付碳债务的土地, 相当于 20 年内温室气体减排量的 50%, 欧洲在评价生物燃料的温室气体平衡时都是以二十年为研究时限。

这也表示，国家政策即使在一国国境之外也能产生重要影响；更为重要的是，在不同的环境中这些影响也不尽相同。

因此，国家政策越来越多地要求，要满足生物燃料生产方面的土地用途标准，或将其纳入设定目标（见第一章）。

印度、中国和南非明确提出要在其国境内避免与粮食生产争地。巴西规定在某些地区（主要是亚马逊和潘塔纳尔湿地）不得进行甘蔗生产，目的是保护生物多样性。欧盟也在其可持续性标准（生物燃料计入目标的资格标准）中规定，原料必须产自于不具有生物多样性特殊意义且并非碳丰富生态系统的土地。这是第 5 节中所述认证过程的部分内容。

这些例子表明，人们开始越来越多地关注考虑并应对土地竞争日益加剧产生的潜在影响。这一过程中，要对水资源的影响进行明确评估。

另外，还应当通过确保落实《国家粮食安全范围内土地、渔业及森林权属负责任治理自愿准则》更好地应对潜在的社会影响。

5 生物燃料与生物能源：社会经济影响与发展视角

在本章中，我们主要探讨生物燃料政策对收入、就业和发展的影响——这些都是实现粮食安全的重要条件。

全球贫困和粮食不安全人口主要集中在东南亚和南亚，以及非洲撒哈拉以南地区。全球贫困人口（每天不到 2 美元）有一半生活在印度和中国，1/4 生活在巴基斯坦、印尼和尼日利亚等人口众多的中低收入国家，还有 1/4 生活在低收入国家，主要是那些脆弱国家（Sumner, 2012）。

对很多此类国家而言，生物燃料和原料（通常面向出口）土地投资相关风险与机遇的问题变得非常突出。作为市场主要力量的欧盟出于对发展政策一致性的考虑，启动了多项研究，旨在分析欧盟生物燃料政策以及发展中国家不断增长的生物燃料需求对发展中国家的影响（Diop 等, 2013）。

然而，旨在推动农村发展和保障能源安全的生物能源问题与这些地区主要国家国内市场运输燃料的问题也都很重要。实际上，从 2012 年起，非经合组织成员国家的运输燃料消耗量已经超过经合组织国家（Nelder, 2012）。因此，综合考虑粮食和燃料政策的社会经济影响和发展视角对于很多发展中国家来说已经成为一个国内重点。

对于 Msangi 和 Evans (2013) 等人来说，在希望发展生物燃料产业的国家解决部分内在的食品安全问题，有助于应对很多现有问题，这些问题抑制了农业企业的发展，也使得粮食部门无法正常运转和高效生产。

我们在本报告通篇都能看到，发展中国家的生物燃料政策尚不完善，很多投资和举措仍处于不同的实施阶段。因此，对于长期影响以及宏观或区域范围影响的认识在很大程度上仍停留在推测阶段。

巴西的情况却是例外。巴西的甘蔗乙醇已有 40 年历史，其雄心勃勃的生物柴油计划也已实施了十年之久。我们查阅了从粮食安全和视角分析这两种经验的文献资料，同时也承认在粮食安全、能源安全和农村发展方面，巴西与多数发展中国家差异显著。我们在这章中首先来看巴西的例子（第 5.1 节和第 5.2 节）。

针对其他背景也有一些前沿研究，这些研究中使用了可计算一般均衡分析，如 Arndt 和同事 (2010a, 2010b) 针对粮食不安全和能源不安全发展中国家发展生物燃料进行的影响分析（第 5.3 节），包括针对莫桑比克和坦桑尼亚的两个研究。但在多数情况下，我们不得不诉诸于本地的案例研究。很多此类研究的着眼点是土地纠纷和迁移影响，这些问题已在之前一章阐述。其他项目也提供了重要的依据，如：粮农组织针对秘鲁、泰国和坦桑尼亚开展的“生物能源与粮食安全”研究（粮农组

织，2010a），盖茨基金会支持实施的“生物燃料与贫困人口项目”⁵³，或“全球生物契约”倡议⁵⁴。

越来越多的研究试图让政策制定者关注将性别视角纳入生物燃料发展的重要意义。劳动生产率和性别考虑互有影响，正如 Kes 和 Swaminathan（2006）把“时间消费”（尤其是女性）作为了粮食和能源不安全的部分内容。我们将在第 5.4 节中更加具体地分析生物燃料/生物能源的性别影响。

由于传统生物能源在众多发展中国家能源结构中的重要地位，评估生物燃料政策的社会经济影响和发展视角就必须回顾整个生物能源领域的发展轨迹。在很多发展中国家，交通运输用生物燃料仅是整个生物能源的一个分支。在非洲撒哈拉以南地区，50—90%的能源都来自于生物质以及由其转化的焦炭和木炭的一次燃烧，粮食不安全与能源高度依赖一次生物质关系密切（Ewing 和 Msangi，2009）。目前有数百项举措正在探索各种机会，开发可用于烹调、供电以及为其他本地经济活动提供小规模发电设施的现代生物能源。Nussbaumer 和同事（2011）开发出一个新的指数，即多维能源贫困指数（MEPI）。该指数着眼于能源匮乏的不同内容，能够捕捉其发生的频次和强度，因而可为生物能源政策的制定提供重要支撑。

在对关键变量进行梳理的基础之上（Pingali, Raney 和 Wiebe, 2008; German 等, 2010; Maltitz 和 Stafford, 2011; BEFSCI, 2010; Ewing 和 Msangi, 2008），很多学者将各种经验分门别类，提出了生物燃料/生物能源在发展中国家推行的条件，以及这些政策在各个国家的具体着眼点。这些评价国家或地方层面上生物燃料生产潜在影响的不同方法可以成为非常有用的工具，来推动并影响从政策设计到实施和投资选择整个过程的决策。这些评价方法也是各种认证机制的基础，可以评估生物燃料是否满足了特定的可持续性标准。

5.1 从本地和农村发展视角分析巴西的乙醇经验

其他关切一直以来都是分析的焦点所在，但近年来越来越多的研究开始投向巴西甘蔗/乙醇集群产业对本地和区域发展的影响。这些研究的结果，如斯坦福大学的研究和巴西研究人员 Martinelli 等（2011）（插文 12）牵头开展的研究，对于其他发展中国家具有重要的参考意义，因为目前开展甘蔗乙醇生产的国家为数不少。

尽管有人提出大规模甘蔗生产会带来不良的健康和环境影响，但很多研究人员如 Martinelli 等（2011）表示，甘蔗生产带来的财富和本地经济发展效益是否能够抵消其产生的社会成本仍无定论。其他作者坚称要考虑在大城市交通燃料中引入乙醇产生的积极健康影响（Goldemberg，2008）。

⁵³ www.biofuelsandthepoor.com。

⁵⁴ <http://www.globalbiopact.eu>。

毋庸讳言，将巴西的研究结果放到其他环境下解读需要非常谨慎，特别是非洲和亚洲国家，因为城乡人口密度可能差异显著，巴西是一个非常特别的大国，其绝大多数人都生活在城市。例如，圣保罗州城市人口占比为 95%，正规就业中的城市人口比重也为 95%。因此，巴西甘蔗种植面积扩大产生的迁移效应可能与农村人口密集国家的效应非常不同。

从机械化和劳动力构成变化的角度来看，巴西的甘蔗生产环境非常特别：就业数量急剧减少，最低资格要求不断提高，甘蔗工人的平均工资水平也在上涨，表明生产率不断提升。过去 20 年中，甘蔗收割能力已从每日 5 吨提高至每日 10 吨。关于甘蔗面积扩大是否会带来就业的总体增长仍有争论。在圣保罗州，甘蔗生产的劳动力密度（每百公顷 8 个工人）就低于所有农业活动的平均水平（每百公顷 10 个工人）。另一方面，甘蔗生产的劳动力密集程度是大规模养牛的四倍以上。尽管如此，甘蔗取代其他作物不一定会带来相对就业的增加。

针对巴西的多数研究使用的数据都未能充分反映巴西甘蔗乙醇产业应对生物乙醇市场国际标准需求所进行的调整。这些调整包括不再焚烧收获物，加速推行机械化，重视与劳动力建立正式的合同关系，以及接受农业生态分区。农业生态分区规定不得在亚马逊、潘塔纳尔湿地和富含原始生物多样性的区域种植甘蔗。信贷的获得取决于是否遵守适当的劳动条件（尽管工作条件恶劣的投诉仍然不绝于耳），而面向出口则让企业采纳了可持续认证计划。

插文 12 糖和乙醇生产是巴西的一项农村发展战略：圣保罗州的实例

Martinelli 和同事（2011）比较了圣保罗州各个城市的发展指标，巴西有超过 50% 的甘蔗面积都集中在这一区域。研究对这些城市进行了区分，即城市的主体经济是养牛、养牛与甘蔗并存、甘蔗种植、甘蔗种植与加工，还是非农活动。研究中设计了一系列对照案例，以期减少其他变量的影响——能够进入和邻近州府，先前发展水平，以及无关的经济活动。研究中使用了一系列指数：联合国人类发展指数（HDI）、基于圣保罗社会责任指数（SRI）建立的人类发展指数，以及里约热内卢市发展指数（MDI）。

结果表明，以养牛业为主城市的 HDI、SRI 和 MDI 均大幅低于其他所有类别的城市，指数最高的是以甘蔗生产和加工为主的城市，高于非农城市。但是，这些城市的财富分配水平没有明显差异。非农类别城市的土地集中度较低，教育方面的得分也是最低的。这些发现表明，甘蔗生产本身不是最关键的，而是要与加工活动结合起来才能产生更为重要的乘数效应。尽管如此，以甘蔗生产为主的城市得分还是高于以养牛为主的城市。研究的结论是，没有农业基础的城市无法创造可行的替代经济活动。

针对圣保罗州（Montanghemi, Fagundes 和 Fonseca da Silva, 2009）和巴拉那州（Shikida, 2008）各个城市糖厂投资对就业和财富创造影响的单独研究也佐证了 Martinelli 等（2009）研究的正面结论，两个研究都涉及到甘蔗种植面积向养牛的牧场扩增。基于糖厂在本地经济中相对重要性（就业和乘数效应）的数据，这些作者提出，糖厂的建立是扭转人口外流趋势的主要因素，且在市内吸收了因为农业机械化而失去工作的农村劳动力。

Balsadi 和 Borin（2006）运用价格指数，基于收入、正规程度、教育和其他支持形式，分析了甘蔗生产领域的就业改善程度（包括数量和质量的改善），并表示这些指标在研究阶段——1990 年至 2002 年——均有明显改善。Petti 和 Fredo（2009）更新了 2005 年的相关数据，并审核了 Balsadi 和 Borin 的发现。作者证实了关于正规就业的增长以及教育和收入方面的结果。

巴西正在积极推动很多拉美和非洲国家采纳甘蔗乙醇模式，因此，评估甘蔗乙醇对农村发展和粮食安全的影响非常重要。同时，鉴于巴西土地资源充足，农业发展水平较高，实属特例，因而巴西的有利结论未必表明这种模式能够在其他国家成功复制，特别是农村人口居多的大国（见我们在前一章中对于 Deininger 和 Byerlee（2010）以及 Jayne, Chamberlin 和 Muyanga（2012）各自立场的讨论）。

5.2 巴西的生物柴油计划：一种替代发展战略？

巴西在生物柴油生产方面也毫不逊色。与甘蔗乙醇相反，作为一个创新型的生物燃料计划（国家生物柴油生产与使用计划，PNPB），生物柴油发展的明确目标是推动社会包容和区域发展，特别是巴西最贫困的东北部地区。油料作物的选择要视区域适应性（北部是棕榈油，东北部是蓖麻油，南部和中西部为大豆油）而定，在每个区域都要有一定比例的家庭农户，特别是以协会或合作社方式组织的农户，参与提供原料，作为生物柴油企业获得市场准入的前提条件。市场本身通过国家石油局（ANP）控制的拍卖进行组织，分销由巴西石油公司负责。企业只有获得由农耕发展部颁发的家庭农户参与“社会认证”后才能在任何时间购买拍卖量的 80%。强制性掺混目标最初定为 2%（B2），之后在投资大量涌入的基础上迅速提至 B5，市场对于大豆产业主要参与方的吸引力不断增强（Flexor, Kato 和 Recalda, 2012）。

在巴西半干旱的东北部地区开展了大量工作，通过推广蓖麻油—该地区的一种传统作物—作为生物柴油原料让小农户参与进来。农村工会、社会运动组织、非政府组织、州政府以及公共研究推广服务机构共同组成了一个独特的网络，共同推广各种发展模式，其中最具雄心的计划包括让小农户组织从事初级加工（榨油）。同时，巴西认识到，要实现上述目标，必须让组织化水平最高且现有大规模产量可用的大豆发挥主导作用，至少在初期阶段应是如此。政府不但确立了强制性的目标，而且还自行设计了市场制度，并呼吁公立机构和企业确保制度得以实施（Abramovay 和 Magalhaes, 2007）。

8 年过后，尽管政府努力将生物柴油作为一种家庭农户的发展路径（基于不同的区域生产体系）予以积极推动，且巴西石油公司在生物柴油生产方面投入大量资金（现已在东北部建了 3 个生产厂），但以大豆为基础的大规模生产模式还是完全主导了生物柴油计划的原料市场，另有少部分来自于牛脂肪（燃料产出占牛脂肪市场的 80% 以上）。大豆农业产业部门在 2003—04 年卢拉政府出台国家计划之前就游说政府制定了一个生物柴油计划，希望为越来越受到棕榈油挑战的植物油另寻出路。大豆与生物柴油的多数其他原料相比能源转化效率较低（第二章），但大豆却可以提供动物饲料这一重要的副产品，且在全球竞争的食品/饲料作物链中拥有物流、金融和管理各个方面的优势。

据测算，巴西目前仅有 20% 的生物柴油原料来自家庭农场，其中 90% 都产自南部组织化水平最高的家庭农场⁵⁵。在这种背景下，大豆产业每百公顷可以雇佣 10 名工人，且到 2020 年在 B20 的情境下，预计大豆产业将会创造多达 50 万个就业机会（FGV/UBRABIO，2010）。蓖麻油是巴西东北部的一种传统作物。作为一种高质量的油料作物，蓖麻油可以进入价格更高的市场。通常情况下，生物柴油生产厂都向家庭农户购买蓖麻油，然后再卖给其他非生物燃料市场，而这些生物柴油厂自身则使用其他地区生产的大豆作为原料。巴西石油公司在这方面发挥的作用日益增强，而生物柴油私营部门正在游说政府改变规则，使其不再依赖社会认证的“谎言”（Reporter Brasil，2010）。

很多小农户正“受益于”生物柴油计划，但与其说这是基于家庭农业的生物燃料计划在经济上取得的成功，不如说这只是该计划承担的“社会”成本。因此，将巴西的生物柴油计划作为整合家庭农场的成功范式向其他国家推广还为时尚早。这种模式表明，如果不能稳定充足地获得土地和其他资产与服务，公共支持或优先市场准入都不大可能将脆弱的家庭农业转变为可行的发展路径（de Carvalho，Potengy 和 Kato，2007）。

在巴西北部，巴西石油公司和巴西淡水河谷公司（一家矿产公司）等大型企业正在牵头投资开发棕榈种植园。例如，巴西石油公司一方面利用家庭农户的参与以棕榈油为原料生产生物柴油（Pará 项目），而另一方面则保持着大面积的单一作物种植园，通过与 Galp 公司组建的合资公司向葡萄牙出口棕榈（Belém 项目）。这些通过合同让家庭农户参与进来的经验结果有好有坏，目前还不清楚哪种模式将成为主导模式（高专组，即将出版）。另外，这种大规模举措的收效仍有争议。很多研究都提出了诸如砍伐森林（在敏感的生态系统中，亚马逊地区）、迁移农村人口、争抢水资源，或因为使用农药和除草剂造成污染等负面影响。

5.3 旨在评价发展中国家背景下生物燃料/生物能源发展对社会经济影响的尝试

部分前沿研究旨在评价发展中国家生物燃料/生物能源发展产生的社会经济影响。多数此类研究都是通过模型和预测来测算国家或地方层面的潜在影响。还有一些研究评价了项目层面的事后影响。

5.3.1 可计算一般均衡分析

针对巴西之外的其他背景也有一些前沿研究，这些研究中使用了可计算一般均衡分析，如 Arndt 和同事（2010a，2010b）针对粮食不安全和能源不安全发展中国家发展生物燃料的影响进行的分析。

⁵⁵ www.biodieselbr.com。

Arndt 和同事 (Arndt 等, 2008, 2010a, 2010b; Thurlow, 2008) 运用可计算一般均衡分析方法, 针对莫桑比克和坦桑尼亚燃料和粮食价格上涨以及大规模生物燃料出口生产对 GDP 和对城乡贫困/粮食不安全的影响开展了一系列的分析。在莫桑比克, 他们发现国际燃料和粮食价格具有明显的传导性, 而国际燃料价格的传导使所受影响翻倍。莫桑比克的现代燃料完全依赖进口, 小麦、稻米和玉米等粮食的进口依存度也很高, 但该国推行了开放的贸易政策。

基于文中阐明的假设, 研究模型分析了贸易、投资和工资方面的影响, 并在分析中区分了城市和农村人口, 而在农村人口中又区分了净买方和净卖方, 以及面向出口的经济作物种植者和生计型农民。研究的主要发现是, 莫桑比克短期进口量急剧减少, 福利指数下挫 5%, 家庭消费减少 7%, GDP 总体下滑超过 1%。城市贫困人口和生计型农村领域受到冲击最大。总体而言, 国家贫困人口数量上升 4%, 达 100 万人左右。

长远来看, 为改善收支平衡而推进出口的压力有利于经济作物的出口部门 (烟草和棉花), 农村工资水平将会提高, 而由于玉米价格上涨, 生计型部门的农村收入也将随之提高。城市贫困人口和南部粮食进口区域受到影响最大。

Arndt 等 (2008) 还在同一框架下分析了面向出口的大规模生物燃料投资。该研究的假设是, 所有的生物燃料生产都是为了出口, 所有投资均为外资且不涉及现有投资, 所有利润都会返还投资国。有两种生产模式: 针对乙醇生产的甘蔗种植园, 和针对生物柴油生产的麻风树承包计划。其中, 50% 的生产是在之前未开发的土地, 另外 50% 是在已开垦的土地上生产, 即占用面向出口的粮食和经济作物农田。这会导致粮价上涨, 进口增加。由于欧盟推行了生物能源硬性规定, 市场基本可以得到保证; 另外根据对甘蔗乙醇建立的模型, 只要原油价格超过 70 美元/桶, 乙醇就具有竞争优势。总的来说, 模型分析结果表明由此带来的 GDP 年均额外增幅在 0.65% 左右, 农业为 2.4%, 工业为 1.5%。国家贫困人口数量减少 5.9%, 即 140 万人摆脱贫困。

但很多这些积极影响取决于能否让农业提高生产率水平。分析指出, 糖/乙醇对农村就业, 特别是最贫困人口的就就业影响较大 (劳动力密度为每百公顷 34 名工人—是巴西圣保罗的四倍还多), 麻风树的承包模式 (劳动力密度为每百公顷 50 名工人) 对粮食生产 (技术和投入品) 具有重要的溢出效应。

但对于生产率提高的假设并未考虑生计部门贫困的加深, 这是因为农民不断被割裂重组。Jayne, Chamberlin 和 Muyanga (2012) 对此进行了分析, 之前一章也对此进行了阐述。从这一点来看, 多数农民不再会对传统的生产力刺激做出响应, 而实际上从中受益的是新型中等规模农民。同样, Thurlow (2008) 提出, 从比例

上来看⁵⁶，发展生物燃料对于贫困人口发展产生的积极效果远不如发展粮食作物，如园艺产品（利贫程度高出 10%）、小米（利贫程度高出 35%）和玉米（利贫程度高出 70%）。另一方面，生物燃料市场的规模表明，市场可以推动更大程度地减少绝对贫困。

最后，该分析没有考虑温室气体排放，尽管在开始就假定生物燃料产能扩张将有 50%来自于之前未经开垦的土地。如作者提到，Fargione 等（2008）通过计算提出，将与莫桑比克甘蔗种植地类似的巴西沙瓦那地区向甘蔗种植开放，会产生相当于 17 年的碳债务。作者最后表示，有很多方面无法计算，并警告说乐施会的担心——生物燃料会推高粮价，造成贫困加剧（尤其是城市），小农户土地面积缩减，资本密集型技术的采用和工资不到位——“并非杞人忧天”（见前引书，第 15 页）。

Arndt 等的第二个研究（Arndt, Pauw 和 Thurlow, 2010a）对象为坦桑尼亚，也是运用了同样的可计算一般均衡模型。该研究是粮农组织“生物能源与粮食安全项目”的部分内容。坦桑尼亚地处非洲撒哈拉以南地区。该国高度重视生物燃料/生物能源的发展，也一直受到生物燃料投资和项目的青睐。坦桑尼亚的人口 2012 年为 4 800 万，预计到 2050 年将增长到 1.38 亿。与莫桑比克一样，坦桑尼亚以农村为主，80%的劳动力在农村就业，农业在国民生产总值中的比重为 33%。但区别于其南部邻国，坦桑尼亚在粮食生产方面基本能够自给，初级食物进口为 15%，加工食物进口为 20%。农业出口是一个重要的经济领域。根据计算，混合木薯系统的乙醇生产成本为 0.37 美元/升，大规模甘蔗种植园的生产成本为 0.43 美元/升，两个价格相较巴西和美国的乙醇都有竞争优势。但小规模承包系统生产的乙醇在国际市场上似乎不具竞争力。

由于目前并未出台生物燃料计划，该研究依据下列区分建立了 6 个情境：两种原料（木薯和甘蔗）、两种基本生产规模（种植园和小规模承包，木薯的情况兼而有之），以及原料种植面积扩大的两种方式（牺牲现有作物或开拓新的土地）。

粮价有所上涨，但乙醇的产能扩大主要是以牺牲传统经济作物的出口实现，汇率上涨给出口带来不利影响，土地和劳动力竞争也有一定的影响。生物燃料的发展推动国家 GDP 增长，也创造了新的就业机会。所有模型均显示出积极的家庭福利影响，但木薯承包模式在提高贫困家庭收入方面表现最为突出。研究最后表示，有大型商业化农场提供最低供给品的混合木薯模式值得推崇，但分析表明这些商业化农场的建立是以牺牲小规模生产为代价的。

与莫桑比克的研究一样，这项研究的结果也高度依赖小规模生产部门的单产提高，否则就必须开垦新的土地。另外，这项研究中也并没有考虑温室气体的影响。生

⁵⁶ 农业 GDP 每增长 1%给贫困率带来的百分比变化主要取决于作物品种。

物燃料对水资源使用的影响在两个研究中也未予考虑。模型设定了 12 年达到 10 亿升的宏伟目标。我们在巴西的案例中看到，提出雄心勃勃的掺混硬性规定刺激了规模扩大，但也给小农户逐步融入市场带来了更多阻碍。同样，本模型中假定的基于大规模外国投资提出的宏大计划也会对快速投资回报的结果形成压力，因为快速投资回报需要大规模生产和物流。

5.3.2 生物能源与粮食安全方法学工具包

生物能源与粮食安全项目“分析了生物能源可作为一个有益工具提高农业生产率、惠及最贫困人群（包括小农户）的程度。它不是对生物能源的事前认可，而是要探讨某个生物能源领域是否具有经济可行性；如具有可行性，该领域能否通过某种组织形式产生社会经济效益”（粮农组织，2010b，第 42 页）。

“生物能源与粮食安全项目”的出发点是，生物燃料本身无所谓好坏，评价其对粮食安全产生有利还是不利影响需要对研究对象国家/区域以及融入全球市场的情况进行整体分析（粮农组织，2010b）。分析框架包含四项主要内容：在国际背景下的国家农业分析；自然资源状况的详细评估；生物燃料可行性研究；以及社会经济分析。该框架已用于三个国家的分析，涵盖了三个发展中大陆（秘鲁、坦桑尼亚和泰国）。框架不断开发完善，希望能够成为制定生物燃料政策的重要工具。

农业分析采用了一个 10 年的时间框架，以便更好地反映全球发展趋势可能对这一领域产生的影响，重点关注贫困和粮食不安全地区。自然资源状况是从土地适宜性、水资源（运用水资源评价和规划方法）以及生物能源潜力（运用 WISDOM 计划）的角度进行分析。然后是根据不同的生产安排对液态生物燃料的生产成本进行比较分析，以期评估各种方案的可行性，包括小农户参与的方案。社会经济分析包括上述可计算一般均衡模型分析，旨在评价不同假设对整个国家的影响，另外还包括一个用于分析家庭层面影响的分析工具。因此，“生物能源与粮食安全项目”是一个融合了可计算一般均衡分析的通盘分析。

5.3.3 “生物燃料与贫困人口”项目⁵⁷

“发展中世界的生物燃料与粮食安全：影响路径和投资评估”项目由盖茨基金会支持。该项目建议采取国际协作行动，系统应对生物燃料产能扩大对全球贫困人口的影响，并解决“对于生物燃料产能扩大在各行业和各区域分布影响的认识不足”的问题（Huang 等，2012）。该项目旨在：

⁵⁷ <http://biofuelsandthepoor.com/>。

“建立将国内和国际能源与商品市场联系起来的全球分析平台，量化生物燃料产能扩大从全球层面到家庭层面产生的直接和间接影响。我们的方法将以多个现有全球和国家模型为基础，并对其进行扩展和关联，以求捕捉能源市场和粮食生产的新联系。因此，该项目是首个详细系统地分析生物燃料产能扩张对贫困国家福利影响的项目，也提供了首个用于评估各个发展中国家潜在生物燃料投资的分析工具，（……）说明此类投资在何时何地会推动或抑制减贫行动。”（项目综述与执行摘要）。

该项目包括对中国、塞内加尔、莫桑比克、印度、巴西和美国进行的案例研究，牵头团队由国际食物政策研究所、弗里曼·斯伯格里国际问题研究所（斯坦福大学）、内布拉斯加大学以及中国农业政策研究中心的研究人员组成，且每个案例研究国家都配有支持团队。

项目提出的两个核心问题是：(i) 生物燃料需求增长会如何影响全球层面的粮食价格、产品和贸易？(ii) 全球生物燃料的发展如何影响发展中国家的价格、生产、贸易和非熟练工人的工资？该项目建议通过开发更为适合的建模工具，系统性地跟踪生物燃料的生产模式，但仍以基于一般均衡模型的同分析框架为主，且采用第三章中重点提到的方法学。初步分析结果表明，在生物燃料产能扩大的背景下，“农业生产和农产品贸易都将发生显著变化”（Huang 等，2012，第 446 页）。

研究进一步指出，一般来说，在生物燃料产量提高的背景下，净生产者受益，净消费者受损；且“全球生物燃料产量增加可能会减少作为食物净购买者的贫困人口的人均消费”（见前引书，第 448 页）。尽管如此，该模型还不能提供量化的结果，因为分析中并未按照收入对消费者进行区分，因而有必要进行更加详细的家庭研究作为补充，如 Agoramoorthy 等（2009），Arndt 等（2010b）和 Schut，Slingerland 和 Locke（2010）。

5.3.4 微观层面的分析

上述方法和项目（可计算一般均衡、粮农组织“生物能源与粮食安全项目”、“生物燃料和贫困人口项目”）都是以一般均衡模型为主要的的方法来评估社会经济影响。我们在第三章中看到，这些方法并不适于分析微观问题，或短期过渡效应。

部分研究分析了项目在地方层面的事后影响。例如，Negash 和 Swinnen（2012）针对埃塞俄比亚生物燃料原料计划对小农户的影响开展了非常全面的定量实证调查分析。

他们表示，埃塞俄比亚是一个重要的研究对象，因为该国能源依赖度极高（因而倾向于发展生物燃料），且处于高度的粮食不安全状况（表明生物燃料会与粮食形成竞争）。同时，埃塞俄比亚乙醇计划历史悠久，生物燃料领域既有公共也有私

营投资，承包与种植园模式兼而有之。研究着重分析了生物燃料价值链的组织方式，以及小农户参与的不同方式：作为种植园的工人，出租土地用于生物燃料生产，或者作为小规模石油项目的承包者或生产者。作者还简要梳理了关于承包和种植园模式对小农户意义的各种讨论。

作者研究了一个私营合约生产计划，在南部一个粮食高度不安全的区域由小农户生产蓖麻籽。这个合约生产计划涵盖了 3 000 名小农户，“农民能够获得肥料、除草剂、技术援助等所有必要的投入品，相应地，他们将自己的部分土地用于种植蓖麻（最少为 1 公顷，最多不超过其拥有土地面积的 25%—观察到的平均水平为 15%），并在收获后提供种子。蓖麻子价格预先确定。公司驻在各村的推广人员负责为农民提供培训，帮助农民建立小组、分配投入品，并跟踪种植情况和产出收集”（Negash 和 Swinnen，2012）。

Negash 和 Swinnen 设计了详细的调查问卷（共计调查了 24 个村子的 476 户家庭，其中 1/3 参与了该计划），调查结果表明：

- 女性户主家庭参与的可能性较低；
- 与城镇的距离或教育程度对参与项目没有影响；
- 参与者更有可能依赖正规渠道获得关于价格、市场和农业操作的信息；
- 平均而言，参与者使用肥料的数量比非参与者多出一倍，这对粮食生产有积极的溢出效应，粮食和燃料生产是互补而非竞争的关系。

为了解粮食安全方面的影响，研究人员比较了计划参与者和未参与者的“食物缺口月数”（家庭用尽储备并没钱购买食物的月数），以及以能量卡路里当量计算的人均食物消费。参与者在两个指标方面的表现都明显优于未参与者。前者缺口月数下降至 1.02 个月，后者为 1.58 个月。相较于未参与者，参与者的粮食不安全程度从 63% 下降到 51%，长期粮食不安全水平从 42% 下降到 36%。尽管保障粮食安全还有很长的路，但这个实地研究表明粮食生产和燃料生产之间存在互补的可能。

5.4 生物燃料影响的性别视角

越来越多的研究试图让决策者关注在生物燃料发展中纳入性别视角的重要意义（Arndt 等，2010ab；Cotula，Dyer 和 Vermeulen，2008；Karlsson，2008；Nelson 和 Lambrou，2011a，2011b；Rossi 和 Lamrou，2008）。了解性别视角非常重要，因为“实现公平、社会可持续发展需要了解生物燃料创新对女性、男性和社会群体的不同影响”（Nelson 和 Lambrou，2011b）。

这些研究重点强调了有保障获得土地及拥有土地是决定扩大生物燃料原料生产能否让农村贫困人口，特别是女性，获益的一个重要因素。由于生物燃料产能扩大往往涉及到建设大规模种植园，因此会加速大型投资者基于国家颁发的种植许可接

手土地。在这些情况下，农村社会中的女性和最贫困群体往往受冲击最为严重。一直以来，女性对于传统土地的获得权都比较没有保障。即使女性通过继承或购买拥有了土地，父权制也常常会把女性排除在乡村决策的过程以外。另外，政府计划通常是让男性代表家庭做出决定。

生物燃料产能扩大在推高原料作物价格的同时，也带动了从林地或粮食作物生产向经济作物转变的土地用途改变。这种土地用途改变对女性的影响在印尼西加里曼丹省棕榈面积扩增的案例中可见一斑（White 和 White, 2012）。根据 White 和 White（2012），在传统土地上开发棕榈种植园严重侵害了女性的土地权利。尽管西加里曼丹省这个村子中的传统女性拥有土地权利，但与棕榈公司就出让传统土地事宜进行谈判的却是男性。将女性排除在政治进程之外会带来破坏性的影响。在西加里曼丹省这个案例中，White 和 White 表示，由于政府计划规定只有丈夫（或其他男性家庭成员）可以作为“家庭户主”，女性的土地权利被进一步侵蚀。棕榈种植公司给每户家庭分配了 2 公顷的土地作为村民出让传统土地的补偿，而这些分配的土地多数都登记在代表一个家庭的丈夫名下，而不是由夫妻双方共同所有。

森林面积或之前用作粮食生产或农林生产的肥沃土地面积消失，以及转作单一的棕榈种植用途都对女性影响显著。女性损失了一部分捡拾森林产品可以获得的收入，也丧失了用来制作手工艺品的原材料。White 和 White（2012）表示，这也导致小农农业的女性化比例不断提高，因为女性既要从事棕榈种植的工作，也要在自己的生计地块上劳作。传统上较为平等的劳动力性别平衡现被打破，女性目前在农业方面的投入多于男性。另外，在一些棕榈种植地区，由于水源受到污染，小溪渐渐干涸，因此清洁的水源越来越难找到。

在很多社会中，取水用来饮用和做饭都是女性和儿童的工作，因此生物燃料带来的变化加剧了女性的负担（见第 5.5 节）。随着森林砍伐，以及由多种作物种植转向单一种植模式，鱼类等廉价且有营养的蛋白质来源消失。与男性比较起来，营养不良和饥饿给女性和儿童带来的影响更大，因为根据广泛的文化习俗，最好的食物通常先给丈夫和成年儿子，然后才能轮到女性和儿童。

除大规模种植园外，还有很多其他的生物燃料计划，包括合约种植和各种在村子里实施的计划（Nelson 和 Lambrou, 2011a）。这些项目对性别关系的不同影响还需开展更多的研究。Nelson 和 Lambrou（2011a, 2011b）提出了首份分性别影响的地图，以及相应的政策影响（见附录 3）。

5.5 现代生物能源在烹煮食物、供暖和本地发电方面具有哪些效益？

获得能源对于改善粮食安全非常重要。能源是提高农业生产力的重要因素，例如可以提供灌溉电能。此外，能源对于农村发展和收入提高也非常重要。最后，特别是在能源稀缺的地方，能源对于粮食保存和制备尤为重要。

超过 1/3 的全球人口（24 亿人）依赖薪柴、农业废料和动物粪便来满足一次能源需求（Tilman 等，2009）。很多“电网尚未覆盖”的社区都很难获得能源。这类社区大部分在非洲，少部分在亚洲，还有一部分在拉美。对于此类社区而言，生物质是首要或唯一的能源来源，如上述“生物能源与粮食安全项目”在秘鲁开展的研究所示。在这些地区，开发更加清洁高效的生物质能源用途可以产生巨大收效，减少枯燥的农业工作（见高专组，2013），提供收入机会，特别是可以减轻女性的工作负荷。很多女性每天要花 3、4 个小时的时间捡拾薪柴，有时每天要走 5 到 10 公里。在很多非洲、亚洲和拉美国家，农村妇女每天都要背 20 公斤左右的薪柴。这种工作负担限制了她们从事粮食生产、食品制备以及照顾家庭的时间，也妨碍了女性参与能够创造收入的活动和获得教育的机会（Tilman 等，2009）。

非政府组织、私营基金会、国际组织和合作计划都推动生物质在可持续发展框架下得到更加广泛的使用—包括本地，农村与城市层面。COMPETE⁵⁸、Probec⁵⁹和 Re-impact⁶⁰等举措关注的都是生物质的多种用途，包括发电和供电，作为供暖和食物烹煮的替代能源，以及作为本地运输的能源（German 等，2010；联合国经社理事会，2007；Maltitz 和 Stafford，2010）。可以快速推广的用于烹煮、供暖和水资源管理的适应技术尤为重要，且这些技术的使用和保持要易于快速上手（粮农组织，2010c）。这些问题都与女性的健康和从属地位等核心问题息息相关。新的技术也同样适用于城市人口，目前还有很多城市人口仍然要通过烧木材和焦炭生火做饭（Slaski 和 Thuber，2009；Rai 和 McDonald，2009；世界卫生组织，2006；世界银行，2009）。

插图 13 非洲撒哈拉以南地区劳动性别分工、运输任务及时间贫困

如时间分配数据所示，交通运输任务的劳动性别分工使女性在农村承担了最为繁重的工作负担，成年女性平均每天要花 1 个小时到 2 小时 20 分钟。水、木柴和用于碾磨的作物都是主要由女性步行运输，这些材料通常都被顶在头顶。加纳、坦桑尼亚和赞比亚的村庄运输调查表明，女性在运输活动上花费的时间是男性的三倍，运载负荷是男性的四倍左右。如果非洲撒哈拉以南地区的所有家庭都在饮用水源 400 米的范围之内（步行 6 分钟左右）—这一度是坦桑尼亚政府设定的国家目标，或者林地或其他家庭能源来源不超过 30 分钟的步行路程，那会发生怎样的情况呢？在乌干达东部的姆巴莱区，实现距离目标将可以节省农村家庭大量的时间和精力，特别是女性，相当于每周 40 小时工作制下的半年工作强。

来源：根据 Blackden 和 Wodon，2006 整理得出。

从战略上说，这些方法有希望解决社区土地利用在燃料和水源方面的核心问题（我们在讨论大规模土地投资时已经提出的问题）。正如我们已经看到的，在很多

⁵⁸ <http://www.compete-bioafrica.net>。

⁵⁹ <http://www.probec.net>。

⁶⁰ <http://research.ncl.ac.uk/reimpact>。

情况下此类土地对于放牧和补充性粮食供给也非常关键。尽管如此，开发生物质的本地能源方案，减轻农村家庭特别是女性的时间和步行局限，可让农村社区在谈判土地新用途时拥有更加灵活的条件，包括通过生产商业化水平更好的生物燃料来满足更大范围的能源需求（见插文 13，Kes 和 Swaminathan，2006）。

这种愿景也符合 Von Maltitz 和 Setzkorn（2012）在帮助非洲撒哈拉以南地区制定生物燃料政策方面提出的四项原则：(i) 设计的目的是要推动农村发展；(ii) 目标是确保能源安全；(iii) 开发吸引适当投资的能力；(iv) 基于可持续土地利用。

5.6 不同层面的各种决策工具

如第四章和本章通篇所示，生物燃料政策和项目的潜在影响可根据国家和地方情况差异显著。如第二章所示，具体技术和原料的选择也会产生重要影响。

因此，研究人员设计了各种工具用来促进和协助各相关主体做出决策。科研人员试图将各国进行分类，以便帮助各国政府及其合作伙伴选择最佳的方案来制定国家生产政策。一些工具旨在评估生物燃料生产在项目、政策和/或本地层面的事先潜在影响。此外，认证制度评估某种特定环境下生物燃料生产的影响，并将信息传达给进口国和消费者，提供将政策和相关标准与生物燃料产品联系起来的实用工具。

5.6.1 项目、计划或政策分类

Pingali, Raney 和 Wiebe（2008）根据应对生物燃料需求增长的潜力，以及是通过集约型生产还是粗放型生产满足需求的路径，提出了 2x2 的国家层面矩阵分类。前者根据农业在 GDP 中的权重确定，后者为人均额外农业土地的可供量。分类将各个国家区分为以下类型：

1. 缺地的低收入国家。孟加拉国就是一个典型的例子。由于土地资源稀缺，孟加拉必须采用集约化发展战略；但限于较低的收入水平，该国几乎没有可以实施这项战略的技术和基础设施条件。因此，额外的生物燃料投资可能会产生不利影响。
2. 土地资源丰富的中等收入国家。巴西是个很好的例子。巴西拥有广袤的土地，可以支撑大规模农业增长，且具有必要的发展水平，可以实施集约化发展。
3. 缺地的中等收入国家。泰国是一个典型。由于生物燃料仅为农工业结构中的一种商品，因而集约化战略是泰国的一个明智之选；但在这里，经济增长也提高了土地和劳动力的机会成本，而农业在 GDP 中的比重不断下滑。
4. 土地资源和相关资源丰富的低收入国家。此类国家享有能够吸引投资者的土地、水资源和投入品优势，但缺乏基础设施和适当的制度，也就是说，投资往往集中在现有区域，与当前的人口和农业生产形成竞争和矛盾。坦桑尼亚可以归为这一类别，很多拉美国家也是如此。

Ewing 和 Msangi (2009) 根据以下四个维度建立了他们的分类：传统生物质在所有能源来源（关联到捡拾传统生物质所用的时间）中的比重，进口费用中能源费用所占比重，进口费用中粮食费用所占比重，以及从土地稀缺到土地广袤的土地可供量。

联合国大学高等研究所 (UU-IAS) 的 Gasparatos 等 (2012) 近期针对非洲的生物燃料研究也对生物燃料生产类型进行了有用的划分，他们着眼于单个生产系统的层面，并坚持认为不能仅把所有考虑简单叠加。他们也运用了 2x2 的矩阵，区分了生产规模（小农户和/或承包者 x 大规模农村），以及生产动机（国家掺混硬性规定/出口 x 本地燃料生产）。研究中提出了 4 类生产系统：(i) 用于供电的小规模生物燃料项目；(ii) 商业公司或矿产公司生产生物燃料自行使用；(iii) 与商业化农场或生物燃料生产厂联系的承包者或小农户；以及(iv) 大规模商业化种植园。在此基础上，研究分析了非洲的各种投资与投资者类型，私营投资者主要以(iv)类为主，非政府组织和基金会主要以(i)类为主，着眼于农场/本地发展。

Von Maltitz 和 Setzkorn (2012) 建立了类似的分类，但细化到项目层面，以期探讨生物能源项目可融入发展战略的不同方式。这一分类涉及两个维度：(i) 项目规模（小农户和承包者，相对大型产业化农场），以及(ii) 目标用途（本地燃料使用，相对国家/国际生物燃料掺混）。

正如我们看到的一样，生物能源和粮食安全项目建立了分析框架并开发了一整套方法学工具包，旨在了解国家和区域层面的差异。他们的经济可行性分析提案具体建立在不同生产系统的分类基础之上，特别是小农户作为承包者的生产系统。

总而言之，有很多研究提出了相关的分类，旨在反映不同的结果，并引导政策制定。这就导致各种分类层出不穷，没有哪一种表现更为抢眼。科学界在这方面也可以更多地交流关于方法、工具和使用数据方面的信息，特别是各国和各种生产模式中生物燃料的分配影响。

5.6.2 认证制度

与国家治理方面相关措施互为补充的还有产品供应链层面的可持续认证。生物多样性和气候变化关切已经引发诸多旨在确保主要农产品可持续性的运动。这些运动主要是多利益相关者圆桌会议的形式，由民间社会和企业倡导，公共部门参与程度不一而同。除专门针对生物燃料的圆桌论坛—可持续生物燃料圆桌论坛 (RSB) 之外，此类运动现已经涵盖了所有的生物燃料原料。

粮农组织，通过 BEFSCI 项目⁶¹，已根据环境、社会经济、粮食安全相关性和治理绩效审查了 17 个此类倡议（包括法律框架、自愿标准和认证制度，和记分卡）。欧盟也推行了此类制度，以确保将来向欧盟市场出口生物燃料的各国能够满足其碳排放和环境指标。对进口成员国而言，认证制度实质上是强制性的，因为只有经过认证的产品才能计入强制性的可再生燃料目标。欧盟没有具体要求纳入社会指标；在 13 个已认可的制度（还有数十个处于筹备状态）中，大多数也没有具体的社会条款。

在国际上，“全球生物能源伙伴关系”⁶²一直以来都在积极推动生物燃料的可持续性标准和指标，主要围绕着三个方面：经济、社会和环境（全球生物能源伙伴关系，2011）⁶³。“全球生物能源伙伴关系”可持续性指标没有所谓的指令、门槛或限制，也不是一种标准，对其合作伙伴不具法律约束力。目前共有 24 个可持续性指标，包括 8 个环境指标、8 个经济指标和 8 个社会指标（全球生物能源伙伴关系，2011）。

“全球生物能源伙伴关系”可持续性指标的独到之处在于纳入了社会指标，而多利益相关方参与的“可持续商品圆桌会议”倡议也效仿了这一动向——正如我们之前所述，前一倡议包含了大豆、棕榈油和生物燃料；例如，“可持续生物燃料圆桌论坛”的原则和标准就包含了以下社会关切（可持续生物燃料圆桌论坛，2010）：

- 人权与劳工权利；
- 农村与社会发展；
- 本地粮食安全；
- 土地权。

因此，在确保社会标准纳入认证制度以便获得资格至少进入欧洲市场方面正在取得重要进步。但是，“可持续生物燃料圆桌论坛”的着眼点远远不仅如此。其成员以个体身份加入，但成员资格的基础却是代表生产链和各个利益相关者不同立场的七大阵营——农民、产业、零售、权利群体、农村发展/粮食安全组织、环境和政府间组织——来自各个大陆。

⁶¹ <http://www.fao.org/energy/befsc>。

⁶² 2006 年 5 月 11 日，10 个国家和 7 个国际组织签署了《建立全球生物能源伙伴关系（GBEP）的职权范围》，开始落实八国集团领导人在《2005 年格伦伊格尔斯峰会行动计划》上提出的愿景，支持“生物质和生物燃料发展，特别是生物质使用非常普遍的发展中国家”。截至 2011 年 12 月，“全球生物能源伙伴关系”已经涵盖了 23 个伙伴国与 13 个伙伴国际组织，此外还有 23 个国家和 11 个国际组织以观察员身份参与相关活动。<http://www.globalbioenergy.org>

⁶³ http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/The_GBEP_Sustainability_Indicators_for_Bioenergy_FINAL.pdf。

认证制度是监管的一项重要补充和进步，其着眼于企业层面，可以顾及一般性规定无法涵盖的具体特点。

表 8 “全球生物能源伙伴关系”可持续性指标

环境	社会	经济
1. 整个生命周期的温室气体排放	9. 新增生物能源产量的土地配置和权属	17. 生产率
2. 土壤质量	10. 国家粮食产品价格与供给	18. 净能源平衡
3. 木材资源的收获水平	11. 收入变化	19. 增值总量
4. 非温室气体空气污染物排放量，包括空气有毒物	12. 生物能源领域的就业	20. 化石燃料消费水平以及生物质传统使用方式的变化
5. 用水与效率	13. 未偿付妇女和儿童捡拾生物质花费时间的变化	21. 劳动力培训与资格再认证
6. 水质	14. 用于提高现代能源服务可及性的生物能源	22. 能源多样性
7. 国土内生物能源多样性	15. 市内烟尘导致死亡率和疾病负担变化	23. 生物能源配送基础设施与物流系统
8. 生物能源原料生产相关的土地使用与土地用途改变	16. 职业伤害、疾病和死亡发生率	24. 利用生物能源的能力和灵活性

来源：根据全球生物能源伙伴关系（2011）编辑整理。

认证制度的大量涌现也面临着很多局限。首先，并非所有的认证制度都有多个利益相关者参与，治理模式很多都具有特殊性。其次，并非所有的认证制度都包含了社会或粮食安全标准。第三，确保落实的费用和物流方面总是面临着各种各样的困难。所有这些都倾向于实行较为宽泛的标准。

例如，很多情况下，社会标准降到了遵守出口国国家法律的最低标准。另外，认证制度也适用于农场或企业层面，因此如何将这些制度纳入国家框架也面临着一系列的挑战（Harrison 等，2010）。

5.6.3 推动制定国际协调一致的准则？

标准和认证制度层出不穷本身就会带来一定的挑战；这会造成合约成本上升，并阻碍政策成果的实现。如何更好地运用这些国际层面的工具来帮助协调内在的平衡取舍呢？

除粮食安全关切和社会经济影响的考虑外，另一个问题是这些标准是否会形成贸易壁垒并进而导致歧视。Sanchez 等（2012），注意到间接土地用途改变在生物燃料规定中的重要性日益凸显，建议美国、欧盟、东南亚、非洲、巴西以及其他主要的生物燃料贸易伙伴采用协调可比的间接土地用途改变核算框架，以期避免扭曲，改进政策结果，尤其是与粮食安全目标的相容性。

“全球生物契约”⁶⁴研究项目—“生物质生产、转化项目和贸易全球可持续性认证制度的建立与协调，以预防负面的社会经济影响”表示可持续性标准的协调一致是项目的一大挑战，该项目涉及到一个国际研究机构联合体，由欧盟出资，德国的 WIP 可再生能源公司负责协调。该项目于 2013 年 1 月召开了总结会议。在其出版物中可找到关于坦桑尼亚、马里、印尼、哥斯达黎加、巴西、阿根廷和加拿大的详细的社会经济影响研究，以期反映二代生物燃料的社会经济影响。该研究还提出了社会经济指标建议，希望在认证制度中得到采纳。

最后，即使把方方面面的内容都考虑周全，生物燃料认证本身也无法自动等同于发展中国家完善的生物燃料和生物能源政策，正如 Diop 等（2013）在其为欧委会提供的报告中也提出这一观点。

因此，我们建议粮安委可在粮农组织和“全球生物能源伙伴关系”的支持下制定相关准则，由各国通过并用于评价生物燃料政策的影响及可行性。这些准则应考虑：
(i) 已设定的用于划定“可用土地”和相关资源的技术、社会和环境分区；
(ii) 已采用的“负责任土地投资”的做法；
(iii) 已建立的相关机制，确保有能力快速影响粮价高涨和粮食可供量的问题（价格诱因、豁免、粮食库存“最低”水平）；
(iv) 已对原料来源（国内/进口）和贸易的影响进行的评价；
(iv) 最后但同样重要的是，已就政策对国内和国际粮食安全的影响进行的评价。

⁶⁴ <http://www.globalbiopact.eu>。

结论

根据本报告的分析，我们可以得出一些主要结论。第一组结论涉及到政策在发展生物燃料方面的作用。生物燃料政策在推动该经济领域和市场发展方面成效显著。目前有 60 多个国家制定了生物燃料政策。由于化石燃料价格不断走高，且生物燃料生产效率持续提高，生物燃料—或至少部分生物燃料，即便在没有国家支持的情况下也会具有竞争优势。市场—而非政策—将会越来越多地成为驱动该行业发展的主要因素；也就是说，政策的角色将发生变化。

第二组结论涉及到生物燃料和生物燃料政策对粮食安全的影响。生物燃料发展具有全球性和地方性的影响，有利与不利、短期与长期影响并存。很多此类影响都表现为对粮食、土地和水资源的竞争不断加剧。生物燃料和粮食安全之间存在着各种的联系。因此，生物燃料政策必须将粮食安全作为一项重要关切纳入其中。当前的政策重点是引导生物燃料的发展，抑制其潜在的不利影响，加强其潜在的有利影响。

目前各方一致认可，生物燃料在近期的粮价上涨中发挥了关键作用，但具体程度取决于选择的原料，且仍有争议。在一定程度上，在供给充沛的国家和时期，生物燃料会对粮食生产者产生积极影响。一旦生物燃料的消费增长开始对主要生产者以外的其他方面产生影响，导致粮食出口减少或粮食进口增加，便会推动国际价格上涨，从而会对粮食安全、贫穷的进口国以及贫困消费者产生不利影响。这些考虑都需要国际层面的政策协调，首先是要建立生物燃料实际和预测产量的定期交流制度，然后逐步确立相关途径，运用生物燃料政策限制对粮价产生的过多影响。

生物燃料以及整个生物能源部门都与粮食生产争水争地。经验表明，这种竞争几乎无法完全避免。可供土地的概念通常都没有考虑土地在作物生产以外的其他用途，而这些用途在确保本地居民的粮食安全方面发挥着重要作用。对于任何农业生产来说，饲料和技术的效率以及单产对于改善土地利用和减少对额外土地的需求都至关重要。这就需要开展更多的研究，特别是更加贴合最不发达国家和本地社区需求与可能选择的研究。

争水争地的情况必须在本地层面进行评估和管理。这个不仅仅是粮食可供量的问题，也涉及到生计、生产或购买食物所需资源的获取问题。落实《国家粮食安全范围内土地、渔业及森林权属责任治理自愿准则》是确保各类权属权利，包括女性的权利得到适当认可的关键。

目前，尚无翔实证据说明生物燃料发展产生的经济和社会影响，主要是因为这些影响需要较长的时间才能显现出来。一些例子表明，生物燃料的发展可对农村地区的就业和生计产生积极影响，包括在一些政策完善的情况下能对小农户产生积极影响。

全球 1/3 以上人口（24 亿）依赖生物质获得能源。对于这些人来说，开发更加清洁高效的生物质能源利用方法可以产生巨大效应，减轻繁重的农业工作负担，提高农业生产率，创造收入机会，特别是可以减轻女性的工作负荷。

生物能源政策和项目的潜在影响因国家和本地情况，以及所选技术和原料的不同而存在很大差异。这需要我们结合各种潜在的直接和间接影响，制定细致的事前政策和项目。鉴于生物燃料政策的全球性特点日渐突出，此类工具，以及旨在评估特定范围内生物燃料生产影响并将信息传递给进口国和消费者的认证制度，都具有跨国界的特性。

生物燃料政策在发展生物燃料方面成效斐然；而现在，生物燃料政策必须利用这些成效来促进粮食安全，这就要考虑不同的维度，认识并整合国家政策在国内外的各种潜在影响。

参考文献

- Abbott, P., Hurt, C. & Tyner, W.** 2008 *What's driving food prices?* Farm Foundation Issue Report. Oak Brook, USA.
- Abbott, P.** 2011. *Stabilization policies in developing countries after the 2007-08 Crisis*. Paris, (available at <http://www.oecd.org/dataoecd/50/34/46340396.pdf>).
- Abbott, P.** 2012. Biofuels, binding constraints and agricultural commodity price volatility. Paper presented at the NBER conference on "Economics of Food Price Volatility", Seattle, USA, 16 August 2012.
- Abramovay, R., & Magalhaes, R.** 2007. O Acesso dos Agricultores Familiares aos Mercados de Biodiesel (available at www.fipe.org.br).
- AEBIOM (European Biomass Association).** 2010. *A biogas road map for Europe*, Brussels (available at http://www.aebiom.org/IMG/pdf/Brochure_BiogasRoadmap_WEB.pdf).
- Agoramoorthy, G., Hsu, M.J., Chaudhary, S. & Shieh, P.** 2009. Can biofuel crops alleviate tribal poverty in India's drylands? *Applied Energy*, 86(S1):118-124.
- Agrimonde.** 2009. *Scenarios and challenges for feeding the World in 2050*. Summary Report. Paris, INRA & CIRAD.
- Alexandratos N. & Bruinsma, J.** 2012. *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA Working Paper No. 12-03. Rome, FAO.
- Alexandratos, N.** 2008. Food price surges: possible causes, past experiences and relevance for exploring long-term prospects. *Population and Development Review*, 34 (4):663-697.
- Al-Riffai, P., Diamaranan, B. & Laborde, D.** 2010. European Union and United States Biofuel Mandates: impacts on world markets. IDB Technical Notes No. IDB-TN-191, Washington, DC, Inter-American Development Bank.
- Ahn, S-J. & Graczyk D.** 2012. *Understanding energy challenges in India, policies, players and issues*. Paris, OECD/IEA.
- Anseuw, W., Boche, M., Breu, T., Giger, M., Lay, J., Messerli, P. & Nolte, K.** 2012. *Transnational land deals for agriculture in the global South*, Analytical Report based on the Land Matrix Database. CDE/CIRAD/GIGA, 2013, Bern/Montpellier, Hamburg (available at <http://landportal.info/landmatrix/media/img/analytical-report.pdf>).
- Arezki, R., Deiniger K. & Selod, H.** 2011. What drives the global land rush? Washington, DC, IMF Working Paper. November.
- Arndt, C., R. Benfica, R., Tarp, F., Thurlow, J., & Uaiene, R.** 2008a. *Biofuels, poverty, and growth. A computable general equilibrium analysis of Mozambique*. Washington, DC, IFPRI Discussion Paper 00803.
- Arndt, C., Pauw, K., & Thurlow, J.** 2010a. *Biofuels and economic development: a computable general equilibrium analysis for Tanzania*. Discussion Paper 966, Washington, DC, IFPRI (available at <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp00966.pdf>).
- Arndt, C., Msangi, S., & Thurlow, J.** 2010b. *Are biofuels good for African development?* Working Paper, 2010/110, UNU.
- Aulerich, N.M., Irwin, S.H. & Garcia, P.** 2012. *Bubbles, food prices, and speculation: evidence from the CFTC's daily large trader data files*. NBER Working Paper 19065. Cambridge, USA, National Bureau of Economic Research.
- Babcock, B.A.** 2011. *The impact of US biofuel policies on agricultural price levels and volatility*. ICTSD Programme on Agricultural Trade and Sustainable Development, Issue Paper No. 35. Geneva, Switzerland, ICTSD International Centre for Trade and Sustainable Development (available at www.ictsd.org).
- Babcock, B.A.** 2011. 2012. *Biofuels and food prices*. Presentation at a conference sponsored by the Agricultural Trade Promotion Center, Chinese Ministry of Agriculture and the International Center for Sustainable Trade Policy, Beijing China.
- Babcock B.A. & Carriquiry, M.** 2012. *Prospects for corn ethanol in Argentina*. Staff Report 12-SR 107, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Iowa.
- Baffes, J. & Hanjotis, T.** 2010. *Placing the 2006/08 commodity price boom into perspective*. Development Prospects Group Policy Research Working Paper No. 5371. Washington, DC, World Bank.
- Baier, S., Clements, M., Griffiths, C. & Ihrig, J.** 2009. *Biofuels impact on crop and food prices: using an interactive spreadsheet*. International Finance Discussion Papers No. 967, Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, DC, World Bank.

- Balsadi, O.V. & Borin, M.R.** 2006. *Ocupações Agrícolas e não-agrícolas no rural paulista- análise no período 1990-2002*, São Paulo em Perspectiva, vol. 20 no 4, São Paulo, Brazil.
- Banse, M., van Meijl, H., Tabeau, A. & Woltjer, G.** 2008. Will EU biofuel policies affect global agricultural markets? *European Review of Agricultural Economics, Foundation for the European Review of Agricultural Economics*, 35(2):117-141.
- Banse, M., Hans van Meijl, A. Tabeau, and G. Woltjer.** 2008. Impact of EU Biofuel Policies on World Agricultural and Food Markets. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies". Sevilla, Spain, January 29th - February 1st, 2008
- Bauen, M., Berndes, G., Junginger, M., Londo, M. & Vuille, F.** 2009. *Bioenergy—a sustainable and reliable energy source. A review of status and prospects*. Paris, International Energy Agency.
- Bastianin, A., Galeotti, M. & Manera, M.** 2013. Biofuels and food prices: searching for the causal link. FEEM Working Paper No. 22.2013 (available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2243412> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2243412>).
- BEFSCI.** 2010. *BEFSCI Project. An overview*. Rome, FAO (available at www.fao.org/energy/befsc/compilation/em).
- Beringer, T., Lucht, W. & Schaphoff, S.** 2011. Bioenergy production potential of global biomass plantations under environmental and agricultural constraints. *Glob. Change Biol. Bioen.*, 3(4):299-312.
- Biofuels Digest.** 2012. *Advanced biofuels, chemicals capacity to reach 5.89B gallons by 2017* (available at <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/07/27/advanced-biofuels-chemicals-capacity-to-reach-5-89b-gallons-by-2017/>).
- Biofuelwatch.** 2012. Biofuelwatch (available at: <http://www.biofuelwatch.org.uk>).
- BNDES & CGEE (Brazilian National Bank for Economic and Social Development and the Center for Strategic Studies and Management).** 2008. *Sugar cane-based bioethanol: energy for sustainable development*. 1st Edition. Rio de Janeiro (available at <http://www.bioetanoldecana.org/en/download/bioetanol.pdf>).
- Blackden, M. & Wodon, Q.** 2006. Gender, time use and poverty, introduction. In C.M. Blackden, & Q. Wodon, eds. *Gender, time-use and poverty*. Working Paper 73. Washington, DC, World Bank.
- Blanco Fonseca, M., Burrell, A., Gay, H., Henseler, M., Kavallari, A, M'Barek, R., Pérez Domínguez, I. & Tonini, A.** 2010. Impacts of the EU biofuel target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment. JRC Scientific and Technical Reports EUR 24449 EN, European Commission Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies: Seville.
- Block, A., Corobel, D.A. & de Oliveira Veloso, G.** 2012. Análise da Transmissão de Preços no Setor Sucroalcooleiro Brasileiro. *Revista Eletronica Estrategia e Negócio*, 5(2), maio/agosto (available at [http://www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/6/mesa5/Analise da Transmissao de precos no seto r sulcroalcooleiro brasileiro.pdf](http://www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/6/mesa5/Analise%20da%20Transmissao%20de%20precos%20no%20setor%20sulcroalcooleiro%20brasileiro.pdf)).
- Bobenrieth E., Wright, B. & Zeng, D.** 2012. *Stocks-to-use ratios as indicators of vulnerability to spikes in global cereal markets*. Paper presented at Second Session of the Amis Global Food Market Information Group, 3 October 2012. Rome, FAO.
- Borras Jr., S.M., Franco, J.C., Gómez, S., Key C. & Spoor, M.** 2012. Land grabbing in Latin America and the Caribbean. *The Journal of Peasant Studies*, 39(3-4):845-872.
- Borrion, A., L., McManus, M.C. & Hammond, G.P.** 2012. Environmental life cycle assessment of bioethanol production from wheat straw. *Biomass and Bioenergy*, 47:9-19.
- Bowyer, C.** 2010. *Anticipated Indirect land use change associated with expanded use of biofuels and bioliquids in the EU – an analysis of the national renewable energy action plans*, Institute for European Environment Policy (available at <http://www.lipu.it/pdf/ILUCanalysis.pdf>).
- Brown, T.R. & Brown, R.C.** 2013. A review of cellulosic biofuel commercial-scale projects in the United States. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*. DOI:10.1002/bbb.1387.
- Bruinsma, J., ed.** 2003. *World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective*. London, Earthscan Publications for FAO.
- Bruinsma, J.** 2009. *The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24–26 June 2009, Rome on “How to Feed the World in 2050”. Rome, FAO.
- Cai, X, Zhang, X. & Wang, D.** 2011. Land availability for biofuel production. *Environ. Sci. Technol.*, 45:334-339.
- Campbell, J.E., Lobell, D.B., Genova, R.C. & Field, C.B.** 2008. The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands. *Environ. Sci. Tech.*, 42(15):5791-5795.

- Carriquiry, M.A., Du, X. & Timilsina, G.R.** 2011. Second generation biofuels: economics and policies. *Energy Policy*, 39(7):4222-4234.
- Carter, A., Moschini, G. & Sheldon, I.M.** 2008. *Genetically modified food and global welfare*. *Frontiers of economics and globalization*. Bingley, UK, Emerald Group Publishing.
- Carter, A., & Smith, A.** 2011. *Commodity Booms and Busts*, Annual Review of Resource Economics, Vol. 3, No. 1, pp. 87–118.
- CBO (Congressional Budget Office of the United States)**. 2009. *The impact of ethanol use on food prices and greenhouse-gas emissions*. Washington, DC.
- Chum, H., Faaij, A., Moreira, J. Berndes, G., Dhamija, P., Dong, H., Gabrielle, B., Goss Eng, A., Lucht, W., Mapako, M., Masera Cerutti, O., McIntyre, T., Minowa, T. & Pingoud, K.** 2011. Bioenergy. In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer & C. von Stechow, eds. *IPCC Special Report on renewable energy sources and climate change mitigation*. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.
- Cochrane, W.W.** 1993. *The development of American agriculture: a historical analysis*. Minneapolis, USA, University of Minnesota Press.
- Collins, K.** 2008. *The Role of Biofuels and Other Factors in Increasing Farm and Food Prices: A Review of Recent Development with a Focus on Feed Grain Markets and Market Prospects*. Report commissioned by Kraft Food Global, June 19, 2008. Available at: <http://www.foodbeforefuel.org/files/Role%20of%20Biofuels%206-19-08.pdf>.
- Conant, R.T., Paustian, K. & Elliott, E.T.** 2001. Grassland management and conversion into grassland effects on soil carbon. *Ecol. Appl.*, 11:343-355.
- Cooper, G. & Weber, A.** 2013. *An outlook on world biofuel production and its implications for the animal feed industry*. In H.P.S. Makkar, ed. *Biofuel co-products as livestock feed. Opportunities and challenges*. Rome, FAO.
- Cotula, L., Dyer, N. & Vermeulen, S.** 2008. *Fueling exclusion? The biofuels boom and poor people's access to land*. Rome, FAO and London, IIED.
- Croezen, H.J., Bergsma, G.C., Otten, M.B.J. & van Valkengoed, M.P.J.** 2010. *Biofuels: indirect land use change and climate impact*. Delft, CE Delft, June 2010.
- Dawe, D.** 2009. *The unimportance of "low" world grain stocks for recent world price increases*. ESA Working Paper No. 09–01 February. Rome, FAO.
- de Carvalho, R.L., Potengy, G.F. & Kato, K.** 2007. *PNPB e Sistemas Produtivos da Agricultura Familiar no Semi-Árido: oportunidades e limite* (available at www.academia.edu).
- Deininger, K. & Byerlee, D.** 2011. *Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits?* Washington, DC, World Bank.
- Delzeit, R., Klepper, G., & Lange, K. M.** 2011. *Review of IFPRI study: "Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel policies and its uncertainties"*. Study on behalf of the European Biodiesel Board by Kiel institute for the World economy (available at http://www.ebb-eu.org/EBBpressreleases/Review_iLUC_IfW_final.pdf).
- Department of Minerals and Energy**. 2007. *Biofuels industrial strategy of the Republic of South Africa* (available at <http://www.info.gov.za/view/DownloadFileAction?id=77830>).
- Daynard, K. and Daynard, T.** 2011. *What are the Effects of Biofuels and Bioproducts on the Environment, Crop and Food Prices and World Hunger?* Grain Farmers of Ontario. April 2011 (available at <http://www.gfo.ca>).
- Diaz-Chavez, R.A., Mutimba, S., Watson, H., Rodriguez-Sanchez, S. & Nguer, M.** 2010. *Mapping food and bioenergy in Africa*. A report prepared on behalf of FARA (Forum for Agricultural Research in Africa). Ghana.
- Diop D., Blanco, M., Flammini, A., Schlaifer, M., Kropiwnicka, M.A., Mautner Markhof, M.** 2013. *Assessing the impact of biofuels production on developing countries from the point of view of policy coherence for development*. Final report for the European Commission, February (available at http://ec.europa.eu/europeaid/what/development-policies/documents/biofuels_final_report_assessing_impact_of_eu_biofuel_policy_pcd_22022013_en.pdf Contract N° 2012/299193).
- Djomo, S.N & Ceulemans, R.** 2012. A comparative analysis of the carbon intensity of biofuels caused by land use change. *Glob. Change Biol. Bioenergy*, 4(4):392-407.
- Drabik, D.** 2012. *The theory of biofuel policy and food grain prices*. Charles H. Dyson School of Applied Economics and Management Working Paper # 2011-20. Ithaca, USA, Cornell University (available at <http://dyson.cornell.edu/research/researchpdf/wp/2011/Cornell-Dyson-wp1120.pdf>. Updated 24 March 2012).

- Dufey, A.** 2010. *Políticas públicas sobre biocombustibles: tema clave para América Latina y el Caribe*. V Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles. 17–18 de Agosto. Santiago, Chile.
- Dumortier, J. & Hayes, D.** 2009. *Towards an integrated global agricultural greenhouse gas model: Greenhouse Gases from Agriculture Simulation Model (GreenAgSiM)*. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.
- Du, X. & Hayes, D.** 2009. The impact of ethanol production on U.S. and regional gasoline markets, *Energy Policy*, 37.
- Durham, C., Davies, G. & Bhattacharyya, T.** 2012. *Can biofuels policy work for food security? An analytical paper for discussion DEFRA*, June (available at https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69565/pb13786-biofuels-food-security-120622.pdf).
- Edwards, R., Mulligan, D. & Marelli, L.** 2010. *Indirect land use change from increased biofuels demand: comparison of models and results for marginal biofuels production from different feedstock*. European Commission Joint Research Centre: Ispra (available at http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/land_use_change/study_4_iluc_modelling_comparison.pdf).
- EEA (European Environment Agency).** 2011. *Scientific Committee opinion on greenhouse gas accounting in relation to bioenergy*. 15 September. EEA (available at <http://www.eea.europa.eu/about-us/governance/scientific-committee/sc-opinions/opinions-on-scientific-issues/sc-opinion-on-greenhouse-gas/view>).
- EFMN (European Foresight Monitoring Network).** 2008. *EU-Africa Energy Partnership: implications for biofuels use*, by M. Charles. Foresight Brief No. 149 (available at http://www.foresight-platform.eu/wp-content/uploads/2011/02/EFMN-Brief-No.-149_EU-Africa-Energy-Partnership.pdf).
- EIA (US Energy Information Administration).** 2012. *Biofuels issues and trends*. October (available at <http://www.eia.gov/biofuels/issuestrends/pdf/bit.pdf>).
- EIA.** 2013. *Cellulosic biofuels begin to flow but in lower volumes than foreseen by statutory targets* (available at <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=10131>).
- EPS-PEAK (Economic and Private Sector).** 2012. *Global energy markets* (available at www.dfid.gov.uk).
- Erb, K.-H., Gaube, V., Krausmann, F., Plutzar, C., Bondeau, A. & Haberl, H.** 2007. A comprehensive global 5min resolution land-use dataset for the year 2000 consistent with national census data. *Journal of Land Use Science*, 2(3):191-224.
- Erb, K. H., Haberl, H., Krausmann F., Lauk, C., Plutzar, C., Steinberger, J. K., Müller, C., Bondeau, A., Waha, K. & Pollack, G.** 2009. *Eating the planet: feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely - a scoping study*. Social Ecology Vienna, Alpen & Adria Universität, Klagenfurt, 132 pp. etc group. 2009. Who will feed us? Questions for the food and climate crises.
- European Biofuels Directive.** 2003. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.
- European Commission.** 2012. *EU transport in figures. Statistical pocketbook*. Brussels, Publication Office of the European Union.
- EU (European Union).** 2003. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003. *Official Journal of the European Union*.
- Ewing, M. & Msangi, S.** 2009. Biofuels production in developing countries: assessing trade-offs in welfare and food security. *Environmental Science and Policy*, 12(4):520-528.
- Fabiosa, J.F., Beghin, J.C., Dong, F., Elobeid, A., Tokgoz, S. & Yu, T.-H.** 2009. *Land allocation effects of the global ethanol surge: predictions from the International FAPRI Model*. Working Paper 09-WP-488, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.
- FAO.** 2000. *The world cassava economy: facts, trends and outlook*. Rome: FAO and IFAD.
- FAO.** 2001. *A review of cassava in Asia with country case studies on Thailand and Viet Nam*. Rome, FAO and IFAD
- FAO.** 2002. *Partnership formed to improve cassava, staple food of 600 million people* (available at <http://www.fao.org/english/newsroom/news/2002/10541-en.html>).
- FAO.** 2006. *Livestock's long shadow, environmental issues and options*, by H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales & C. de Haan. Rome.
- FAO.** 2008. *The State of Food and Agriculture. Biofuels: prospects, risks and opportunities*. Rome.
- FAO.** 2010a. *Bioenergy and food security: the BEFS analytical framework*. Rome.
- FAO.** 2010b. *Algae-based biofuels: applications and co-products*. Rome.

- FAO.**2010c.*Making integrated food-energy systems work for people and climate: an overview*, by:A. Bogdanski, O. Dubois, C. Jameson & R. Krall.Rome.
- FAO.**2010d.*BEFS Thailand key results and policy recommendations for future bioenergy development*.D. Beau, Environment and Natural Resource Management Working Paper 43.Rome, FAO.
- FAO.**2011.*The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture.Managing systems at risk*.New York and London, FAO and Earthscan.
- FAO.**2012.*The State of Food Insecurity in the World 2012.Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition*. Rome.
- FAO.**2013.*Biofuel co-products as livestock feed.Opportunities and challenges*, by H.P.S.Makkar ed. Rome.
- FAO, IFAD, IMF, OECD, UNCTAD, WFP, World Bank, WTO, IFPRI and UN HLTF.**2011.*Price volatility in food and agricultural markets: policy responses*.Rome, FAO.
- FAO/ECLA.**2007.*Oportunidades y Riesgos de la Bioenergía*.Santiago.
- FAOSTAT.**2012/2013.FAO statistical database (available at <http://faostat.fao.org>).
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D. Polasky, S. & Hawthorne, P.** 2008.Land clearing and the biofuel carbon debt.*Science*, 319(5867):1235-1238.
- Federal Register.**2010.*Rules and regulations*.Environmental Protection Agency 40 CFR Part 80.Regulation of Fuels and Fuel Additives:Changes to Renewable Fuel Standard Program, Vol. 75, No. 58.
- Fengxia, D.** 2007.*Food security and biofuels development: the case of China*.Briefing Paper.Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.
- FGV/UBRABIO.**2010.(available at www.slideshare.net/fabiopaes/ubrablo).
- Field, C.B., Campbell, J.E.& Lobell, D.B.**2008.Biomass energy: the scale of the potential resource.*Trends Ecol.Evol.*, 23(2):65-72.
- Fischer, G., Hiznyik, E. Prieler, S. & Wiberg, D.** 2011.*Scarcity and abundance of land resources: competing uses and the shrinking land resource base*.SOLAW Background Thematic Report - TR02 SOLAW TR02.Rome, FAO.
- Fischer, G., Prieler, S., van Velthuisen, H., Berndes, G., Faaij, A., Londo, M. & de Wit, M.** 2010.Biofuel production potentials in Europe: sustainable use of cultivated land and pastures, Part II:Land use scenarios.*Biomass and Bioenergy*, 34(2):173-187.
- Fischer, G., Hiznyik, E. Prieler, S., Shah, M. & van Velthuisen, H.** 2009.Biofuels and Food Security.Prepared by the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) for OPEC Fund for International Development (OFID).
- Flexor, G.G., Kato, K.Y.M.& Recalde, M.Y.**2012.El mercado del biodiésel y las políticas públicas: comparación de los casos argentino y brasileño.*Revista CEPAL*, 108.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Rolasky, S., Rockstro, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. & Zakes, D.P.M.**2011.Solutions for a cultivated planet.*Nature*, 478:337 *Analysis*, doi:10.1038/nature10452.
- Frederick Jr., W.J., Lien, S.J., Courchene, C.E., DeMartini, N.A., Ragauskas, A.J.&Lisa, K.**2008.Co-production of ethanol and cellulose fiber from southern pine: a technical and economic assessment.*Biomass and Bioenergy*, 32(12):1293-1302.
- Friis, C. & Reenberg, A.** 2010.*Land grab in Africa: emerging land system drivers in a teleconnected world*.Report No. 1, GLP International Project Office, University of Copenhagen, Denmark.
- Funke, T., Strauss, P.G.& Meyer, F.H.**2009.Modeling the impacts of the industrial biofuels strategy on the South African agricultural and biofuels subsectors.*Agrekon*, 48(3):223-245.
- GAIN (Global Agricultural Information Network).**2012a.*India Biofuels Annual 2012*, by A. Aradhey.GAIN report number:IN2081.USDA.
- GAIN (Global Agricultural Information Network).**2012b.*Columbia Biofuels Annual 2012*, by L. Pinzon.USDA.
- Gao, Y., Skutsch, M., Drigo, R., Pacheco, P. & Masera, O.** 2011.Assessing deforestation from biofuels:Methodological challenges.*Applied Geography*, 31(2):508-518.ISSN 0143-6228, 10.1016/j.apgeog.2010.10.007.
- Gao, Y., Skutsch, M., Nasera, O. & Pacheco, P.** 2011.*A global analysis of deforestation due to biofuel development* Working paper.Bogor, Indonesia, CIFOR.
- Gasparatos, A., Stromberg, P. & Takeuchi, K.** 2013.Sustainability impacts of first-generation biofuels.*Animal Frontiers*, 3(2):12-26. doi:10.2527/af.2013-0011.
- Gasparatos, A., Lee, L.Y., von Maltitz, G.P, Mathai, M.V., Puppim de Oliveira & Willis, K.J.**2012.*Biofuels in Africa: impacts on ecosystem services, biodiversity and human well-being*.UNU/IAS Policy Report, United Nations University, University of Oxford, and Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), South Africa.

- Gasparatos, A. & Stromberg, P.** 2012. *Socioeconomic and environmental impacts of biofuels; evidence from developing nations*. Cambridge, USA, Cambridge University Press.
- Gasques, J.S., Bastos, E.T. & Bacchi, M.R.P.** 2004. Produtividade e Fontes de Crescimento da Agricultura Brasileira. *Revista de Política Agrícola*, 13:73–90.
- GBEP.** 2011. *The Global Bioenergy Partnership sustainability indicators for bioenergy*. Rome (available at http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/The_GBEP_Sustainability_Indicators_for_Bioenergy_FINAL.pdf).
- German, L., Schoneveld, G., Skutsch, M., Andriani, R., Obidzinski, K. & Pacheco, P. with Komariadin, H., Andrianto, A., Lima, M. & Dayang Norwana, A.A.B.** 2010. *The local, social and environmental impacts of biofuels feedstock expansion: a synthesis of case studies from Asia, Africa and Latin America*. CIFOR No. 34. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- German, L. & Schoneveld, G.** 2011. *Social sustainability of EU-approved voluntary schemes for biofuels: Implications for rural livelihoods*. CIFOR Working Paper 75. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- German, L., Schoneveld, G. & Mwangi, E.** 2011. *Contemporary processes of large-scale land acquisitions by investors*. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Gibbs, H.K., Johnston, M., Foley, J.A., Holloway, T., Monfreda, C., Ramankutty, N. & Zaks, D.** 2008. Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology. *Environ. Res. Lett.*, 3(3):034001.
- Glauber, J.** 2008. *Statement to the US Senate Committee on Energy and Natural Resources. Full Committee Hearing to Receive Testimony on the Relationship Between US Renewable Fuels Policy and Food Prices*. SD-366. Washington DC: Hearing.
- Glozer, K.G.** 2011. *Corn ethanol: who pays? who benefits?* Stanford, USA, Hoover Institution Press.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C.** 2010. Food security: the challenge of feeding nine billion people. *Science*, 327:812-818.
- Goldemberg, J.** 2008. The Brazilian biofuels industry, *Biotechnology for Biofuels*, 1:6. University of São Paulo, Brazil.
- Goldemberg, J.** 2007. Ethanol for a sustainable energy future. *Science*, 315(5813):808-810.
- Goldemberg, J., Teixeira Coelho, S., Nastari, P.M. & Lucon, O.** 2004. Ethanol learning curve—the Brazilian experience. *Biomass and Bioenergy*, 26(3):301-04.
- Goldemberg, J. & Coelho, S.T.** 2003. Renewable energy - traditional biomass vs. modern biomass. *Energy Policy*, 32(6):711-714.
- Goldstein, A.** 2012. *Biofuels expansion in Central America and the myth of vacant land*. Worldwatch Institute (available at: <http://blogs.worldwatch.org/revolt/biofuel-expansion-in-central-america-and-the-myth-of-vacant-land>).
- Gopal, A.R. & Kammen, D.M.** 2009. Molasses for ethanol: the economic and environmental impacts of a new pathway for the lifecycle greenhouse gas analysis of sugarcane ethanol. *Environmental Research Letters*, 4. doi:10.1088/1748-9326/4/4/044005.
- de Gorter, H., Drabik, D. & Just, D.R.** 2013. Biofuel policies and food grain commodity prices 2006-2012: All boom and no bust?. *AgBioForum*, 16(1):1–13 (available at <http://www.agbioforum.org/v16n1/v16n1a01-degorter.htm>).
- Grant, T., Beer, T., Campbell, P.K. & Batten, D.** 2008. *Lifecycle assessment of environmental outcomes and greenhouse gas emissions from biofuels production in Western Australia*. Perth, Australia, Department of Agriculture and Food, Government of Western Australia.
- Grenyer, R., Orme, C.D.L., Jackson, S.F., Thomas, G.H., Davies, R.G., Davies, T.J., Jones, K.E., Olson, V.A., Ridgely, R.S., Rasmussen, P.C., Ding, T.S., Bennett, P.M., Blackburn, T.M., Gaston, K.J., Gittleman, J.L. & Owens, I.P.F.** 2006. Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates. *Nature*, 444:93–96. doi:10.1038/nature05237.
- GRFA (Global Renewable Fuels Alliance).** 2012. *GRFA Responds to IFPRI Report* (available at www.globalrfa.com).
- Haberl, H., Sprinz, D., Bonazountas, M., Cocco, P., Desaubies, Y., Henze, M., Hertel, O., Johnson, R.K., Kastrup, U., Laconte, P., Lange, E., Novak, P., Paavola, J., Reenberg, A., van den Hove, S., Vermeire, T., Wadhams, P. & Searchinger, T.** 2012. Correcting a fundamental error in greenhouse gas accounting related to bioenergy. *Energy Policy*, 45:18-23.
- Haddock, E.** 2012. Biofuels landgrab: Guatemala's farmers lose plots and prosperity to energy independence. *Scientific American* (available at <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=biofuels-land-grab-guatemala>).

- Haque, M. & Epplin, F.M.** 2012. Cost to produce switchgrass and cost to produce ethanol from switchgrass for several levels of biorefinery investment cost and biomass to ethanol conversion rates. *Biomass and Bioenergy*, 46:517-530.
- Haub, C.** 2012. *Fact sheet: world population trends 2012* (available at <http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2012/world-population-data-sheet/fact-sheet-world-population.aspx>).
- Havlik, P., Schneider, U.A., Schmid, E., Bottcher, H., Kindermann, G., Leduc, S., Obersteiner, M.** 2009. GHG mitigation through bioenergy production versus carbon sink enhancement, IOP Conference Series, *Earth & Environmental Sciences*, 6(16).
- Havlik, P., Valin, H., Mosnier, A., Obersteiner, M., Baker, J.S., Herrero, M., Rufino, M.C. & Schmid, E.** 2013. Corn productivity and the global livestock sector: implications for land-use change and greenhouse gas emissions. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2).
- Harrison, J.A., von Maltitz, G.P., Haywood, L., Sugrue, J. A., Diaz-Chavez, R.A. & Amezaga, J.M.** 2010. Mechanism for driving sustainability of biofuels in developing countries. *Renewable Energy, Law and Policy Review*, 2.
- Harvey, M. & Pilgrim, S.** 2011. The new competition for land: food, energy, and climate change. *Food Policy*, 36, Suppl. 1:S40–S51. ISSN 0306-9192, 10.1016/j.foodpol.2010.11.009.
- Headey, D. & Fan, S.** 2010. *Reflections on the global food crisis: How did it happen? How has it hurt? And how can we prevent the next one?* Research Monograph 165, Washington, DC, IFPRI.
- Hertel, T., Tyner, W. & Birur, D.** 2010. The global impacts of multinational biofuels mandates. *Energy Journal*, 31(1):75-100.
- Hertel, T.E.** 2011. The global supply and demand for land in 2050: a perfect storm in the making?, *American Journal of Agricultural Economics*, 93(2):259-275.
- Hervé, G., Agneta, F. & Yves, D.** 2011. Biofuels and world agricultural markets: outlook for 2020 and 2050. In M.A. Dos Santos Bernardes, ed. *Economic effects of biofuel production*. ISBN:978-953-307-178-7, InTech (available at <http://www.intechopen.com/books/economic-effects-of-biofuel-production/biofuels-and-world-agricultural-markets-outlook-for-2020-and-2050>).
- Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S. & Tiffany, D.** 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(30):2077-2082.
- Hira, A. & Garceti, P.T.** 2011. Can biofuels be an engine for growth in small developing countries: the case of Paraguay. In M. Aurélio dos Santos Bernardes, ed. *Economic effects of biofuel production* (available at www.intechopen.com/download/pdf/177777880).
- HLPE.** 2011a. *Price volatility and food security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- HLPE.** 2011b. *Land tenure and international investments in agriculture*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- HLPE.** 2012a. *Food Security and Climate Change*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- HLPE.** 2012b. *Social protection for food security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- HLPE.** 2013. *Investing in smallholder agriculture for food and nutrition security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- HM Government.** 2010. *The 2007-08 agricultural price spikes: causes and policy implications*. London, Department for Environment Food and Rural Affairs (available at <http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/food/pdf/ag-price100105.pdf>).
- Hochman, G., Rajagopal, D. & Zilberman, D.** 2011. The effect of biofuels on the international oil market. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 33, 402–427.
- Hoogwijk, M., Faaij, A., Eickhout, B., de Vries, B. & Turkenburg, W.** 2005. Potential of biomass energy out to 2100, for four IPCC SRES land use scenarios. *Biomass & Bioenergy*, 29(4):225-257.
- Hou, J., Zhang, P., Yuan, Z. & Zheng, Y.** 2011. Life cycle assessment of biodiesel from soybean, jatropha and microalgae in China conditions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9):5081-5091.
- Huang, J., Yang, J., Msangi, S., Rozette, S. & Weersink, A.** 2012. Biofuels and the poor: global impacts pathways of biofuels on agricultural markets. *Food Policy*, 37(4):439-451.
- ICCT (International Council of Clean Transportation).** 2013. *Vegetable oil markets and the EU biofuel mandate* (available at http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_vegoil_and_EU_biofuel_mandate_20130211.pdf).

- IEA (International Energy Agency).**2010.Status of 2nd generation biofuels demonstration facilities in June 2010 (available at <http://www.task39.org/LinkClick.aspx?fileticket=PBLquceJcEQ%3d&tabid=4426&language=en-US>).
- IEA.**2010.*Energy technology perspectives.Scenarios and strategies to 2050* (available at <http://www.iea.org/techno/etp/etp10/English.pdf>).
- IEA.**2011.*Biofuels for transport, the technology roadmap* (available at http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/biofuels_roadmap.pdf).
- IEA.**2013.*Status of advanced biofuels demonstration facilities in 2012.*A report to IEA Bioenergy Task 39.D. Bacovsky, N. Ludwiczek, M. Ognissanto, & M. Wörgetter (available at http://demoplants.bioenergy2020.eu/files/Demoplants_Report_Final.pdf).
- IEEP (Institute for European Environmental Policy).**2010.Anticipated indirect land use change associated with expanded use of biofuels and bioliquids in the EU – An analysis of the National Renewable Energy Action Plans.London (available at http://www.ieep.eu/publications/pdfs/2010/iluc_analysis.pdf).
- IEEP (Institute for European Environmental Policy).**2012.EU biofuel use and agricultural commodity prices: a review of the evidence base.London (available at http://www.ieep.eu/publications/pdfs/2010/iluc_analysis.pdf).
- ILC/CIRAD/RECONCILE.**2011.*Commercial pressures on land in Africa: a regional overview of opportunities, challenges and impacts* (available at <http://www.landcoalition.org/sites/default/files/publication/1136/Africa%20Overview%20WEB%2014.07.11.pdf>).
- International Land Coalition.**2012.(available at <http://www.landcoalition.org>).
- IMF.**2008.Is Inflation Back?Commodity Prices and Inflation.In World Economic Outlook October 2008 (pp. 83-128).*International Monetary Fund (IMF)*. Washington DC.
- Jank, M.S.**2009.A Competitividade do Etanol Brasileiro, Powerpoint presentation, Brasília, 31 August 2009 (available at:[http://www.senado.gov.br/comissoes/ci/ap/AP20090831_Comissao_Infraestrutura_Marcos%20Jank_\(res\).pdf](http://www.senado.gov.br/comissoes/ci/ap/AP20090831_Comissao_Infraestrutura_Marcos%20Jank_(res).pdf)).
- Jayne, T.S., Mather, D. & Mghenyi, E.** 2010.Principal challenges confronting smallholder agriculture in sub-Saharan Africa.*World Development*, 23(10).
- Jayne, T.S., Mason, N., Myers, R., Ferris, J., Mather, D., Sitko, N., Beaver, M., Lenski, N., Chapoto, A. & Boughton, D.** 2010.*Patterns and trends in food staples markets in Eastern and Southern Africa.*MSU International Development Working Paper, 104.Michigan State University.
- Jayne, T.S., Chamberlin, J. & Muyanga, M.** 2012.*Emerging land Issues in African agriculture: implications for food security and poverty reduction strategies.*Stanford Symposium Series on Global Food Policy and Food Security in the 21st Century, CSE, Stanford.
- Jansson, T. & Wilhelmsson, F.** 2013.*Assessing the impact of EU member states' plans for biofuel on land use and agricultural markets in the EU.*AgriFood Working Paper 2013:3.http://www.agrifood.se/Files/AgriFood_WP20133.
- Jansson, C., Westerbergh, A., Zhang, J., Hu, X., & Sun, C.** 2009.Cassava, a potential biofuel crop in (the) People's Republic of China.*Applied Energy*, 86, Supplement 1(0):S95–S99
- Johnson, S.** 2008.Commodity Prices:Outlook & Risks.*International Monetary Fund.*Washington DC.
- JRC (Joint Research Council-EU).**2009.*Impacts of the EU biofuel target on agricultural markets and land-use.*JRC Reference Reports (available at ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm?id=2540).
- Karlsson, G.** 2008.Energia members consider the gender dimensions of biofuels.*ENERGIA News*, 11(1) (available at http://www.energia.org/fileadmin/files/media/en-092008_karlsson.pdf).
- Kazi, F.K., Fortman, J.A., Anex, R.P., Hsu, D.D., Aden, A. & Dutta, A.** 2010.Techno-economic comparison of process technologies for biochemical ethanol production from corn stover.*Fuel*, 89(1):S20–S28.
- Keeney, D.** 2009.Ethanol USA:Environmental, social, economic, and food issues brought on by the rapidly expanding ethanol-from-corn industry in the United States are reviewed and discussed.*Environ.Sci.Technol.*, 43(1):8-11.
- Kes, A., & Swaminathan, H.** 2006.Gender and time poverty in sub-Saharan Africa.In C.M.Blackden, & Q. Wodon, eds.*Gender, time-use and poverty*, Chapter 2.Working Paper 73.Washington, DC, World Bank.
- Kim, S. & Dale, B.D.**2011.Indirect land use change for biofuels: testing predictions and improving analytical methodologies.*Biomass and Bioenergy*, 35(7).
- Kim, S. & Dale, B.E.**2008.Life cycle assessment of fuel ethanol derived from corn grain via dry milling.*Bioresource Technology*, 99(12):5250-5260.

- Knittel C.R. & Smith, A.** 2012. *Ethanol production and gasoline prices: a spurious correlation*. Working Papers, UC California at Davis (available at http://web.mit.edu/knittel/www/papers/knittelsmith_latest.pdf).
- Klawitter, N.** 2012. *Corn-mania biogas boom in Germany leads to modern day land grab* (available at www.spiegel.de/international/germany/).
- Kristoufek, L., Janda, K. & Zilberman, D.** 2012. *Relationship between prices and food, fuel and biofuel*. Paper prepared for presentation at the 131st EAAE Seminar 'Innovation for Agricultural Competitiveness and Sustainability of Rural Areas', Prague, Czech Republic, 18-19 September 2012.
- Kumar, S., Singh, J., Nanoti, S.M. & Garg, M.O.** 2012. A comprehensive life cycle assessment (LCA) of *Jatropha* biodiesel production in India. *Bioresource Technology*, 110:723-729.
- Laborde, D.** 2011. Assessing the land use change consequences of European biofuel policies: final report. IFPRI (available at http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2011/october/tradoc_148289.pdf).
- Lagi, M., Bar-Yam, Y., Bertrand, K.Z. & Bar-Yam, Y.** 2011. *The food crises: a quantitative model of food prices including speculators and ethanol conversion*. Cambridge, USA, New England Complex Systems Institute. arXiv:1109.4859.
- Lambin, E. & Meyfroidt, P.** 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 108(9):3465-3472.
- Lapola, D.M., Schaldach, R., Alcamo, J., Bondeau, A., Koch, J., Koelking, C. & Priess, J.A.** 2010. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*. doi:10.1073/pnas.0907318107.
- Larson, E.D.** 2008. *Biofuel production technologies: status, prospects and implications for trade and development*. New York and Geneva, United Nations Conference on Trade and Development.
- Lazear, P.** 2008. Statement to the US Senate Committee on Foreign Relations. Responding to the Global Food Crisis. Hearing. Washington DC. Available at: <http://www.gpo.gov/fdsys/>.
- Lebre La Rovere, E., Pereira, A.S. & Simões, A.F.** 2011. Biofuels and sustainable energy development in Brazil. *World Development*, 39(6):1026-1036.
- Lebre La Rovere, E.L., Gitz, V. & Pereira, A.S.** 2007. Modèles mondiaux et représentation des pays en développement. In A. Dahan Dalmedico. *Les modèles du futur*. Paris, La Découverte « Recherches ».
- Leite, R.C.C., Leal, M.R.L.V., Cortez, L.A.B., Griffin, W.M. & Scandiffio, M.I.G.** 2009. Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol? *Energy*, 34(5):655-661.
- Letete, T. & von Blottnitz, H.** 2010. *Biofuels policies in South Africa: a critical analysis*. African Portal Library.
- Lipsky, J.** 2008. Commodity Prices and Global Inflation. *Council on Foreign Relations*. New York.
- Lywood, W. & Pinkney, J.** 2013. An outlook on EU biofuel production and its implications for the animal feed industry. In H.P.S. Makkar, ed. *Biofuel co-products as livestock feed. Opportunities and challenges*. Rome, FAO.
- McAloon, A., Taylor, F., Yee, W., Ibsen, K. & Wooley, R.** 2000. *Determining the cost of producing ethanol from corn starch and lignocellulosic feedstocks*. A joint study sponsored by US Department of Agriculture and US Department of Energy. NERL (National Renewable Energy Laboratory). Technical Report 580-28893. Colorado.
- Madslie, J.** 2012. *China's car market matures after ultrafast growth* (available at <http://www.bbc.co.uk/news/business-17786962>).
- Mallory, M.L., Irwin, S.H. & Hayes, D.J.** 2012. How market efficiency and the theory of storage link corn and ethanol markets. *Energy Economics*, 34(6):2157-2166.
- Manifesto.** 2013. *Leaders of sustainable biofuels* (available at www.sustainablebiofuelsleaders.com/img/Manifesto.pdf).
- Manyong, V. M., Dixon, A. G. O., Makinde, K. O., Bokanga, M. & Whyte, J.** 2000. *The contribution of IITA-improved cassava to food security in Sub-Saharan Africa: an impact study*. Ibadan, ITTA.
- Manzatto, C.V., Assad, E.D., Bacca, J.F.M., Zaroni, M.J., Pereira, S.E.M.,** 2009. Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar Expandir a Produção, Preservar a Vida, Garantir o Futuro. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- MAPA.** 2013. *Statistical yearbook of agrienergy 2012*. Brasília, DF, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (available at http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia_web_2012.pdf).
- Marchal, V., Dellink, R., van Vuuren, d., Clapp, C., Château, J., Magné B., Lanzi, E. & van Vliet, J.** 2012. *OECD Environmental Outlook to 2050*, Chapter 3, Climate change. Paris, OECD.
- Martinelli, L.A., Garret, R., Ferraz, S. & Naylor, R.** 2011. Sugar and ethanol production as a rural development strategy in Brazil: evidence from the State of São Paulo. *Agricultural Systems*, 104(5):419-428.

- Matondi, P.B., Havnevik K. & Beene, A.** 2011. *Biofuels, land grabbing and food security in Africa*. London, Zed Books.
- McDonald, R.I., Fargione, J., Kiesecker, J., Miller, W.M. & Powell, J.** 2009. Energy sprawl or energy efficiency: climate policy impacts on natural habitat for the United States of America. *PLoS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0006802.
- Melo, A. de Souza, D. G. da Mota & R. Chaves Lima.** 2008. *Uma Análise da Relação entre os Preços dos Biocombustíveis e das Culturas Alimentares no Brasil: a caso do setor sucroalcooleiro*. SOBER (Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural), XLVI Congresso, Acre, Brazil,
- Meyer, S., Schmidhuber, J. & Barreiro-Hurlé, J.** 2013. *Global biofuel trade: how uncoordinated biofuel policy fuels resource use and GHG emissions*. ICTSD Issue Paper 48, 31 May (available at <http://ictsd.org/downloads/2013/05/global-biofuel-trade-how-uncoordinated-biofuel-policy-fuels-resource-use-and-ghg-emissions.pdf>).
- Meyer, D., Mytelka, L., Press, R., Dall'Oglio, E.L., Texiera de Sousa Jr, P. & Grubler, A.** 2012. Brazilian ethanol: unpacking a success story of energy technology innovation. Historical case studies of energy technology innovation. In A. Grubler, F. Aguayo, K.S. Gallagher, M. Hekkert, K. Jiang, L. Mytelka, L. Neij, G. Nemet & C. Wilson. *The global energy assessment*. Chapter 24. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Mitchell, D.** 2008. *A note on rising food prices*. Policy Research Working Paper No. 4682. Washington, DC, World Bank.
- MME – Brasil (Ministério de Minas e Energia -Brasil).** 2012. Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis. Ed. 52. May (available at http://www.udop.com.br/download/estatistica/boletim_combustivel_renovavel_mme/2012/boletim_dcr_n052_mai02012.pdf).
- Montagnhani, B.A., Fagundes, M.B.B. & Fonseca da Silva, J.** 2009. O Papel da Indústria Canavieira na Geração de Emprego e Desenvolvimento Local. *Informações Econômicas*, vol 39, São Paulo, Brazil.
- Moon, J-Y., Apland, J., Folle, S. & Mulla, D.J.** 2012. Environmental impacts of cellulosic feedstock production: a case study of a cornbelt aquifer. Agricultural & Applied Economics Association in its series 2012 AAEA Annual Meeting, Seattle, Washington, 12–14 August 2012 (available at <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/125016/2/2012%20AAEA%20Paper%20MOON%20ET%20AL.pdf>).
- Msangi, S. & Evans, M.** 2013. Biofuels and developing economies: is the timing right? *Agricultural Economics* (accepted 15 March 2013).
- Nassar, A.M., Harfuch, L., Moreira, M.M.R., Bachion, L.C. & Antoniazzi, L.B.** 2009. *Report to the U.S. Environmental Protection Agency regarding the proposed changes to the renewable fuel standard program: Impacts on land use and GHG emissions from a shock on Brazilian sugarcane ethanol exports to the United States using the Brazilian Land Use Model (BLUM)*. Sao Paulo, Institute for International Trade Negotiations (ICONE).
- National Research Council.** 2011. *Renewable Fuel Standard: potential economic and environmental effects of U.S. biofuel policy*. Washington, DC, The National Academies Press
- Ndong, R., Montrejaud-Vignoles, M., Saint Girones, O., Gabrielle, B., Pirot, R., Domergue, M. & Sablayrolles, C.** 2009. Life cycle assessment of biofuels from *Jatropha curcas* in West Africa: a field study. *GCB Bioenergy*, 1(3):197-210.
- Negash, M. & Swinnen, J.F.M.** 2012. Biofuels and food security: micro-evidence from Ethiopia. *LICOS Discussion Papers*, 319/2012.
- Nelder, C.** 2012. *Oil demand shift: Asia takes over*. Smart Planet (available at <http://www.smartplanet.com/blog/energy-futurist/oil-demand-shift-asia-takes-over/400>).
- Nelson, V. & Lambrou, Y.** 2011a. *Gender and 'modern' biofuels: a guidance paper for policy-makers*. NRI Working Paper Series: Climate Change, Agriculture and Natural Resources No. 2. Natural Resources Institute and University of Greenwich.
- Nelson, V. & Lambrou, Y.** 2011b. *Scoping the gender issues in liquid biofuel value chains*. NRI Working Paper Series: Climate Change, Agriculture and Natural Resources No. 3. Natural Resources Institute and University of Greenwich.
- Novaes, Z. & Togeiro de Almeida, L.** 2007. *Étanol: impactos sócio-ambientais de uma commodity em ascensão*. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Fortaleza.
- Nussbaumer, P., Bazilian, M., Modi, V. & Yumkella, K.K.** 2011. *measuring energy poverty: focusing on what matters*. Oxford Poverty & Human Development Initiative (OPHI), Working Paper 42 (available at http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/EPP/Publications/nussbaumer%20et%20al%202011%20measuring%20energy%20poverty%20focusing%20on%20what%20matters.pdf).
- O'Connor, D.** 2011. *Biodiesel GHG emissions, past, present, and future*. A Report to IEA Bioenergy Task 39. S&T Consultants (available at

- <http://www.task39.org/LinkClick.aspx?fileticket=E5r1rznoEzU%3D&tabid=4348>).
- OECD.**2006.*Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels*.Paris, Working Party on Agricultural Policies and Markets.
- OECD.**2008.*Rising food prices: causes and consequences*.Paris.
- OECD/FAO.**2011.*OECD-FAO Agricultural Outlook 2011-2020*.OECD Publishing and FAO, (available at <http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/48178887.pdf>).
- OECD/IEA.**2010.*Sustainable production of second-generation biofuels, potential and perspectives in major economies and developing countries*.Anselm Eisentraut, Paris.
- Oladosu, G., Kline, K., Martinez, R.U.& Eaton, L.** 2011.Sources of corn for ethanol production in the United States: a decomposition of the empirical data.*Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, DOI:10.1002/bbb.305.
- Oppedahl, D.** 2013.Understanding recent trends in Midwest farmland leasing, Federal Reserve Bank of Chicago, Essays of Issues No. 308 (available at http://www.chicagofed.org/digital_assets/publications/chicago_fed_letter/2013/cflmarch2013_308.pdf).
- Pelkmans, L., Govaerts, L. & Kessels, K.** 2008.*Inventory of biofuel policy measures and their impact on the market*.Report D21 of ELOBIO subtasks 2.1-2.2.Petten, Netherlands, Energy Research Center of the Netherlands.
- Pelletier, N. & Tyedmers, P.** 2010.Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000–2050.*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 107:18371-18374.
- Petti, R.H.V.& Fredo, C.E.**2009.Emprego formal na Cana-de-Açúcar.*Análises e Indicadores do Agronegócios*, 4(4).Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, Brazil.
- Pfeuderer, S. & del Castillo, M.** 2008.*The impact of biofuels on commodity prices*.London, Economics Group, Defra.
- Pimentel, D. & Patzek, T.W.**2005.Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower.*Natural Resources Research*, 14(1):65-76.
- Pingali, P., Raney, T. & Wiebe, K.** 2008.Biofuels and food security: missing the point.*Review of Agricultural Economics*, 30(3):506-516.
- Pinguelli, L., Alberto Villela, R. & Pires de Campos, C.** 2013.Biofuels in Brazil in the context of South America Energy Policy.*In Z. Fang, ed. Biofuels - Economy, environment and sustainability*.ISBN 978-953-51-0950-1.<http://dx.doi.org/10.5772/54419>.
- Prieler, S., Fischer, G. & van Velthuisen, Harrij.**2013.Land and the food–fuel competition: insights from modeling.*Wiley Interdisciplinary Reviews:Energy and Environment*, vol 2, issue 2:199-217.
- Popp, D.** 2010.*Innovation & climate policy*.Working Paper 15673.Cambridge, USA, National Bureau of Economic Research.
- Qiu, H., Sun, L., Huang, J. & Rozelle, S.** 2012.Liquid biofuels in China: current status, government policies, and future opportunities and challenges.*Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5):3095-3104.
- Quintero, J.A., Montoya, M.I., Sanchez, O.J., Giraldo, O.H.& Cardona, C.A.**2008.Fuel ethanol production from sugarcane and corn: comparative analysis for a Colombian case.*Energy*, 33(3):3 85–399.
- Rai, K. & McDonald, J. eds.**2009.*Cookstoves and markets: experiences, successes and opportunities*.London, GVEP International.
- Recalde, M.** 2012.*Una visión integrada del desarrollo del biodiesel en Argentina*, Year 20, vol. 1, Estudos Sociedade e Agricultura, CPDA/DDAS/UFRRJ, Rio de Janeiro, Brazil, 2012 (available at:http://r1.ufrrj.br/esa/art/201204_188_216.pdf).
- Regalbuto, J.R.**2011.The sea change in US biofuels’ funding: from cellulosic ethanol to green gasoline.*Biofuel Bioprod.Bioref.*, 5(5):495-504.
- REN21.**2012.Renewables Global Status Report, REN21, Paris.
- Reporter Brasil.**2010.*Critica a Biodiesel relega aspectos sócioambientais* (available at <http://reporterbrasil.org.br/agrocombustiveis/exibe.php?id=133>).
- Roberts, M.J., & Schlenker W.** 2010.*Identifying supply and demand elasticities for agricultural commodities: implications for the U.S. ethanol mandate*.Working Paper 15921.Cambridge, USA, National Bureau of Economic Research.
- Rodrigues, R. A. & Accarini, J.H.**2007.Programa Brasileiro de Biodiesel.*In E.C.Amorim, (Hrsg.) Biocombustíveis no Brasil.Realidades e Perspectivas*.Brasília, 158-181.
- Rosegrant, M. W.** 2008.Biofuels and grain prices:Impacts and policy responses.Testimony for the U.S. Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs, May 7 2008.IFPRI (available at <http://www.ifpri.org/pubs/testimony/rosegrant20080507.asp>).
- Rosenthal, E.** 2011.Rush to use crops as fuel raises food prices and hunger fear.*The New York Times*.6 April.

- Rossi, A., & Lambrou, Y.** 2008. *Gender and equity issues in liquid biofuels production: minimizing the risk to maximize the opportunity*. Rome, FAO.
- Roundtable on Sustainable Biofuels.** 2010. *Principles and criteria for sustainable biofuels production*. Lausanne, EPFL.
- Royal Society.** 2008. *Sustainable biofuels: prospects and challenges*. London, The Royal Society.
- RSB (Roundtable on Sustainable Biomaterials).** 2010. Workshop on biofuels and indirect impacts. Rio de Janeiro, 2nd June 2010.
- Rulli, M.C., Saviori, A. & D'Odorico, P.** 2013. Global land and water grabbing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 110(3):892-897.
- Rutz, D., Ferber, E. & Janssen, R.** 2010. *Biogas market in Germany*. Presentation to High Level Conference: Development of Sustainable Biogas in Bulgaria, Sofia, Bulgaria, 10 October 2010 (available at <http://www.biogasin.org/files/pdf/HCL/Rutz.pdf>).
- Sassi, O., Crassous, R., Hourcade, J.-C., Gitz, V., Waisman, H. & Guivarch, C.** 2010. IMACLIM-R: a modelling framework to simulate sustainable development pathways. *Int. J. Global Environmental Issues*, 10(1/2):5-24.
- Solomon, B., Barnes, J.R. & Halvosen, K.E.** 2007. Grain and cellulosic ethanol: history, economics, and energy policy. *Biomass and Bioenergy*, 31(6):416-425.
- Sanchez, S.T., Woods, J., Akhurst, M., Brander, M., O'Hare, M., Dawson, T.P., Edwards, R., Liska, A.J. & Malpas, R.** 2012. Accounting for indirect land-use change in the life cycle assessment of biofuel supply chains. *J. R. Soc. Interface*, 9(71):1105-1119.
- Sanders, D.J., Balagtas J.V. & Gruere, G.** 2012. *Revisiting the palm oil boom in Southeast Asia*. Discussion Paper 1212. Washington, DC, IFPRI.
- Sands, R. & Westcott, P. (coords), Price, J.M., Beckman, J., Leibtag, E., Lucier, G., McBride, W., McGranahan, D., Morehart, M., Roeger, E., Schaible, G. & Wojan, T.R.** 2011. *Impacts of higher energy prices on agriculture and rural economies*. ERR-123, US Dept. of Agriculture, Econ. Res. Serv. August (available at http://www.ers.usda.gov/media/118256/err123_1_.pdf).
- Sassner, P., Galbe, M. & Zacchi, G.** 2008. Techno-economic evaluation of bioethanol production from three different lignocellulosic materials. *Biomass and Bioenergy*, 32(5):422-430.
- Schnepf, R. & Yacobucci, B.D.** 2013. *Renewable Fuel Standard (RFS): overview and issues*. Congressional Research Services 7-5700, CRS Report for Congress.
- Schut, M., Slingerland, M., & Locke, A.** 2010. Biofuel developments in Mozambique. Update and analysis of policy, potential and reality. *Energy Policy*, 38(9):5151-5165.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. & Yu, T.-H.** 2008. Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change. *Science*, 319(5867):1157-1268.
- Serra, T.** 2011. Volatility spillovers between food and energy markets: a semiparametric approach. *Energy Economics* (6), 1155-1164.
- Serra, T. & Zilberman, D.** 2009. *Price volatility in ethanol markets*. Agricultural and Applied Economics Association & ACCI Joint Annual Meeting, Milwaukee, July.
- Sexton, S. & Zilberman, D.** 2011. *How agricultural biotechnology boosts food supply and accommodates biofuels*. NBER Working Paper.
- Schneider, U.A. & McCarl, B.A.** 2003. Economic potential of biomass based fuels for greenhouse gas emission mitigation. *Environmental and Resource Economics*, 24(4):291-312.
- Shapouri, H., Duffield, J., McAloon, A. & Wang, M.** 2004. The 2001 net energy balance of corn ethanol. *Proceedings of the Fourth Corn Utilization & Technology Conference*, Indianapolis, USA, 7-9 June 2004. Chesterfield, USA, National Corn Growers Association.
- Shikida, P.F.A.** 2008. Agroindustria Canavieira e Desenvolvimento Local: O Caso da Usina Usaciga no Município de Cidade Gaúcha-PR. *Revista de Economia e Agronegócio*, 6:133-166.
- Shiyan, C., Lili, Z., Timilsina, G.R. & Xiliang, Z.** 2012. *Development of biofuels in China: technologies, economics and policies*. Policy Research Working Paper 6243. Washington, DC, World Bank (available at <http://elibrary.worldbank.org/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-6243>).
- Sidhu, R.** 2011. *Cassava, the latest biofuel?* Foreign Policy Association (available at <http://foreignpolicyblogs.com/2011/04/12/cassava-the-latest-biofuel/>).
- Slaski, X. & Thuber, M.C.** 2009. *Cook stoves and obstacles to technology adoption by the poor*. Program on Energy and Sustainable Development, Working Paper No. 89. Stanford, USA, Stanford University.
- Smith, P., Gregory, P.J., van Vuuren, D., Obersteiner, M., Havlik, P., Rounsevell, M., Woods, J., Stehfest, E. & Bellarby, J.** 2010. Competition for land. *Phil. Trans. Royal Society*, 365(1554):2941-2957.
- Smith, K.A. & Conen, F.** 2004. Impacts of land management on fluxes of trace greenhouse gases. *Soil Use and Management*, 20:255-263.
- Sparks, G.D. & Ortman, G.F.** 2011. Global biofuel policies: a review. *Agrekon: Agricultural Economics Research, Policy and Practice in Southern Africa*, 50(2):59-82.
- Stratton, R.W., Wong, H.M. & Hileman, J.I.** 2010. *Life cycle greenhouse gas emissions from alternative jet fuels*. Partnership for Air Transportation Noise and Emission Reduction, Partner Project 28 report. Cambridge, USA, Massachusetts Institute of Technology.
- Stromberg, P., & Gasparatos, A.** 2012. Biofuels at the confluence of energy security, rural development, and food security: a developing country perspective. In A. Gasparatos & P. Stromberg,

- eds. *Socioeconomic and environmental impacts of biofuels: evidence from developing nations*. Chapter 1. New York, USA, Cambridge University Press.
- Sumner, A.** 2012. Where do the poor live? *World Development*, 40(5):865-877.
- Swanson, R.M., Platon, A., Satrio, J.A. & Brown, R.C.** 2010. Techno-economic analysis of biomass-to-liquids production based on gasification. *Fuel*, 89(1):S11–S19.
- Tabashnik, B.E., Brévault, T. & Carrière Y.** 2013. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnologies*, 31:510-521.
- Thompson, W., Meyer, S. & Green, T.** 2010. The U.S. biodiesel use mandate and biodiesel feedstock markets. *Biomass and Bioenergy*, 34 (6), 883–889.
- Thurlow, J.** 2008. *Agricultural growth options for poverty reduction in Mozambique*. Preliminary Report Prepared for Mozambique’s Ministry of the Agriculture and Strategic Analysis and Knowledge Support System (SAKSS), ReSAKSS Working Paper, 20, Regional Strategic Analysis and Knowledge Support System, c/o International Food Policy Research Institute. Washington, DC.
- Tilman, D. Socolow, Foley, J.A. Hill, J. Larson, E. Lynd, L. Pacala, S. Reilly, J. Searchinger, T. Somerville, C. & Williams, R.W.** 2009. Beneficial biofuels—the food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325:270-271.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. & Befort, B.L.** 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50):20260-20264.
- Timilsina, G.R. & Shrestha, A.** 2010. Biofuels : markets, targets and impacts. Policy Research Working Paper Series 5364. Washington, DC, World Bank.
- Timilsina, G., Beghin, J., van der Mensbrugge, & Mevel, S.** 2012. The impacts of biofuels on land-use change and food supply: a global CGE assessment. *Agricultural Economics*, 43.
- Tokgoz, S., Zhang, W., Msangi, S. & Bhandary, P.** 2012. Biofuels and the Future of Food: Competition and Complementarities. +39 2 4414-435.
- Tollefson, J.** 2013. Brazil reports sharp drop in greenhouse emissions. *Nature*, 5 June.
- Trostle R., Marti, D. Rosen, S. & Westcott, P.** 2011. *Why have commodity prices risen again?* WRS-1103, Washington, DC, Economic Research Service, USDA.
- Tyner, W.E.** 2010. The integration of energy and agricultural markets. *Agricultural Economics*, 41(6).
- US Department of Energy.** 2011. U.S. billion-ton update: biomass supply for a bioenergy and bioproducts industry. R.D. Perlack and B.J. Stokes (Leads), ORNL/TM-2011/224. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. 227p
- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs).** 2007. *Small-scale production and use of liquid biofuels in sub-Saharan Africa: perspectives for sustainable development*. New York, USA.
- Universidad de Chile.** *Etanol – futuro agrícola* (available at <http://www.agronomia.uchile.cl/centros/sap/docencia/sach/presentacion5.pdf>).
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).** 2012. *CDM in Africa. finance and support* (available at http://unfccc.int/resource/docs/publications/pub_cdm_africa_finance_2012.pdf).
- USDA.** 2011. *EU Biofuels Annual 2011*. Global Agricultural Information Network (GAIN) Report.
- USDA.** 2012. *EU Biofuels Annual 2012*. Global Agricultural Information Network (GAIN) Report (6/25/2012). Foreign Agriculture Service (available at http://www.usda-france.fr/media/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-27_6-25-2012.pdf).
- Vacha, L., Janda, K., Kristoufek, L. & Zilberman, D.** 2012. *Time-frequency dynamics of biofuels-fuels-food system* (available at <http://arxiv.org/pdf/1209.0900.pdf>).
- van Rensen, S.** 2011. A biofuel conundrum. *Nature Climate Change*, 1:389-390.
- van Vuuren, D.P., van Vliet, J. & Stehfest, E.** 2009. Future bio-energy potential under various natural constraints. *Energ Pol.*, 37(11):4220-4230.
- von Braun, J. & Meinzen-Dick, R.** 2009. “Land grabbing” by foreign investors in developing countries: risks and opportunities. IFPRI Policy Brief, Washington, DC, IFPRI.
- von Maltitz, G.P. & Setzkorn, K.** 2012. Potential impacts of biofuels on deforestation in Southern Africa. *Journal of Sustainable Forestry*, 31(1-2):80-97.
- von Maltitz G. & Stafford, W.** 2011. *Assessing opportunities and constraints for biofuels development in sub-Saharan Africa*. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Wagstrom, K. & Hill, J.** 2012. Air pollution impacts of biofuels. In A. Gasparatos & P. Stromberg, eds. *Socioeconomic and environmental impacts of biofuels: evidence from developing nations*, Chapter 3. New York, USA, Cambridge University Press.
- Wang, M., Han, J., Dunn, J., Cai, H. & Elgowainy, A.** 2012. Well-to-wheels energy use and greenhouse gas emissions of ethanol from corn, sugarcane, corn stover, switchgrass, and miscanthus. *Environmental Research Letter*, 7, 045905.

- Wang, M., Han, J., Haq, Z., Tyner, W., Wu, M. & Elgowainy, A.** 2011. Energy and greenhouse gas emission effects of corn and cellulosic ethanol with technology improvements and land use changes. *Biomass and Bioenergy* 35:1885-1896.
- Wang, M., Wu, M. & Huo, H.** 2007. Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types. *Environmental Research Letters*, 2(2):1-13.
- WBGU (German Advisory Council on Global Change).** 2008. *World in transition: future bioenergy and sustainable land use*. Available at www.wbgu.de. Berlin, Germany.
- Wersthoff, P.** 2010. *The economics of food: how feeding and fueling the planet affects food prices*. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Whitaker, M. & Heath, G.** 2009. *Lifecycle assessment of the use of jatropha biodiesel in Indian locomotives*. Technical Report NREL/TP-642-4428. Golden, USA, National Renewable Energy Laboratory.
- White, J. & White, B.** 2012. Gendered experiences of dispossession: oil palm expansion in a Dayak Hibun community in West Kalimantan. *Journal of Peasant Studies*, 39(3-4):995-1016. doi:10.1080/03066150.2012.676544.
- WHO (World Health Organization).** 2006. *Fuel for life: household, energy and health*. Geneva, Switzerland.
- Wicke, B., Sikkema, R., Dornburg, V., Junginger, M. & Faaij, A.** 2008a. *Drivers of land use change and the role of palm oil production in Indonesia and Malaysia: overview of past developments and future projections*. Utrecht, Netherlands, Utrecht University, Science, Technology and Society – Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation.
- Wicke, B., Dornburg, V., Junginger, M. & Faaij, A.** 2008b. Different palm oil production systems for energy purposes and their greenhouse gas implications. *Biomass and Bioenergy*, 32 (12):1322-1337.
- Wilkinson, J. & Herrera, S.** 2010. Biofuels in Brazil: debates and impacts. *The Journal of Peasant Studies*, 37(4):749-768.
- Williams, T.** 2012. *Large-scale land acquisitions in West Africa: the ignored water dimension*, International Water Management Institute (available at <http://wle.cgiar.org/blogs/2012/11/08/large-scale-land-acquisitions-in-west-africa-the-ignored-water-dimensions/>).
- Wirsenius, S., Azar, C. & Berndes, G.** 2010. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030? *Agric. Syst.*, 103(9):621-638.
- World Bank.** 2009. Environmental crisis or sustainable development opportunity? Transforming the charcoal sector in Tanzania. A Policy Note March 2009. Washington, DC.
- World Food Summit.** 1996. (available at http://www.fao.org/wfs/index_en.htm).
- WWI (Worldwatch Institute).** 2006. *Biofuels for transportation. Global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century*. Washington, DC.
- Wright B.** 2011. *Biofuels and food security: a need to consider safety valves?* International Food and Agricultural Trade Policy Council. February.
- Wright B.D.** 2012. *Stocks-to-use ratios as indicators of vulnerability to spikes in global cereal markets*. Paper for the 2nd Session of the AMIS Global Food Market Information Group Rome, FAO (available at http://www.amis-outlook.org/fileadmin/user_upload/amis/docs/market_group_2/Presentations_3_Oct/6_SUR_indicator.pdf).
- Wright, M.M., Daugaard, D.E., Satrio, J.A. & Brown, R.C.** 2010. Techno-economic analysis of biomass fast pyrolysis to transportation fuels. *Fuel*, 89(1):S2-S10.
- Wu, W.G., Huang, J.K. & Deng, X.Z.** 2009. Potential land for the planting of *Jatropha curcas* as feedstock for biodiesel in China. *Sci. China Earth Sci.* doi:10.1007/s11430-009-0204-y.
- Ye, L., Yang, J., Verdoodt, A., Moussadek, R. & Van Ranst, E.** 2010. China's food security threatened by soil degradation and biofuels production, Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World.
- Young, A.** 1999. Is there really spare land? A critique of estimates of available cultivable land in developing countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1:3-18.
- Zhang, Z., Lohr, L., Escalante, C. & Wetzstein, M.** 2009a. Ethanol, corn, and soybean price relations in a volatile vehicle-fuels market. *Energies*, 2:320-339.
- Zhang, W., Yu, E., Rozelle, S. Yang, J. & Msangi, S.** 2009b. *The impact of biofuel growth on agriculture: why is the range of estimates so wide?* Biofuels & the Poor - Biofuels and Food Security in South Asia and Sub Saharan Africa - Pathways of Impact and Assessment of Investments - Working Paper 2 - October 2009 (available at www.biofuelsandthepoor.com).
- Zilberman, D., Hochman, G., Rajagopal, D. Sexton, S. & Timilsina, G.** 2012. The impact of biofuels on commodity food prices: assessment of findings. *American Journal of Agricultural Economics*. 1-7. doi:10.1093/ajae/aas037.

致谢

高专组衷心感谢所有在两次开放性电子磋商过程中提出宝贵意见和建议的参与者，第一次是针对研究的拟议范围，第二次是针对本报告零版草案。参与人员名单，以及两次磋商的所有文件资料可在高专组网站获取：<http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe>。

高专组还感谢同行评审专家就本报告批准前的一稿提供的重要反馈意见。同行评审专家名单可见高专组网站。

附录

A1 主要生物燃料政策对商品价格影响综述

来源	覆盖范围和主要假设	影响
Roberts 和 Schlenker (2010)	美国生物燃料政策+5%的全球收获用于生产生物燃料；未出台政策。	粮价上涨 30%（如果 1/3 的原料用作牲畜饲料，则粮价上涨 20%）。
Carter 和 Smith (2011)	2001—2007；美国生物燃料政策 vs. 未出台政策。	20—25%贡献率（玉米价格上涨） 7—8%贡献率（大豆价格上涨）。
国家研究理事会 (2011)	2007—2009；美国生物燃料政策；运用多个研究的评述。	粮食商品价格的 20—40%。
Banse 等 (2008)	2001—2010；没有强制性生物燃料掺混指标的参考情境，5.75%强制性掺混目标的情境（欧盟成员国），11.5%强制性掺混目标的情境（欧盟成员国）。	参考情境下、5.75%掺混和 11.5%掺混情境下分别的价格变化： 谷物：-4.5%，-1.75%，+2.5% 油籽：-1.5%，+2%，+8.5% 糖：-4%，-1.5%，+5.75%
Baier 等 (2009)	截止 2008 年 6 月之前的 24 个月；专业文献资料中的历史作物价格弹性；间接效应的二元回归测算。	全球生物燃料产能提升对玉米、大豆和糖类价格的作用分别为 17%、14% 和 100%，对国际货币基金组织粮价指数上涨的贡献率为 12%。
Lazear (2008)	截止 2008 年 3 月之前的 12 个月。	美国乙醇产量提高对玉米价格上涨的贡献率为 20%。美国玉米粮食乙醇生产将全球粮价推高了 3%。
国际货币基金组织 (2008)	测算范围涵盖了需求价格弹性的拟真值。	玉米价格上涨中有 25 - 45% 可以归结于美国乙醇产量扩大。
Collins (2008)	2006/07—2008/09；考虑了两种情境：(1)正常与(2)受限，市场需求和供给的价格弹性较低。	在正常情境下，乙醇产量提高对玉米价格上涨的影响为 30%；在受限情境下，乙醇对玉米价格预期上涨的贡献率为 60%。
Glauber (2008)	截止 2008 年 4 月之前的 12 个月。	美国生物燃料产能提高对玉米价格的贡献率约为 25%；美国生物燃料生产对全球粮食价格上涨的贡献率约为 10%（国际货币基金组织全球粮食商品价格指数）。
Lipsky (2008) 和 Johnson (2008)	2005—2007	全球生物燃料需求扩大对玉米价格上涨的贡献率为 70%。
Mitchell (2008)	2002—2008 年中期；特定方法：美元走势和能源价格对测算粮价的影响，其余归于生物燃料的影响。	粮食商品价格上涨中有 70-75% 是由于全球生物燃料以及由其引发的结果，包括粮食库存减少，大规模土地用途转变，投机行为以及出口禁令。

来源	覆盖范围和主要假设	影响
Abbott, Hurt 和 Tyner (2008)	2004 年到 2008 年, 玉米价格从每蒲式耳 2 美元升至 6 美元, 同期原油价格由 40 美元飙升至 120 美元。	玉米价格上涨的 4 美元中, 就有 1 美元 (25%) 是因为每加仑乙醇获得 0.51 美元的固定补贴。
Rosegrant (2008)	2000—2007; 生物燃料需求实际增长情境与生物燃料根据 1990—2000 年历史增速增长的基础情境比较。	生物燃料需求增长对加权平均粮食价格上涨的贡献率为 30%, 对实际玉米价格上涨的贡献率为 39%, 对稻米价格上涨的贡献率为 21%, 对小麦价格上涨的贡献率为 22%。
Fischer 等 (2009)	(1) 基于国际能源机构《世界能源展望》2008 年预测的情境; (2) 不同于《世界能源展望》2008 年预测的情境, 二代生物燃料开发迟滞; (3) 大胆的生物燃料产能目标情境; (4) 区别于目标情境, 二代生物燃料开发加速。	小麦、水稻、粗粮、蛋白饲料、其他粮食和非粮产品分别的价格上涨情况, 对比参考情境: (1) +11%, +4%, +11%, -19%, +11%, +2% (2) +13%, +5%, +18%, -21%, +12%, +2% (3) +33%, +14%, +51%, -38%, +32%, +6% (4) +17%, +8%, +18%, -29%, +22%, +4%
欧洲环境政策研究所, 2012	欧盟生物燃料政策。	油籽: 8—20% 植物油: 1—36% 谷物/玉米: 1—22% 小麦: 1—13% 糖类: 1—21% ⁶⁵
欧洲环境政策研究所, 2012	全球/跨区域生物燃料强制规定。	油籽: 2—7% 植物油 ⁶⁶ : 35% 谷物/玉米: 1—35%

来源: 作者根据 Timilsina 和 Shtrestha (2010) 以及欧洲环境政策研究所 (2012) 编辑整理。

WEO=世界能源展望; IMF=国际货币基金组织

⁶⁵ ESIM 模型 (Blanco Fonseca 等, 2010) 预测玉米价格上涨 22%, 糖类价格上涨 21%。其他研究预测玉米或谷物价格涨幅不超过 8%, 糖类价格涨幅不超过 2%。

⁶⁶ 经合组织 (2008) 是唯一一个提供植物油数据的“全球性”研究。

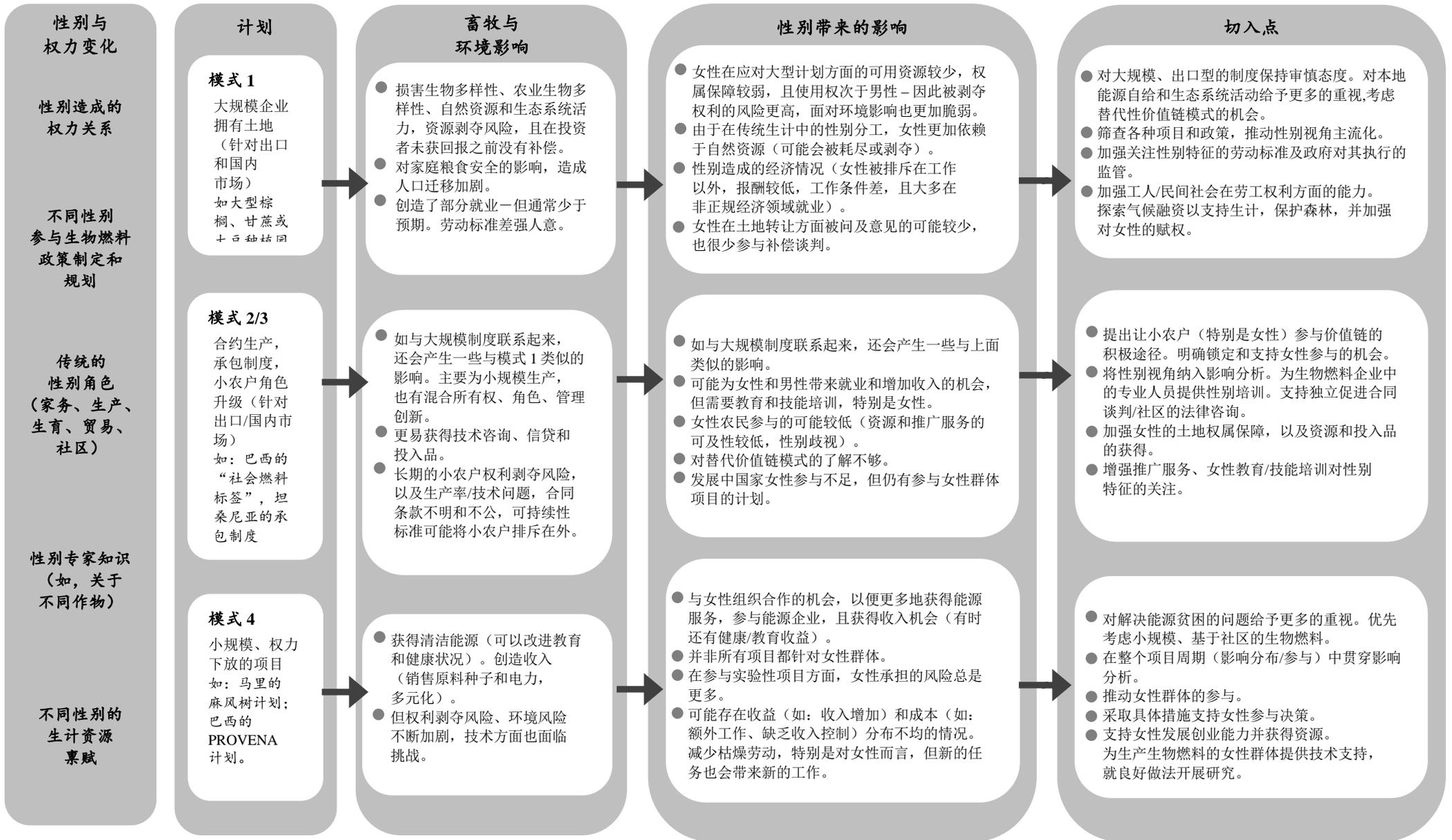
A2 非洲的土地交易情况

国家	投资类型	投资数量	土地 (公顷)	原料类型	年产目标 (升/公顷)	投资状态			总计 (公顷)
						运营	项目阶段	放弃	
刚果民主 共和国	国外	2	154 000	麻疯树, 棕榈油	无数据				154 000
	国内	0							
津巴布韦	国外	1	14 000	甘蔗	44 000	1			164 000
	国内	5	150 000	甘蔗, 麻疯树	58 400	4		1	
莫桑比克	国外	27	624 162	麻疯树, 甘蔗, 甜高粱, 棕榈油	无数据	24	1	2	645 162
	国内	1	21 000		无数据				
马拉维	国外	2	>7 000	麻疯树	无数据				>7 000
	国内	2	无数据	甘蔗	42 000	4			
赞比亚	国外	12	827 483	甘蔗, 麻疯树, 棕榈油	无数据	9	3	1	827 483
	国内	1		麻疯树	无数据	1			
安哥拉	国外	6	92 600	甘蔗, 麻疯树, 棕榈油	无数据	5	1		206 600
	国内	3	114 000	甘蔗, 甜高粱	无数据	1	2		
纳米比亚	国外	3	460 000	麻疯树, 甘蔗	无数据	2		1	460 000
	国内	0			无数据				
坦桑尼亚联合 共和国	国外	17	407 622	棕榈油, 麻疯树, 甘蔗, 巴豆, 甜高粱	无数据	13	2	2	409 622
	国内	1	2000	麻疯树	无数据	1			
马达加斯加	国外	18	1 249 600	麻疯树, 葵花籽, 棕榈油, 甘蔗, 木本生物质	无数据	14	1	2	1 249 600
	国内	0			无数据				
肯尼亚	国外	3	161 000	麻疯树, 甘蔗	无数据	3			211 000
	国内	1	40 000	甘蔗	无数据	1			
乌干达	国外	1	10 000	棕榈油	无数据	1			10 000
	国内	0			无数据				

刚果共和国	国外	3	110 000	棕榈油	无数据	3			110 000
	国内	0			无数据				
加蓬	国外	1	300 000	棕榈油	无数据	1			300 000
	国内	0			无数据				
埃塞俄比亚	国外	13	496 500	蓖麻, 麻疯树, 棕榈油, 甘蔗	无数据	1	1		610 490
	国内	4	113 990	蓖麻, 麻疯树, 棕榈油, 甘蔗, 水黄皮, 各类植物油	无数据	1			
苏丹	国外	1	600 000	麻疯树	无数据	1			660 000
	国内	2	60 000	麻疯树, 甘蔗	无数据	2			
喀麦隆	国外	3	97 168	油棕榈, 麻疯树	无数据	3			97 168
	国内	0			无数据				
尼日利亚	国外	3	61 292	甘蔗, 木薯, 甜高粱	无数据	2	1		103 292
	国内	3	42 000	油棕榈, 木薯, 甜高粱	无数据	2	1		
贝宁	国外	2	293 488	麻疯树	无数据	2			293 488
	国内	0			无数据				
加纳	国外	19	1 050 950	麻疯树, 木本生物物质, 甘蔗, 油菜籽, 油棕榈	无数据	18	1		1 202 200
	国内	5	151 250	麻疯树, 甘蔗	无数据	5			
马里	国外	6	142 432	甘蔗, 麻疯树	无数据	6			242 432
	国内	1	100 000	麻疯树	无数据	1			
利比里亚	国外	1	168 748	油棕榈	无数据	1			168 748
	国内	0			无数据				
塞拉利昂	国外	6	314 500	甘蔗, 油棕榈, 麻疯树	无数据	6			314 500
	国内	0			无数据				
塞内加尔	国外	2	150 000	麻疯树	无数据	2			158 700
	国内	2	8 700	甘蔗, 麻疯树	无数据	2			

来源: German, Schoneveld 和 Mwangi (2011)

A3 生物燃料：性别影响



A4 高专组项目周期

高专组成立于 2009 年，是世界粮食安全委员会（粮安委）改革的一项内容。高专组的使命是评估分析当前的粮食安全与营养状况及其内在成因；运用现有的高质量调研、数据和技术研究，就具体的政策相关问题提供科学的、基于知识的分析和建议；提出新出现问题，并帮助各成员对未来行动以及对重点领域的关注安排先后次序。

高专组从粮安委接受其职责任务，并向粮安委报告。高专组独立于政府立场编写报告，提出建议和咨询，以期通过综合分析咨询为辩论提供素材和依据。

高专组设有二级架构：

- 指导委员会，由 15 名来自不同粮食安全和营养领域的国际知名专家组成，专家由粮安委主席团任命。高专组指导委员会成员以个人身份参与相关工作，而不作为各自政府、机构或组织的代表。
- 项目组，由指导委员会选聘和管理，以具体项目为依托，针对具体问题进行分析/报告。

为确保具体过程的科学合理性和可信度，以及各种形式知识的透明公开，高专组依据粮安委商定的具体规则运作。

报告由设定时限的分主题项目组编写，项目组由指导委员会选聘和任命，在其指导和监督下开展工作。

尽管时间受到严格限制，但报告的项目周期仍包括了清晰定义的阶段——提出政治问题和粮安委的要求，指导委员会科学制定要求，项目组开展设定时限的分主题工作，以拓宽知识基础为目的的外部公开磋商，以及外部科学评审（见图 14）。

该过程促进了整个项目周期内指导委员会与项目组的科学对话，高专组名册内的专家，以及全球相关和有意于此的知识持有人，都积极参与提供多元的科学观点。

因此，高专组针对每份报告都要安排两次外部磋商：第一，针对研究范围；第二，针对零版草案。通过这种安排，该过程可向所有感兴趣的专家、高专组名册上的专家（目前有 1 200 位）以及所有利益相关方开放，听取他们的意见。收集到的意见（包括社会知识）然后交由项目组审议，并丰富知识储备。

报告草案提交接受独立的循证评审。然后经过讨论定稿，由指导委员会在面对面的会议上通过。

指导委员会通过的报告转交粮安委，对公众开放，且可为粮安委的讨论和辩论提供参考。

高专组、工作流程以及之前报告的所有相关信息都可见高专组网站：
www.fao.org/cfs/cfs-hlpe。

图 14 高专组项目周期



CFS 世界粮食安全委员会
HLPE 粮食安全和营养高级别专家组
StC 高专组指导委员会
PT 高专组项目组

资料来源：HLPE，2012。

封面照片: ©粮农组织/Giuseppe Bizzarri; ©粮农组织/Ami Vitale;
©粮农组织/Marco Salustro; ©粮农组织/Olivier Thuillier; Rufino Uribe



Secretariat HLPE c/o FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy

网站: www.fao.org/cfs/cfs-hlpe
电子邮件: cfs-hlpe@fao.org