

Low Input Sustainable Agriculture and Its Development Status in China

Siok Foon Kelly Chew^{1*}, Zhihan Ng^{1*}, Tongqi Liu², Changchai Ng^{3#}

¹ Greenfeed Agro Sdn Bhd, Kuala Lumpur

² Beijing Agro-Tech International Co. Ltd., Beijing

³ Low Input Sustainable Agriculture Consortium, Kuala Lumpur

Email: #ccng@greenfeed.com.my

Received: Apr. 18th, 2020; accepted: May 7th, 2020; published: May 14th, 2020

Abstract

The highly industrialized way of agriculture has caused significantly negative impacts on production, socio-economic and biodiversity in our life, which also indirectly accelerated the development of new agricultural norms. This has prompted strong interest of new environmental social movement as well as new agricultural practices in the world. Under this circumstance, Low Input Sustainable Agriculture (LISA) has been proposed and promoted worldwide and it is now increasingly become a new global trend in many agricultural protocols and practices. Sustainable development requires participation of both the government and peoples. Many countries have promulgated related law and regulations to manage LISA practices in their agricultural sectors. Efforts including reduction on fertilizer and agrochemicals application, agro-ecology restoration, implementation of IoT (internet of thing) in farming, agricultural education outreach, and farm automation application are the practices that have been conducted in many countries. In the management palm oil plantation and production, Roundtable Sustainable Palm Oil (RSPO) organization have conducted LISA works to minimize environmental risks and to ensure the sustainability of palm oil production, RSPO practices also highly increased the profit of growers. In China, overuse of agrochemical products has led to soil destruction and other environmental pollutions. Introduction of LISA recent years has complied with China national regulation on fertilizer and agrochemicals cut to restore soil fertility and maintain the crop productivity, and most importantly, these sustainable farming helps to increase farmer income by cutting unnecessary costs. According to authors, there are several points that LISA needs to meet to land in China. Firstly, technology comes first, and the solution to farmers' problems still goes back to the essence of technology; secondly, aging labor burden reduction is an upcoming problem to be solved in many area, which needs to be realized by more efficient management programs. Thirdly, agricultural outreach services for both theoretical and practical guidance to farmer. Lastly, Chinese LISA needs to enter agricultural and rural units. The long term objective is to launch related farm management regulations to create potential benefits to downstream of agricultural chain.

Keywords

Agriculture, Ecology, Environment, Profit, Sustainable Development

*共同第一作者。

#通讯作者。

LISA低投入可持续农业和在中国发展现状

周淑芬^{1*}, 黄芷涵^{1*}, 刘统棋², 吴展才^{3#}

¹绿丰农业私人有限公司, 吉隆坡

²北京艾格鲁国际农业科技有限公司, 北京

³低投入可持续农业发展联盟, 吉隆坡

Email: #ccng@greenfeed.com.my

收稿日期: 2020年4月18日; 录用日期: 2020年5月7日; 发布日期: 2020年5月14日

摘要

农业高度工业化对社会经济和生物多样性所带来的负面影响日渐增高, 也间接加快了新型态农业规范的发展脚步。此现象也在全球催生了新的环境社会行动和农业操作模式。低投入可持续农业(Low Input Sustainable Agriculture, LISA)也逐渐导向为全球所关注。可持续发展课题需要政府与民间合力推广。全球多个国家致力于LISA在农业上的推广, 透过出台各种法案, 来减少肥料与农化学品的应用, 恢复农业生态, 实施农业信息化(IOT), 农业教育推广以及农业机械化等。可持续棕榈油圆桌倡议组织(RSPO)是世界棕榈油产业中重要的组织之一, 实施LISA以降低环境风险, 并且维持棕榈油生产的可持续性。此外, RSPO的指导框架也努力提升种植者的收入, 改善了种植者的生活水平。在中国, 过量化肥和农药导致土壤退化, 也造成了环境污染。近年来, LISA理念的进入也恰逢国家推展的双减政策, 可持续农法降低不必要的生产成本, 以增加农民的收入。作者以为, LISA在中国落地, 需要满足几点, 首先是技术先行, 解决农户问题仍回归技术本质。二者, 劳动力减负为下个爆发痛点, 需仰赖更有效率的营养管理方案来实现。第三, 农业科普教育推广懂田间实战的技术专家更能贴近市场。最后, 中国式LISA需要走进农业农村单位, 长期工作目标则是设定LISA田间作业规范, 把影响力发挥到农产产业链下游。

关键词

农业, 生态, 环境, 利益, 可持续发展

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言: 发展的缘由

从人类的生活史考究, 可追溯到刀耕火种的原始农业, 逐渐迈入铁犁牛耕的传统农业, 到农业工业化的阶段[1] [2]。然而, 高度工业化, 从而促使农业中大规模应用化肥, 农药, 除草剂和农业机械, 导致环境资源与能源的过度消耗, 造成一系列的经济和社会后果, 影响了人类赖以生存的地球环境[3], 人类也逐渐意识到迄今为止的发展模式不可持续[4]。1962年一名美国记者, 蕾切尔·卡逊的著作《寂静的春天》(Silent Spring)作为环境关怀议题的滥觞。本书唤醒人们对不当使用农化产品对环境造成的危害, 引起了重大关注, 也造成了美国的绿色运动起源[5] [6]。直到1988年, 美国率先提倡“低投入持续农业”(LISA)。到了1991年, 联合国粮食组织随即发表了“登博斯发宣言”, 定调“可持续农业于农村发

展”政策。随之，可持续农业也逐渐成为全球关注的一种农业发展的新趋势。低投入可持续农业是指减少化肥，农药等外部合成产品投入，围绕农业自然生产特性，利用和管理农业内部资源，保护和改善生态环境，降低成本，以获得理想的收益[3]。在马来西亚，低投入可持续农业联盟兴起与 2016 年，迅速在东南亚区域迅速传播，目标是让更多农业人加入低投入可持续农业[7]，中国在 2015 年开展农药化肥减量的同时，也是 LISA 理念开始进入中国的时期，并于 2019 年正式在中国成立 LISA 联盟联络处[8]。

2. 低投入可持续农业的重要性

传统农业已经能满足当下的粮食需求，伴随而来的却是因为农业投入带来的环境污染和经济风险的问题[9] [10]。农业生产为满足人口的增长，不得不依赖科技和系统管理，来提高粮食产量和安全，同时，还需要兼顾环境友善[11] [12]。低投入可持续农业(LISA)的理念和做法，不但减少农化产品的成本、保护环境资源质量及人类健康和食品安全的可持续性，同时也将农业所需成本降到最低[13] [10]。

2.1. 减少农化产品的成本

石化燃料价格上涨，它不仅影响了运输到肥料等费用的农业成本，也直接导致农药价成本不断攀升，带给农业的财务压力十分巨大[11] [13]。在美国，由于生产成本低、农产品价格低，有 20% 的农户面对破产危机[14]。LISA 以减药、减肥的模式，不但直接降低农户的成本，同时保持作物的产量和环境的可持续性。报告显示在 130 公顷的农场进行了五年的 LISA 研究(1978~1982)结果表明于传统农法对比时，LISA 农场的农作物产量增加了 10%，土壤保肥力保持良好，土壤侵蚀问题明显减少和生产成本也降低了 10% [15]。

2.2. 保护环境资源质量

过量的农药化学用量导致水质下降，造成病虫抗性，减少农作产量以及危害人类健康[16]。2017 年美国环保署对全国水质总体评估的结果报告显示，美国有超过 61 万英里的河水和溪流，因农业活动而受到污染和损坏[17]。此外，大量使用化学农药的集约种植，给带来环境污染、害虫抗性、减产，并危害动物栖息地[13] [10]。化学品减量，能减少河川污染的风险，能直观的降低农业投入成本[14]。研究显示，可持续农场提高了土壤里可吸收的磷和钾的含量，同时也降低了农业生产成本[15]。此外，综合农法管理如中国采用的垄栽农法改进土壤水分和养分，提高农作物产量，并减少农药的使用量[18]。综合害虫管理技术(IPM)、生物防控、农药物品的相互辅佐，有助于控制田间害虫，并减少单一使用农药的依赖[12] [10]。害虫天敌、作物轮作、田间卫生是防治害虫的一些控制措施。据报告，田间轮作法的玉米产量比连续种植玉米产量提高了 10% 左右，同时有效地控制杂草的生长[14]。研究显示，免耕高粱叶片害虫比常规耕作高粱相比已减少了 2 倍，这可能是由于免耕高粱天敌增加所致[19]。所以，农场组合策略能够降低投入成本，维持高产且生态友好的农业生产。

2.3. 人类健康和食品安全

人类处于食物链的顶端，根据联合国估计，每年约有 200 万人因农药中毒和 1 万人因而死亡，75% 都来自于发展中国家[20]。联合国粮农组织在《2030 年可持续发展议程》会议中已明确的订定了“消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业”的可持续发展目标。在这个大框架的零饥饿目标，确保人们能够获得足够的食物，维持环境资源和生物多样性，并提高农民的盈利能力和生产力[21]。不少国家都出台化学农药的使用政策和指导准则，限制或限量了特定农作物的使用，以确保公众健康和环境的可持续性[22]。

3. 国际间 LISA 运作

可持续发展课题从政策拟定、监督、执行,需要政府民间合力推广。在化肥农药领域,各国也大力提倡减肥增效、精确施肥。欧盟的丹麦,从 80 年代起已立法制定,规范氮,磷,钾肥依据不同土质与作物条件,不允许超过所制定的标准用量[23]。丹麦的三大类化肥总体施肥量,从 80 年代的 224 公斤下降到 2014 年的 120 公斤[24],目前依旧维持这个用量水平上下。德国也出台现代农业法规,农业种植需遵守七项法律法规,其中包括肥料使用法。《2030 议程》,拟定从 2028 年至 2032 年将农用氮盈余总量降至每公顷年均 70 千克。面对可持续农业发展,德国也是其中一个大力推广生态农业的国家,大多数农场属于农牧结合型,推广合理轮作。德国成立了生态农业促进联合会,生态农业在农业用地中所占的比例提高至 20% [25]。德国也采用少耕,免耕法,主要保护土壤结构,安排休耕计划,以缓解生产过剩和自然环境破坏问题。

在亚洲的日本经历“石油农业”(化学农业)的事件后,也加快了生态农业的步伐。政府实施提高生态农业产品价格,减免部分税收制度,鼓励农民改变传统农法[26] [27]。农业信息化也是扶助农业可持续发展的动力,在农业生产,销售链上,经由大数据分析,智能化做出合理的决策,可充分利用资源,获得更理想的收益。日本政府建的信息化服务网络,能对全国农产品的生产数量,价格行情统计与预测,整合市场销售信息,也给予购买电脑系统的农户一定的补助,并提供培训课程,应因老年人还特别设计的简单系统操作界面,让农户更容易使用。美国在建构农业信息化服务网络方面,已经建成世界上覆盖范围最广的农业信息化服务。大型农业企业也致力于农业信息化建设,如 FarmSight, MyJohnDeere.com 和 Cropi 系统等。这些系统除了可以收集农业大数据,农民还能透过系统,直接和专业人士咨询。透过农业信息化有效的利用,不仅能提高农产效率,增加产量,也能依照情况做出适时的决策,进而提高农名的整体收入[28]。

从教育传递可持续农业发展的重要性,也是各国所拟定的政策之一。美国在农业部的农作系统信息中心(AFSIC),收集全球可持续农业的一切相关资讯,供相关研究者使用。美国农业图书馆,俗称世界上最大的农业图书馆[29] [30]。在丹麦,全国共拥有 25 所农业学院,同时也在 95 个地方建设质询服务中心,有专家为质询人员,让在地的农业知识与研究普及化[31]。在大洋洲的新西兰与澳大利亚自 19 世纪以来,两国农业人口幅度持续下降,反之农场规模则逐年增长,农业生产力不减反增[32]。农业机械化、减免税收、新型设备农场补贴是其发展的诱因[33]。透过农业机械化可提高农业生产,减低生成成本,用机械化辅助大部分人工农活,也为实践农业可持续发展的一环。较大型的农场也具有更多的资金,投入及应用在现有的新科技,更有效提高生产率,稳固两国在农业市场上的竞争力[34] [35]。

4. 棕榈种植持续性农业发展

可持续棕榈油圆桌倡议组织(RSPO)是一个多方参与的非营利机构,专注在可持续棕榈油产品的生产、采购、资金运作和产品使用。据报道,与 2018 年相比,2019 年的 RSPO 认证的种植园(16 个国家)总占地面积增加了 22%。印度尼西亚和马来西亚仍是最大的棕榈油生产国,占 RSPO 认证总面积的 81%。RSPO 的目标与 LISA 一致,以改善棕榈种植者的生活品质,增加棕榈油产业的经济效益,保护环境资源,从而实现可持续的棕榈产业。棕榈可持续性发展监测和评估的指导框架都以 RSPO 变革理论(ToC)为基础,并且参考了国际可持续标准联盟(ISEAL)的共同核心指标和联合国可持续发展目标[36] [37]。自 2018 年以来,马来西亚 RSPO 认证的总面积从 955,233 公顷增加到 1,118,115 公顷,上涨 24%。显示马来西亚的棕榈种植者和小规模种植者了解可持续发展在棕榈工业中的重要性。除马来西亚外,印度尼西亚、拉丁美洲和非洲等国家的 RSPO 认证总面积分别增长 27%、5%和 56%。从 2016 年至 2019 年,全球 RSPO 认证可持续棕榈油(CSPO)和认证可持续棕榈仁油(CSPK)的产量有明显的增长,分别为 32%和 31% [38] [39]。

棕榈油拓展种植生产，一直为欧盟所诟病，传统棕榈油生产导致生态系统退化和生物多样性丧失，砍伐森林变成是首要和最紧迫的论点。RSPO 致力于解决这些环境面临的风险。在 2000 年至 2015 年，非认证区的原始森林和开伐森林的总损失，比 RSPO 认证区高出 25 倍，RSPO 的认证园的树林砍伐率也从 9.8% 减少到 6.6% [38]。

在 RSPO 的指导原则，新型种植流程(NPP)确保新棕榈种植是环境友善及可持续性的。在 2019 年 6 月的数字，全球一共有 1,63 万公顷棕榈种植面积实行 NPP 流程，较去年增长了 6% [39]。

由于种植在泥炭土地的棕榈增加了总温室气体排放量，RSPO 也实施非泥炭土的种植政策。在 2015 年至 2017 年的研究显示，含泥炭种植区的年全平均二氧化碳排放比矿质土壤种植区高出 250% [38]。此外，RSPO 也定制计算棕榈温室气体(Palm GHG)计算方式作为评价工具，计算棕榈油生产到新开发阶段的温室气体排放量。研究显示，马来西亚、印度尼西亚、巴布亚新几内亚、南美洲和非洲在减少温室提起排放计划中放映积极的影响，净温室气体排放预计减少约 200 万吨二氧化碳[40]。与非认证区对比，RSPO 认证的棕榈种植区对全球暖化影响较小，分别为 35% [41]。此外，经认证的小规模种植者的盈利能力，比非认证计划小规模种植者高与 35%，使棕榈产量增长 32%，和降低运营成本(9%)。产量提升增加了棕榈油的销售，增加了农民的收入，主要体现在减少了农化产品和肥料的投入成本[42] [43]。泰国的 Patum Oil 和壳牌国际(Shell Global)也在和泰国开展“增强泰国棕榈油合作伙伴在可持续棕榈产业”项目中说明可持续性棕榈种植提高产量、降低生产成本和健康风险，使棕榈种植者受益[44]。

5. 中国低投入可持续农业发展和经验

走过了喂饱百姓的“增肥增产”的农业发展模式，也意识到各种低效农药化学品、地力退化、产和质量提不上等问题，中国也迎来了发展可持续农业的时代。中国耕地面积的化肥平均使用量超越安全标准用量 1.93 倍，效率最高只达到 40%；高毒农药在农药使用量占据 70%，有 60~70% 残留在土壤中[45]。随着中国耕地面积的减少、水资源短缺、加上气候变化与经济实力逐渐增长等问题，中国农业政策需从过去主要依靠化学农业支撑产量的走向，转变为科技化可持续性绿色农业、提高质量和效益[46] [47]。中国地大物博，气候带辽阔，作物品种丰富，可持续农业政策的实践需要符合中国农业发展特点及国情所定制。然而在如何变化依旧离不开科学化的技术和经营管理，实践具体模式包括使用高科技资材、合理轮作模式、种养综合、生物防控等，并合理适量应用化学农药，来实践“农业增效、农民增收、农村增绿”的三农政策[27]。最早在 1994 年实施了 50 个生态农业试点县建设，示范在不同类型地区和经济技术水平的生态农业模式，包括了农林牧立体结构，南方水田生物物种共生等生态经济模型，呈现出整体优化、可持续性农业的基本特征[27] [48]。以稻虾共养为例，在 2017 年全国适宜稻虾共生的稻田面积占现有稻田总面积的 15%，从 2010 年到 2017 年的稻虾共作面积也增加 45 倍[49]，这也表明农民从稻虾共作体会了改善稻米品质，降低肥料农药成本及提升农户收入[21]。于是，各种细化的农业发展百花齐放，如低碳农业，不仅关注在农业经济能力，更重要的是在于生态和社会功能。这农业转型不但要实现农作物的高产增收，减少农业面源污染[45]。为保障国内粮食安全、提高农户收入，并实践农业可持续发展的目标，中国在 2006 年废除农业税之外，也开始走向补贴农业政策以支持和保护农业的可持续性发展，形成“种粮直补、农资同和补贴、良种补贴及农机具购置补贴”等四大补贴、价格政策和环境保护为主要农业核心政策[50]。中国农业科技人员通过农业技术示范中心和承包种植计划来宣传新的粮食品种和种植技术，指导合适肥料和农药等，并籍此提高农业生产效率，从而维持农业可持续性发展。

LISA 联盟在中国以 2018 为启动元年，2018 全国性会议中也把减肥增效、提质增效的主轴定下[51]。是年底，LISA 联盟进一步邀请中国践行者到马来西亚访问，2019 年由西北农大的教授群率领和联盟主席的见证之下，LISA 联盟和陕西洛川果业也签订了战略合作协议[52] [53]。针对南方经济林，LISA 联盟

2019 年会针对广西桉树等经济林, LISA 联盟在中国分会单位 - 艾格鲁国际, 也共同针对 LISA 联盟在中国的发展工作总结与未来战略规划进行了商讨。论坛会议总结了自 2017 年的工作报告, 进一步确认了透过 LISA 管理, 肥料的使用量减少 85% 以上, 山区施肥的施肥成本减少 60% 以上, 且对树体生长的增幅是较常规高出约 70% [54] [55]。马来西亚 LISA 联盟于 2019 年底, 与长江大学农学院合作研究新型沸石肥料在江汉平原稻虾互动模式下进行一次性施肥, 探究新型沸石肥料在稻虾互动模式下对水稻产量、食味品质的影响。结果表明, LISA 特种营养管理的水稻的叶片 SPAD (叶绿素), 分蘖数和 LAI (叶面积) 都较常规高。处理组在产量、千粒重、出米率、精米率均较常规组处理高。抽穗后 15 日实验处理叶片干物质含量较高, 说明在灌浆期拥有较高的光合能力[56]。

政策的执行落地, 通常需要政府和民间的相互配合, 尤其是具有前瞻性的政策, 更需要由政府带头并制定方向。中国因长期以来施肥不当带来农地衰败的现状, 让政府出台的诸如水肥一体化、测土配方、有机加无机(肥)等政策, 给中国农民制定了指引的方针。农业从生产到销售, 链条上游涉及的环节多为不可抗的因素, 诸如倒春寒、旱季、蝗灾、台风等等, 决定政策的成败, 已不再是群体或个人的意愿, 还多了这些外部因素。此外, 还有社会因素, 中国农民劳动力年龄层, 按 2017 第三次全国农业普查报告数据, 全国各地农业生产经营人员在 55 岁以上, 按各地区不同占了 29.5~37.9%, 也就是说守住老百姓饭碗的第一线工作者都面临劳动力减退的危机。因此, 对 LISA 在中国安家落户的几点建议:

1) 技术先行

农业资财占了农业支出的比例极高, 传统农化产品对病虫害的控制, 更直接带来 30% 的减产。肥培管理的支出不合理化, 更直接是土壤恶化的元凶。因此, 适用于地方作物或风土的资财, 同时还得兼顾生态的发展。不少地方政府已把化肥减量当作是施政政绩指标, 有者更出台购买化肥实名制度, 旨在减少其对土壤盐碱化、酸化的问题[57]。技术上必须满足作物需求, 又要求对生态无顾虑。因此, 缓控释肥、生物刺激素、土壤增效剂等名目产品的出现, 在近 2 年来中国农资市场概念漫天飞, 名目层出不穷, 正常发展的市场应该减少鼓吹产品新概念, 回归技术本质和作物效用原理。

2) 劳动力减负为下个爆发痛点

年轻劳动力出走, 隔代教养不只是社会问题, 也是农民劳动力年龄层日渐走高的农业问题。不完全统计, 中国南方有上千万亩的山区林木, 必须兼顾砍伐和造林的需求, 但缺乏同时能供肥和劳动力减负的有利工具来满足南方经济林的市场需求。北方如西北山区苹果, 也缺乏同时能解决供肥、缺水、上山多重障碍的有力工具。劳动力减负必须以技术研发为依归, 仰赖更有效率的营养管理方案来实现。

3) 农业科普教育推广

科普兴农, 在德国、丹麦, 取得农民经营资格需要考取证照, 农民也以身为农夫而自豪。在美国, 农场的管理员必须具备农艺师资格, 能从配方施肥到病虫害独当一面管理上千公顷的小麦田。中国作物相丰富多元, 地方农业农村单位或推广中心, 无法针对特定作物执行过于细化的管理建议, 科普教育工作多由民间企业进行植入性的推动。然而, 这就和从社群媒体接受的信息一样, 较为碎片化和缺乏系统化, 事实上, 农户面临的都是田间地头的难题, 能解决他们的问题才是好方案。针对有学习能力和需求的技术型农民, 中国社群媒体都流行网上讲课和直播教学, 尤其在过去新冠疫情期间, 网路提供许多农业知识的学习机会, 也造就了不少农民讲师。然而, 理论必须结合实践, 懂田间实战的技术专家更能贴近市场。

4) 中国式 LISA 需要走进农业农村单位

LISA 起源于国外政府, 发扬于国际组织, 进入中国后由民企发挥影响力。表面上 LISA 内涵和中国减肥增效政策雷同, 实质上, LISA 更强调的是提供田间技术、方案来达到兼顾生产和生态的需求。为此, LISA 在中国下一步的工作目标, 是借由农业农村单位的力量, 由上而下宣而广之, 长期工作目标则是设

定 LISA 田间作业规范, 增加果园和果品认证, 增进产品价格的竞争力, 把影响力发挥到农产产业链下游, 都是需要各级政府一起配合努力。

6. 总结

全球农业形态从生产面到消费面, 因应人口、天候、地力退化的问题, 产生量和质的变化, 也直接促使了新型态农业规范的发展脚步。低投入可持续农业(Low Input Sustainable Agriculture, LISA)是全球化运作过程中的新型农业形态, 从全球的发展脚步, 到世界上最重要的油料作物之一, 都以 LISA 模式运作, 以降低环境风险, 并且维持棕榈油生产的可持续性。在中国, LISA 理念的进入也恰逢国家推展的双减政策, 在中国成立 LISA 联盟联络处, 并成功践行了山区减肥增效、果园提质增收等工作, 让中国式 LISA 进一步发展成为全球农业新形态的推广典范。

参考文献

- [1] 贾雷德, 戴蒙德, 谢延光. 枪炮, 病菌与钢铁[J]. 中华环境, 2017(8): 45.
- [2] 蒋亦凡. 面对工业化农业, 德国人说: “我们受够了!”[EB/OL]. 澎湃新闻. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1322831, 2015.
- [3] 刘彦随, 吴传钧. 国内外可持续农业发展的典型模式与途径[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2001(2): 119-124.
- [4] 周文重. 可持续发展: 重大而紧迫的全球课题[EB/OL]. 华夏时报. <http://www.chinatimes.net.cn/article/49245.html>, 2015.
- [5] 《寂静的春天》与美国的绿色运动[EB/OL]. 东方历史评论. <https://cul.sohu.com/20151124/n427916273.shtml>, 2015.
- [6] 吴展才. 低投入可持续农业的中国式 LISA[EB/OL]. <http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---15991.htm>, 2018.
- [7] 专访大马农大校长——低投入可持续农业和联盟[EB/OL]. http://www.agri.cn/V20/ZX/sjny/201806/t20180625_6177858.htm, 2018.
- [8] 国际低投入可持续农业 LISA 联盟于四川成都召开[EB/OL]. <http://www.cnfert.com/zixun/hangye/2018-11-27/98337.html>, 2018.
- [9] Cristache, S.E., Vuta, M., Marin, E., Cioaca, S.I. and Vuta, M. (2018) Organic versus Conventional Farming—A Paradigm for the Sustainable Development of the European Countries. *Sustainability*, **10**, 4279. <https://doi.org/10.3390/su10114279>
- [10] O’Connell, P. (1991) Sustainable Agriculture. USDA, Washington.
- [11] Hanson, J. and Hendrickson, J. (2009) Toward a Sustainable Agriculture. In: Franzluebbbers, A.J., Ed., *Farming with Grass: Achieving Sustainable Mixed Agricultural Landscapes*, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, 26-36.
- [12] Cook, J. (1996) Sustainable Agriculture: Introduction and Summary. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **18**, 115-118. <https://doi.org/10.1080/07060669609500634>
- [13] Schaller, N. (1989) Low-Input Sustainable Agriculture. USDA, Washington.
- [14] Pimentel, D., Culliney, T., Buttler, I., Reinemann, D. and Beckman, K. (1989) Low-Input Sustainable Agriculture Using Ecological Management Practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **27**, 3-24. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88610-1.50004-8>
- [15] Liebhardt, W. (1987) Low-Input Sustainable Agriculture Production Systems. In: Phillips, A. and Schweitzer, G., Eds., *Agricultural Development and Environmental Research*, U.S. National Academy of Sciences, Washington DC, 80-88.
- [16] Ribaudo, M. and Johansson, R. (2006) Water Quality: Impacts of Agriculture. In: Wiebe, K. and Gollehon, N., Eds., *Agricultural Resources and Environmental Indicators*, United State Department of Agriculture, Washington DC, 33-41.
- [17] EPA (2017) National Water Quality Inventory: Report to Congress. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.
- [18] Zheng, H., Huang, H., Liu, J., Yao, L. and He, H. (2014) Recent Progress and Prospects in the Development of Ridge Tillage Cultivation Technology in China. *Soil and Tillage Research*, **142**, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.04.001>
- [19] Blumberg, A. and Crossley Jr., D. (1983) Comparison of Soil Surface Arthropod Populations in Conventional Tillage,

- No-Tillage and Old Field Systems. *Agro-Ecosystems*, **8**, 247-253. [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(83\)90007-0](https://doi.org/10.1016/0304-3746(83)90007-0)
- [20] Horrigan, L., Lawrence, R. and Walker, P. (2002) How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture. *Environmental Health Perspectives*, **110**, 445-456. <https://doi.org/10.1289/ehp.02110445>
- [21] FAO (2017) Food and Agriculture: Driving Action across the 2030 Agenda for Sustainable Development. FAO.
- [22] Jess, S., Kildea, S., Moody, A., Rennick, G., Murchie, A. and Cooke, L. (2014) European Union Policy on Pesticides: Implications for Agriculture in Ireland. *Pest Management Science*, **70**, 1646-1654. <https://doi.org/10.1002/ps.3801>
- [23] Institute for Global Environmental Strategies (2014) Reducing Fertiliser Use in Denmark [Fact Sheet]. <https://www.iges.or.jp/en/pub/reducing-fertiliser-use-denmark/en>
- [24] Roser, M. and Ritchie, H. (2020) Fertilizers. Published Online at OurWorldInData.org. <https://ourworldindata.org/fertilizers>
- [25] 德国可持续发展战略[EB/OL]. <https://environmental-partnership.org/wp-content/uploads/2017/11/2017-04-12-kurzpapier-n-chinesisch-1.pdf>, 2016.
- [26] 罗如新. 日本发展环保型生态农业的经验及其对中国的借鉴[J]. 安徽农业科学, 2013(36): 14001-14002.
- [27] 《视觉天下·百科知识丛书》编委会. 改变人类生活的学问——化学[M]. 北京: 中国画报出版社, 2013.
- [28] 李敏. 发达国家可持续农业发展的新趋势[J]. 可持续发展, 2015, 5(4): 151-157.
- [29] 黄芷涵, 周淑芬, 吴展才. 国际可持续发展农业政策和行动方案[J]. 汉斯出版社, 2019, 9(4): 757-766.
- [30] 黄永军. 克林顿的眼光与胆识[M]. 北京: 北京图书出版社, 2004.
- [31] “生态农业”中国农业应向丹麦农业学什么?[EB/OL]. http://blog.sina.com.cn/s/blog_dbf43dc50102vbzj.html, 2014.
- [32] Robertson, M. (2010) Agricultural Productivity in Australia and New Zealand: Trends, Constraints and Opportunities. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, Vol. 72, LI-LXII.
- [33] 解读澳大利亚、新西兰《农业及农机化促进政策》[EB/OL]. http://www.twwtn.com/detail_107918.htm, 2010.
- [34] Strappazzon, L., Knopke, P. and Mullen, J.D. (1995) Productivity Growth: Total Factor Productivity on Australian Broadacre Farms. *Australian Commodities: Forecasts and Issues*, **2**, 486.
- [35] Knopke, P., O'Donnell, V. and Shepherd, A. (2000) Productivity Growth in the Australian Grains Industry. ABARE Research Report.
- [36] RSPO (2017) RSPO Theory of Change. RSPO, Kuala Lumpur.
- [37] RSPO (2018) Principles and Criteria for the Production of Sustainable Palm Oil. RSPO, Kuala Lumpur.
- [38] RSPO (2018) Impact Report 2018. RSPO, Kuala Lumpur.
- [39] RSPO (2019) Impact Update 2019. RSPO, Kuala Lumpur.
- [40] Gan, L., Parish, F., Cai, H. and Tan, J. (2018) Towards Low GHG Emission in New Oil Palm Development—Results of RSPO's Approach. *The Planter*, **94**, 225-238.
- [41] Schmidt, J. and De Rosa, M. (2019) Comparative Life Cycle Assessment of RSPO-Certified and Non-Certified Palm Oil. LCA Consultants.
- [42] Hidayat, N., Offermans, A. and Glasbergen, P. (2016) On the Profitability of Sustainability Certification: An Analysis among Indonesian Palm Oil Smallholders. *Journal of Economics and Sustainable Development*, **7**, 45-61.
- [43] RSPO (2015) The Impacts of RSPO on the Livelihood of Smallholders: Case Studies in East Malaysia. RSPO, Kuala Lumpur.
- [44] Sinsuphan, P. (2015-2016) Sustainable Palm Oil: Including Smallholders in a Sustainable Supply Base—A Case Study in Thailand. Institute of Development Policy and Management, University of Antwerp, Antwerpen.
- [45] 许广月. 中国低碳农业发展研究[J]. 经济学家, 2010, 10(10): 72-78.
- [46] 卜慧明. 中国农业全球化: 保障全球粮食供给[R]. 伦敦: 国际环境与发展研究所(IIED), 2012.
- [47] 魏后凯. 中国农业发展的结构性矛盾及其政策转型[J]. 中国农村经济, 2017(5): 2-17.
- [48] 刘彦随, 吴传钧. 国内外可持续农业发展的典型模式与途径[J]. 南京师大学报, 自然科学版, 2001, 24(2): 119-124.
- [49] 曹凑贵, 江洋, 汪金平, 袁鹏丽, 陈松文. 稻虾共作模式的“双刃性”及可持续发展策略[J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(9): 1245-1253.
- [50] 倪洪兴. 中国农业支持政策研究[EB/OL]. 日内瓦: 国际贸易和可持续发展中心(ICTSD), 2013. <http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---18892.htm?from=groupmessage>

-
- [51] 吴展才. 2018 成都 LISA 中国启动会——大力丸利撒的故事[EB/OL].
<http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---17462.htm>, 2018.
- [52] 吴展才. 农业一带一路效应——中国南北方实践 LISA 减肥增效聚首马来西亚[EB/OL].
<http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---17666.htm>, 2019.
- [53] 吴展才. 对接陕西专业苹果合作社——低投入可持续农业 LISA 在中国进一步落地[EB/OL].
<http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---20186.htm>, 2019.
- [54] 吴展才. 中国桉树种植的挑战和可持续发展机遇[EB/OL].
<http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---18892.htm?from=groupmessage>, 2019.
- [55] 江华. 中国农业转型期对外求索, LISA 理念将改变中国农业格局[EB/OL].
<http://www.nzdb.com.cn/qy/264227.jhtml?from=singlemessage&isappinstalled=0>, 2019.
- [56] 林胜杰, 王振, 吴展才, 田小海. 新型高效肥料对稻虾共作水稻生长和品质影响[J]. 土壤科学, 2020, 8(2): 123-131.
- [57] 浙江省农业农村厅. 买化肥要实名浙江已试行化肥定额制[EB/OL].
<http://cn.agropages.com/News/NewsDetail---19891.htm>, 2019.