

低碳农业发展模式探讨

黄贤贵, 柯瑞清, 翁伯琦

(福建省农业科学院, 福建 福州 350003)

摘要: 应对全球气候变化, 农业应有所作为。本文以资源节约、提高利用率、有效减少废弃物以及立体种养与循环利用开发等为切入点, 重点阐述低碳农业的各种模式, 并综合区域农业特点, 提出推广低碳农业模式的若干建议。

关键词: 低碳农业; 节能减排; 模式

中图分类号: F 32

文献标识码: A

Discussions on Development Models of Low-carbon Agriculture

HUANG Xian-gui, KE Rui-qing, WENG Bo-qi

(Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: Agricultural activities are important in response to the global climate changing. In this paper, various low-carbon agricultural models have been discussed by the key points of increasing the efficiency in saving and improving resource utilization, decreasing the release of agro-wastes or reusing of the wastes, as well as developing the agriculture on vertically distribution. Based on the regional characteristics in agriculture, some suggestions were also given for the development of the models.

Key words: low-carbon agriculture; energy saving and emission-reducing; model

气候变化问题是全球关注的焦点, 自 2003 年英国政府率先提出“低碳经济”的概念以来^[1], 世界各国都在致力于低碳经济的研究与探索。在 2009 年丹麦首都哥本哈根气候变化会议上, 我国政府庄严承诺到 2020 年实现单位国内生产总值 (GDP) CO₂ 排放量比 2008 年下降 40%~45%。由于农业用地排放的温室气体超过全球人为温室气体排放总量的 30%^[2], 因此要实现我国政府承诺的目标, 农业的减排任务责无旁贷。近年来, 我国农业战线的广大科技工作者、农业企业、种养大户和广大农民, 在实践中不断进行着低碳农业模式的探索, 并取得了一定的实效^[3-5]。

1 节约资源与有效替代模式

农用化学品如化肥、农药、农用薄膜等的使用促进了农作物的增产, 但同时也带来了很大的负面作用。除了带来农产品中含有农药等有毒物质的残留外, 还带来了严重的生态负面效应, 如农业面源污染、土壤板结退化等, 直接影响了农业的可持续

发展。近年来, 各地探索出了各种化肥、农药、农用薄膜等的减量与替代模式, 以及节水节能模式。

1.1 节省化肥模式

化学肥料的施用对农作物的增产起着举足轻重的作用, 但目前盲目施用化肥的现象仍十分严重。低碳农业的节省化肥模式, 主要是从合理施肥、增施有机肥、开发使用新型肥料等方面着手。

采取测土配方施肥技术可以提高肥料的利用率, 达到合理施肥、减少化肥施用量的目的。测土配方施肥技术顾名思义, 首先要测土, 即通过科学手段, 对某一地区某一地块的土壤进行土壤养分含量的分析测定, 准确了解土壤的各种营养元素含量和供应能力; 其次是配方, 即在测土的基础上, 进行土壤营养诊断, 根据不同作物不同生育期对营养元素的要求, 确定其肥料的施用方法及用量等; 最后根据配方对作物进行施肥。据北京等地多年的生产实践证明, 测土配方施肥比常规方法施肥, 可增加作物产量, 并可提高肥料的利用率 7.5% 以上。

增施有机肥、实施秸秆还田、推广绿肥养地,

收稿日期: 2011-03-21 初稿; 2011-05-02 修改稿

作者简介: 黄贤贵 (1965-), 男, 研究员, 研究方向: 蔬菜新品种选育 (E-mail: hxg323@163.com)

通讯作者: 翁伯琦 (1957-) 男, 研究员, 主要从事土壤肥料与生态农业技术研究 (E-mail: boqiwen@yahoo.com.cn)

基金项目: 福建省农业科学院科技下乡“双百”行动计划项目 (sbmb1105-3)

可以有效提高土壤有机质含量。植物生长过程所产生的绿色植物体,用作改良土壤或用作施肥,这类绿色植物就是绿肥作物。按植物学分类来区分,绿肥可分为豆科植物和非豆科植物,以豆科植物为多。豆科绿肥有紫云英、田菁、绿三叶、沙打旺、圆苜蓿、苕子等。非豆科绿肥常用的有禾本科的黑麦草、十字花科的肥田萝卜、满江红科的满江红等。绿肥能为农作物提供生长必需的养分,可增加土壤有机质积累,改良土壤理化改善性状。在南方,冬季种植绿肥紫云英有优良传统。绿肥一般每公顷产鲜草 30 t 左右,可得纯氮 135 kg,相当于 300 kg 尿素的含量。根据北京的示范实践,通过有机肥培肥,菜地和粮地的有机质含量提高了 $1.12 \sim 1.95 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [6]。

缓控释肥作为一种新的肥料类型,它能延缓肥料中的养分释放,以便尽量满足作物整个生育期对养分的需求。缓控释肥可根据作物养分需求控制养分释放,改变了化肥因溶解过快、养分流失而难以满足作物各生育阶段对养分不同需求的缺点,使肥料利用率提高 20% 以上,达到保护环境、节约能源、简化农作物生产技术、帮助农民节本增收的目的。亚洲最大的缓控释肥生产基地——金正大集团研发并推广的上百种缓控释肥产品,适合我国大田作物 [7]。

1.2 节省农药模式

采用农业防治、生物防治和物理防治的方法来防治农作物的病虫害,可达到节省农药的目的。

农业防治方法主要选用抗病虫良种、培育无病壮苗、有计划地进行轮作、实行深翻整作、清洁田园等手段。选用抗(耐)病虫良种是防治农作物病虫害的既经济又有效的措施。采用嫁接等方法培育苗木,可减少许多土传病害的侵染。播种前对种子进行温汤浸种处理、苗床高温消毒和采用营养钵育苗等措施,可防止幼苗徒长,增强抗病力,减轻苗期病害。在生产上按不同作物种类进行水旱轮作、品种间有计划地轮作倒茬、间作套种,既可改变土壤的理化性质、提高肥力,又可减少病源虫源积累,减轻危害。实行深翻整作、清洁田园,能消除病虫的转主寄主和病虫滋生地,减少病原菌和虫卵。

利用生物或其代谢产物来控制有害动植物种群、有害微生物或减轻其危害程度的生物防治方法,可以取代部分化学农药的使用,减少化学农药的用量,且不污染农产品和环境,有利于保持生态平衡。它包括保护利用天敌和使用微生物及代谢物

制剂等控制农作物病虫害。目前,“以虫治虫”、“以菌治菌”、“以菌治虫”、“以病毒治虫”、“以抗生素治虫”等生物防治技术已广泛应用于无公害农产品生产中。如利用苏云金杆菌(Bt)、白僵菌、阿维菌素类抗生素等原动物杀虫,利用苦参、苦楝、烟碱、双素碱等植物源农药防治多种害虫;利用有益生物、农用抗生素等防治病害,如 5406 抗菌菌、增产菌、木霉菌等,以及井冈霉素、多抗霉素、农用链霉素、新植霉素、农抗 120 等防治多种农作物病害。

通过创造不利于病虫发生但有利于或无碍于农作物生长的生态条件的物理防治方法,是一种较理想的无公害防治方法。物理防治一般常用防虫网、灯光防治、黄板诱杀(根据蚜虫的趋黄习性)、性激素引诱及灭蝇纸等。

1.3 节省农膜模式

在农业生产上要推广天然纤维制品农膜和可降解农膜。天然纤维制品农膜就是充分利用天然产物和农副产品的秸秆类纤维生产的农用薄膜,可以部分取代农用塑料,这是减轻农用残膜污染的有效途径。可降解农膜主要有光降解、生物降解和光-生物降解三类。农膜的光降解是将铁盐等光敏剂加到线性低密度聚乙烯和低密度聚乙烯等聚合物中,在光照的作用下,一般 3 个月左右能自动解体,使其较大的分子量降解到 5 000 以下,并可被土壤微生物进一步降解。但光降解受地理、气候制约大,很难达到较准的时空性,且不完全降解。农膜的生物降解指聚合物残膜在土壤微生物作用下发生降解及同化。农膜的光-生物降解指在农膜中加入淀粉和生物降解剂等,残膜在光解后可继续被天然存在的微生物作用,变成低分子化合物、水和二氧化碳 [8]。

1.4 节水灌溉模式

节水灌溉模式是指采用各种科学措施,尽可能地减少水分蒸发与渗漏的低碳农业模式。

节水灌溉模式采取的主要措施:根据作物的需水规律进行灌溉,如水稻的“间歇性灌溉”、“晒田”、“湿润性灌溉”等 [9];因地制宜地发展耐旱作物、选择抗旱品种;实行标准化生产,减少能耗;推广滴灌等节水灌溉技术,改变传统的大水漫灌方式,提高水分利用率;对高价值经济作物可采用信息化管理,应用智能微灌技术;做好配套农田水利设施建设,降低水分渗漏;各种农业节水措施,包括利用秸秆和地膜覆盖、土壤保水剂和植株蒸腾抑制剂,免耕直播技术等,均能有效提高土壤保墒能

力。

1.5 节约能源模式

节约能源模式主要从耕作制度、标准化种养、机械化作业、企业化经营、合作化组织等方面考虑^[10],实现节能减耗,降低成本。改革不合理的耕作制度,推进免耕少耕、水稻直播、再生稻等保护性耕作措施。在农业生产中可通过塑料大棚、地膜覆盖、日光温室、太阳电池和光伏发电(光伏农业)、太阳能杀虫等技术,达到节约能源的目的。利用地热资源养殖水产以及调节畜禽舍温度等。推广集约、高效、生态畜禽养殖技术,降低饲料和能源消耗。推广农机社会化服务,推广现代农机节能技术,引导农民购买性能优良、作业高效、先进适用的节能环保新型农机,复合式联合作业农机,逐步淘汰排放高、效益低、性能差的陈旧农机。

1.6 能源替代模式

目前世界各地都把高效利用生物质能源,摆在高技术研究开发的重要位置上。适度发展木薯、甘蔗等非粮能源作物,生产燃料乙醇以替代化石燃料,可减少 CO₂ 排放^[11]。开发利用太阳能、风能、秸秆等可再生能源,其应用前景也是非常广阔。

2 循环农业与清洁生产模式

2.1 循环利用与复合配套模式

立体种养的节地模式是立体农业模式的代表类型,它有稻田养殖、藕蟹共生、藕鳢共生的农渔结合模式,果园养鸡、稻田养鸭的农牧结合模式,林粮间作、林下种菇等农林结合模式,以及不同农作物间作、混作、套作模式等。立体种植、养殖,充分利用土地、阳光、空气、水,拓展了生物生长空间,增加了农产品产量,提高了产出效益,也是发展低碳农业的重要内容。目前重点推广的模式有立体养殖、生态种植的“种、养、沼”结合的循环模式,如“猪(鸡)-沼-菜(果、稻)”、“猪(鸭)-鱼”等行之有效的模式,实现养-沼-种-加一体化。

江苏省镇江丹徒区世业洲的日光温室的“农立方”^[12]是立体农业典型模式。在高达 3 m 的架子上,整齐排放着豌豆苗、香椿苗等近 10 种芽苗菜,而每一层的上方,都安装着补光用的 LED 灯泡,在每一排架子下面,还隐藏着一条宽 0.5 m 的深沟,里面养着泥鳅。而温室的北侧,则用来养殖兔子、禽类等动物。“农立方”不仅实现了立体化的种植、养殖,而且构建了一个完整的生态循环链条:薄膜太阳能电池板提供电力,可以 24 h 为植物补光,浇灌芽苗菜的多余水分流到下面的沟渠

里,为水产养殖提供新鲜水源;修剪下来的芽苗菜根茎为养殖的动物提供饲料,动物呼出的 CO₂ 又促进了芽苗菜的生长。

福建省农科院推广的“稻-萍-鱼”模式也取得了较好的成效。在同一块稻田里既繁殖红萍,又养鱼。红萍既作为稻田的基肥,又能作为鱼的饲料,使植物蛋白转化为动物蛋白。且在这种新的稻作体系内,由于鱼的频繁活动和捕食,危害水稻的病虫草害也减少了许多,农药化肥的使用也相应地减少了。

2.2 清洁生产与“三品”基地模式

低碳经济要求减少煤炭、石油等不可再生能源的使用,提高可再生能源的使用率,以减少 CO₂ 的排放。在农业生产实践中,应用最多且最成功的是沼气模式。沼气作为农村新能源,具有减轻农村污染,回收利用废物、减少木材消耗等优点,沼气模式是一种畜禽粪便的无害化处理、资源化利用模式^[13]。

随着规模化养殖业的发展,产生了大量的畜禽粪便,严重污染了环境。对畜禽粪便的无害化处理、资源化利用,应结合农村的“一池三改”(建沼气池,改厨、改厕、改圈),在农村建设沼气工程,将厕所和畜禽舍与沼气池结合在一起,人畜粪便流入沼气池,经过发酵产生沼气。沼气发电具有节能、清洁、安全的特点。沼液中含有农作物生产所需的多种营养元素,可作为种植业的有机肥使用或作为畜禽和鱼类的饲料,沼渣可用作花卉营养土或用作食用菌的育菇原料。这种模式变废为宝,是值得大力推广的模式。

以沼气为纽带,把沼气、农作物、畜禽、水产、肥料、饲料等有机结合在一起,形成一个绿色循环的生态系统,可衍生出许多低碳的循环农业模式。如“猪-沼-果(菜、稻、菇)”模式,已在南方广泛推广。

福建省福清市星源农牧开发有限公司是福建省大型综合农业产业化龙头企业,年生猪存栏 1.4 万头,是福建省唯一通过 ISO 质量管理体系认证的生猪养殖场。以往,生猪养殖产生的大量猪粪、污水,不仅污染环境,而且雇人清理也是一笔不小的支出。这几年,福清市星源农牧开发有限公司在福建省农科院农业工程技术研究所的帮助下,运用农业循环利用技术治理猪粪污染:利用猪粪生产沼气,利用沼气发电,利用沼液灌溉果树和蔬菜,利用沼渣种植蘑菇,利用蘑菇废弃物和沼渣生产有机肥,同时减少 CO₂ 排放 700 t,取得了显著的经济

效益和生态效益。

“三品”就是指无公害农产品、绿色食品、有机食品。这3种食品不施用或很少施用化肥、农药，减少了温室气体排放，减轻了对环境的污染。“三品”基地制定有严格的管理制度，严格按国家生产技术操作规程生产，根据国家规定的“三品”质量标准 and 农药、化肥、植物激素等的安全标准及使用准则，对生产过程进行全程监督管理。“三品”基地模式生产的食品坚持按照基地化建设、标准化生产和产业化经营，追求安全、优质、生态、环保、可持续科学发展，能达到经济效益、社会效益、生态效益的统一，是低碳农业的一个成功模式。目前全国都在大力推进“三品”基地建设。以福建省为例，据了解，福建全省累计认证并有效使用“三品”标志的目前已超过2000个，获证企业近1300家；全省茶园、果园等种植业产地环境监测面积达16万多 hm^2 ；已创建全国绿色食品原料基地4个，面积达3万 hm^2 ，可覆盖51个乡镇农场、46家产业化经营单位；全省获证企业占近三年省政府表彰的品牌农业金奖企业的66.7%，占现有国家级农业龙头企业的54.3%，带动组织3万多农户发展果蔬、禽类等优质农产品生产，有力促进了农民增收和农村经济发展。

3 推广低碳农业发展模式的思考与建议

尽管我国广大科技工作者、农业企业、种养大户和广大农民，在低碳农业发展模式上进行了许多有益的探索，取得了一些成绩，今后应加大推广低碳农业各种模式的力度。对此，提出如下建议。

3.1 加强宣传力度，提高低碳共识

要使各级政府认识到发展低碳农业的重要性与必要性，同时更要提高广大农民的认识水平。广大农民是推广低碳农业发展模式的基础，是低碳农业的具体实践者。要加强低碳农业的知识普及，向广大农民培训各种低碳技术。比如，养猪业是许多地方农民的支柱产业，为了减少养猪业对环境的污染，有的地方政府被迫出台了“限猪令”、“禁猪令”。其实，如果能在规模化养殖的基础上推广各种沼气模式，使养猪业实现零污染，这个问题就迎刃而解了。此外，观光休闲农业已经成为一些地区县域经济的支柱产业和富民产业，也要加强宣传与合理规划。当前，我国观光休闲农业已进入了快速发展、规范提升的新阶段，休闲农业有巨大市场前景。据对全国19个省市区的不完全统计，2009

年，休闲农业年营业收入超过1175亿元，直接带动就业近280万人，其中吸纳农民就业达267万人^[14]。发展休闲农业要纳入新农村建设整体规划、纳入到农业产业发展规划来谋划，引导适宜发展的地区有序推进。鼓励利用荒山、荒坡、荒滩、垃圾场、废弃矿山、边远海岛和可以开发利用的石漠化土地等发展休闲农业，避免滥占耕地。发展休闲农业不能脱离农业、农村、农民，要坚持以促进农民就地就业和增收为目标，围绕农业生产过程、农民劳动生活和农村风情风貌开发休闲产品，突出自然生态，体现乡土气息，大力培育特色休闲农业产业。

3.2 加大政府投入，推广集成科技

低碳农业各种模式的推广需要政府加大投入，以引导各种低碳农业模式向规模化、产业化方向发展。如在沼气池的推广、各种节水灌溉设施和农田水利设施的完善、秸秆还田新农机具的研制与推广等方面，切实提供适当的政府补贴。要致力于推广秸秆综合利用等方面的低碳集成科学技术。农作物秸秆是农业生产的重要副产品，资源丰富且分布广泛。据测定，农作物秸秆中除含氮、磷、钾、镁、钙及硫等作物生长所需营养元素外，还含有15%左右的有机质^[15]。农作物秸秆的资源化利用主要采取的措施有：秸秆还田、生产沼气、青贮氨化成饲料、秸秆堆肥、栽培食用菌、造纸、生产人造板、固化成型燃料和气化燃料等。秸秆还田是我国传统的农业技术，是将收获后的农作物秸秆进行粉碎，随后翻埋入土，使之腐烂分解，可增加土壤有机质含量，改良土壤理化性状，还能起到保持土壤水份和抑制杂草等作用。如按每公顷还田秸秆7.5t计算，每公顷则可增加有机质1125kg。随着农业机械化的秸秆还田新技术和新农机的问世，秸秆还田的步伐将进一步加快。据资料介绍，利用1t秸秆可节省标煤0.5t，可减少化石燃料燃烧造成的 CO_2 排放1.135t。如江苏国信泗阳生物质发电厂，是国家重点扶持、优先推广的生态环保型项目，采用可再生能源秸秆为燃料发电，年消耗农林废弃物约22万t，减少 CO_2 排放10多万t，发电量约2亿千瓦时^[16]。

3.3 完善政策机制，推动持续发展

政府应制定完善扶持推广各种低碳农业模式的配套政策，如低碳农业税收优惠、信贷优惠政策等。对各种节能减排农业项目、低碳农业示范基地、沼气工程、观光休闲农业项目、“三品”基地、植树造林等项目应给予政策性金融的信贷支持，同

时积极扶持大型低碳农业企业上市。对加工废弃物的资源化利用的农产品加工企业,要加大政策扶持力度。目前已有大量农产品加工废弃物资源化利用方面的报道。如水稻加工成稻米后产生的谷壳等废弃物,根据不同工艺还可以在发电、供热生产糠醛、木糖、木糖醇、草酸、醋酸、植酸钙镁盐、水稻油、阻氧化剂和氮化硅、多晶硅等制品^[17]。麻竹笋加工废弃物经过粉碎均匀混入棉籽壳、玉米粉和辅料等物,经生物发酵后接种蘑菇菌种可以转化为食用蘑菇,蘑菇采摘后的废弃物转化为麻竹林的有机肥^[18]。玉米淀粉加工过程中产生的废弃物可用于生产酵母蛋白,能改善我国优质饲用蛋白源匮乏局面。宁波莱盛农业科技实业有限公司采用微生物发酵青贮和快速压榨加工技术,把笋壳加工成牛饲料,使水煮笋加工企业不再为笋壳处理问题犯愁^[19]。南京工业大学生物与制药工程学院以玉米加工废弃物为原料,采用酸解、糖液脱毒、厌氧发酵、聚合等技术方法制备丁二酸及丁二酸丁二醇酯(PBS)类生物可降解材料,并建立了每年 500 t 丁二酸及 20 t PBS 的中试生产线,取得了较好成果。在枸杞种植和加工过程中,产生大量的枸杞枝、叶和枸杞渣可作为饲料利用。苹果汁加工废弃物可以用来生产饲料、果胶和柠檬酸等副产品。

3.4 加强科技创新,优化生产模式

各地在推广低碳农业模式时,应结合当地的资源情况、生态环境、市场供求等进行因地制宜的科学规划,不可一哄而上。比如对水田,要尽可能地减少甲烷的排放;对山地,应尽量采取立体种养模式;对养殖业,应发展各种沼气模式;对农产品加工业,可采取废弃物循环利用模式。发展低碳农业要紧紧依靠科技进步,应加大低碳农业模式的技术研究力度,及时总结适合本地发展的模式。今后在以下方面要加强研究力度:抗旱品种选育,免耕少耕技术研究,节能环保农机研制,非粮能源作物研究等。要加强固碳增汇方面的探索。固碳是减少温室气体排放的主要途径。森林具有强大的碳汇能力,农田土壤、草原是巨大的有机碳库。仅通过一些简单的农业生产耕作方式进行土壤固碳就可抵消温室气体总排放量的 1/4。如禁牧、休牧、退牧还草,可增加农田土壤和草地碳汇。少耕甚至实行免耕(零耕),尽可能地减少土壤耕作次数,可大大节省物质和能量的投入。在农业生产过程中,可通过重点发展油茶等高效经济林、速生丰产林、花卉苗木、中药材产业及生态旅游业来增加土壤碳汇。

继续实施植树造林、退耕还林、水土保持、恢复农村湿地和天然林资源保护等工程,实施和巩固造林绿化工程及其成果,持续推进造林绿化,可大大增加森林蓄积量和碳汇能力,促进自然生态恢复和保护^[20]。

参考文献:

- [1] 潘家华,郑艳,庄贵阳.低碳经济的概念与方法学探索[M].//张坤民,潘家华,崔大鹏.低碳发展论.北京:中国环境科学出版社,2009.
- [2] 翁伯琦,雷锦桂,胡习斌.依靠科技进步、发展低碳农业[J].生态环境学报,2010,(6):1495-1501.
- [3] 翁伯琦,王义祥,雷锦桂.论循环经济发展与低碳农业构建[J].鄱阳湖学刊,2009,(3):92-102.
- [4] 王昀.低碳农业经济略论[J].四川农场,2009,(1):34-38.
- [5] 张霞,吴业东,张海松.低碳农业与“绿色”齐飞[J].农业科技通讯,2010,(5):29-32.
- [6] 赵永志,高启臣,廖洪.发展低碳农业,土肥技术先行[J].中国农技推广,2010,(7):34-35.
- [7] 舒涵.低碳农业趋势所在[J].农业工程技术:农产品加工业,2010,(3):22-23.
- [8] 彭训广,王彩虹,孙力,等.农用薄膜对土壤污染现状、原因与治理对策[J].价值工程,2010(4):83.
- [9] 黄国勤.推进鄱阳湖生态经济区低碳农业的发展[J].江西农业学报,2010,(6):178-180.
- [10] 胡朝东.对鄱阳湖生态经济区发展低碳农业的几点思考[J].老区建设,2010,(9):12-14.
- [11] 韦吉田.广西大力发展低碳农业[J].农家之友,2010,(5):6-8.
- [12] 李晓明.“农立方”开启低碳农业新模式[J].农经,2010,(3):47-49.
- [13] 郭子东,吴勇明.发展农村沼气、打造南昌低碳农业[J].江西农业,2010,(1):24-25.
- [14] 张天佐.休闲农业如何持续发展[J].农业工程技术:农产品加工业,2010,(1):4-5.
- [15] 尉强.对内蒙古发展低碳农业的思考[J].北方经济,2010(7):17-18.
- [16] 高铎山,孙蕾.刍议政策性金融对低碳农业经济的信贷支持[J].金融纵横,2010,(6):49-50.
- [17] 曲秀云.水稻加工废弃物利用[J].垦殖与稻作,2010,(4):30-31.
- [18] 吕玉奎,邓义然.用麻竹笋加工废弃物栽培蘑菇试验初报[J].世界竹藤通讯,2008,(1):30-34.
- [19] 徐华良,周叶君.低碳农业就在你身边[J].北京农业,2010,(5):49.
- [20] 罗旭生.大力发展低碳农业、建设生态文明高安[J].江西农业,2010,(3):17-18.

(责任编辑:翁志辉)