

南美黑土保护措施解析与中国黑土可持续利用路径

魏 丹¹,李世润²,辛洪生²,谢庆华²,姜怀连²,黄玉凡³

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省农业委员会,黑龙江 哈尔滨 150001;3. 黑龙江省财政厅,黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:针对黑土退化问题,应联合国粮农组织驻阿根廷、巴西代表处邀请,2017年3月黑龙江省组织代表团赴南美巴西和阿根廷进行为期8 d的黑土考察,考察中与巴西农业技术学院的土壤所和阿根廷国家农业研究院土壤所开展了学术交流,并在阿根廷考察了黑土带潘帕斯大草原。了解其黑土目前的现状、保护的主要技术措施和国家的政策法规,以及科研和生产的结合形式等。通过研究南美黑土分布、形成过程以及主要作物大豆的生产特点,解析南美的黑土保护措施,提出了在技术模式、政策及机制上保护中国黑土可持续利用的方案。

关键词:黑土;中国;巴西;阿根廷

中图分类号:S155.2⁺7(77);F323.211 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)05-0001-05 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2017.05.0001

黑土地是在特定的生物气候条件下,经过漫长的岁月形成的大自然赐予人类的宝贵财富。世界上有四大片黑土地:乌克兰和俄罗斯大平原、北美洲的美国向北连至加拿大的大平原、我国的东北地区 and 南美洲阿根廷连至乌拉圭的潘帕(Pampa)大草原。由于自然气候环境因素和土壤类型特点以及人为高强度利用因素,四片土壤开垦后退化的速度惊人^[1-2]。因此,在世界黑土区建立起适应可持续发展需要的良性土地生态环境,对实现全球农业经济可持续发展及黑土保护,具有极其重要的现实意义和深远的历史意义。针对这些问题,应联合国粮农组织驻阿根廷、巴西代表处邀请,黑龙江省组织代表团于2017年3月1-8日赴南美巴西和阿根廷进行黑土考察。通过考察解析南美土壤保护在技术、政策及科研和生产结合技术推广应用上的经验,提出中国黑土可持续利用在技术模式、政策及机制上的保护借鉴和建议。

1 巴西和阿根廷的农业生产和黑土现状

1.1 巴西农业生产及土壤状况

巴西处西半球南部,全境大部分为热带气候,亚马逊平原为赤道多雨气候,巴西高原为热带干湿季气候,最南部为亚热带湿润气候^[3]。平均气温从南向北缓慢上升。亚马逊流域平均温度27℃,巴西利亚等高原城市平均气温19℃,南部

平均温度为16~20℃,地势高的地方平均温度只有10℃。年降雨量随地区不同而有差异。年降雨量为1 000~2 500 mm。巴西与我国的季节正好相反,9-12月为春季,12-3月为夏季,3-6月为秋季,6-9月为冬季^[1]。

巴西大部分为红壤、砖红壤和红棕壤,土壤酸度大,pH为4.5~5.5,铝离子含量高,毒害严重^[4]。由于长期大豆连作养分存在偏耗现象,土壤含磷较低,部分地区缺钾和微量元素。潘帕斯东部的亚热带草原为红化黑土,黑土层达30~100 cm,有机质含量5%,是巴西最肥沃的土地^[5-6]。

巴西为联邦制国家,土地私有化,其经营形式为大规模农场,组织化程度较高,单位资源产出和劳动生产率也高。巴西现有耕地2亿hm²,平均单个农场种植面积1万hm²左右,大的农场经营面积6.67万hm²。种植主要作物为甘蔗、大豆、玉米、咖啡和水果。由于热带大豆品种在该地区试种获得了成功,使大豆种植区域在巴西急速扩展,应用转基因品种,良好的雨热资源和大机械规模化种植,大豆产量迅速提高。目前巴西全国大豆种植面积已达到0.27亿hm²,平均单产为3 960 kg·hm⁻²,玉米平均单产为5 385 kg·hm⁻²^[7]。

1.2 阿根廷农业生产及土壤状况

阿根廷南北狭长跨近40个纬度,多样性气候,主要为分布在其西侧的高山高原气候;其东南侧的亚热带季风性湿润气候;其中部的温带大陆性气候;其北部的热带草原气候^[1,8]。平均气温

收稿日期:2017-03-21

基金项目:农业部行业专项资助项目(210303126)

第一作者简介:魏丹(1965-),女,黑龙江省人,博士,研究员,从事植物营养和土壤肥力研究。E-mail:wd2087@163.com。

北部 24℃,南部 5.5℃;年降雨量东北部 1 000 mm,中北部 500~1 000 mm,西部只有 200 mm^[9]。

阿根廷西部是以安第斯山为主体的山地,东部和中部的潘帕斯草原是著名的农牧区,北部主要是格兰查科平原,多沼泽、森林,南部是巴塔哥尼亚高原^[10]。黑土主要分布在东部的潘帕斯大草原,与乌拉圭、巴西共有黑土面积 76 万 km²,土壤肥沃,黑土层深厚,平均达 35~100 cm,有机质含量 6%~9%,是南半球最大黑土区,世界第四大黑土带^[7]。

阿根廷耕地面积为 0.29 亿 hm²,其中 30% 为黑土耕地,每个农场耕种土地面积为 500~667 hm²,种植作物以大豆、玉米、小麦为主。大豆、玉米选择矮秆耐密转基因品种,实行平播密植栽培,少免耕作,粮食生产水平大幅提高。2016-2017 年度大豆、玉米、小麦平均单产分别约为 2 850、8 145 和 3 270 kg·hm⁻²。成为重要的粮食出口国^[11]。

2 巴西、阿根廷黑土地保护与利用经验

2.1 建立合理轮作体系

巴西地处 N5°至 S32°的热带及亚热带,具有气温高、湿度大、生长季节长的特点,但由于雨量集中而形成旱季和雨季的明显季节,因此大豆种植一般为一年一熟,一般南方于 10-11 月小麦收获后播种大豆,次年 3 月收获,中西部地区在 11-12 月雨季来临时播种,次年 3-4 月收获,多年的实践证明在巴西大豆的前作以玉米茬为最好,播种玉米茬的大豆可获得较高的产量^[2]。

阿根廷大豆产业发展的一个技术原因是大豆被认为能够提供氮素、抑制杂草,所以大豆被选做主要轮作作物。种植大豆时实行各类形式轮作的面积在半数以上(52%)。轮作大豆的前茬有小麦、玉米、向日葵等。在北部地区,轮作方式是大豆-向日葵-大豆,或大豆-高粱-大豆;中部地区近年开始实行玉米-大豆-冬小麦/夏大豆的轮作方式^[12]。此类轮作的具体做法是:第 1 年 10-11 月(春季)种植大豆,翌年 4 月(秋末冬初)收获,冬季休闲,9 月种植玉米,第 3 年 3 月收玉米,6-7 月种小麦,12 月收小麦种夏大豆,第 4 年 5 月收获夏大豆。实行此类轮作方式的农场约占农场总数的 20%^[1,5]。

阿根廷土壤研究所除了研究轮作中大豆玉米轮作技术外,还着重研究不同牧草与玉米轮作,豆

科牧草和豆科与禾本科牧草混合播种作为玉米前茬轮作,使土壤肥力提升,玉米叶绿素提高,作物产量提升。

2.2 免耕和秸秆还田技术

巴西由于采用合理的轮作,且玉米选用多是秸秆生物量低的品种,在生产中主要采用的免耕技术,保证了秸秆还田,有效提升了土壤肥力,在施肥上大豆茬,利用上茬玉米的氮肥和使用根瘤菌剂,有时针对土壤养分状况使用磷肥、钾肥和微量元素,确保大豆和玉米作物产量^[13]。

阿根廷在 2001 年有 90% 的大豆采用生物品种转基因大豆(Roundup Ready Soy-bean),一般采用免耕法栽培。70% 以上采用免耕直播。自从转基因大豆推广以来,免耕面积迅速扩大。生物大豆节省劳动力和时间,每吨大豆大约可以节省 40 美元,远远高于阿根廷市场上非生物大豆每吨 8 美元的价格,据估计可平均节约成本 20%。在没有政府补贴的条件下,这种成本节约效用更为重要^[14]。

2.3 大豆接种根瘤菌生物固氮

巴西大豆施肥主要是以根瘤菌制剂为主,同时施钾和施微量元素,生产中提出了不同地区的施用指标和技术,在生产中广泛应用。巴西大豆当年一般不施氮肥或很少施用氮肥,而采用固氮菌,所以在固氮菌的研究上很下功夫,全国有 8 个研究固氮菌的合作单位,主要开展筛选固氮能力强的菌株、大豆固氮菌固氮效果、固氮菌与大豆品种亲和性及高固氮能力固氮菌的固氮机理的研究。

阿根廷由于大豆比重大,连作相当普遍,达大豆总面积的 48%。阿根廷农民种植玉米时,施用 300 kg·hm⁻² 尿素、150 kg·hm⁻² 磷酸二铵。后茬若种植大豆,一般不单独施用氮肥,多数农场也不施用其它肥料^[15]。阿根廷绝大多数农场种植大豆时接种根瘤菌,其中,50% 的农场每年都接种,40% 每 2 a 接种一次,只有 10% 的农场长期不接种根瘤菌^[16]。

在潘帕草原地区,大豆施肥的面积约为 30%,按农户数量统计仅为 18%。施肥量为磷酸二铵 60 kg·hm⁻² 和复合肥 44 kg·hm⁻²,或施用含磷、硫、钙的复合肥 80~100 kg·hm⁻²,有时也施用锰和锌等微肥。近年来,在潘帕草原等地区,大豆施肥的比例有所上升^[17]。

2.4 土壤综合改良增效

巴西的土壤为红壤和黄壤,土壤 pH 一般可达 4.4~5.5,呈酸性。因此必须施用石灰,一般施入 $3\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,将石灰粉碎施入田间搅拌至土壤中,试验证明施石灰可大幅度提高产量,一般可每 6 a 施一次。巴西开展了施用石灰的研究,结果证明施石灰改变土壤 pH 可使大豆产量提高 4 倍^[18]。同时巴西致力于研究生物炭的改土和肥料增效作用,应用树木枝丫进行低温制炭,生产出的生物炭疏松多孔,具有缓冲、增效、保水、保肥作用,还可提升土壤的有机碳含量,使土壤结构良好,增加土壤团聚体。

2.5 有效控制水土流失

阿根廷在控制水土流失方面最基本的经验是顺应自然,不掠夺式生产,对土地实行保护性开发利用。退坡还川,退耕还林还草,坡度在 3 度以上的土壤作为牧区,种植牧草,坡度大的土地主要作为林地。真正做到宜农则农、宜草则草、宜林则林^[19]。

2.6 科研推广生产紧密结合

南美国家大学和国家研究院所的科研课题和生产结合比较紧密。巴西、阿根廷的国家科研来源于生产需要,从生产需求到科研攻关,再到理论,一般经费来源于企业提供,所以科研成果转化率比较高。阿根廷土壤研究所的试验直接做到家庭农场的农田里,针对农场需求开展试验,研究轮作作物和施肥,以及水土流失的控制和治理。

2.7 黑土保护政策简约有效

阿根廷联邦和各州(市)对黑土保护都有严格的规定,有的州(市)还拟立法予以保护,并出台相关政策激励。补贴是在玉米-大豆轮作后,销售玉米时以减税形式给予补贴,提高了农场主的轮作意识和积极性。另外土地所有制形式也有利于黑土保护。巴西、阿根廷土地所有制形式归个人私有,土地是以财产形式留给子孙后代,因此,他们对土地自主珍惜爱护程度较高^[8,17]。

3 黑土保护的借鉴和建议

“他山之石,可以攻玉”。南美黑土区的保护与利用取得了显著成效,虽然与黑龙江省自然条件(热量、雨量)、体制、机制、组织形式等方面有所不同,但其先进的技术模式、严谨的保护理念、科学的轮耕轮作制度、有力的政策支持对于黑龙江省今后黑土地保护与利用工作仍给予很多启示,值得认真学习和借鉴。

3.1 强化技术支撑,建立完善黑土保护模式

3.1.1 积造利用有机肥,控污增肥 通过增施有机肥,秸秆还田,增加土壤有机质含量,改善土壤理化性状,持续提升耕地基础地力。分区建设有机肥生产积造设施。在城郊肥源集中区,规模化畜禽养殖小区周边建设有机肥工厂,在畜禽养殖集中区建设有机肥生产车间,在农村秸秆丰富、畜禽分散养殖的地区建设小型有机肥堆沤池(场),因地制宜促进有机肥资源转化利用。分类推进秸秆还田。配置大马力机械、秸秆还田机械和免耕播种机,因地制宜开展秸秆粉碎深翻还田、秸秆覆盖免耕还田等。在秸秆丰富地区,建设秸秆气化集中供气(电)站,秸秆固化成型燃烧供热,实施灰渣还田,减少秸秆焚烧^[19]。

3.1.2 控制土壤侵蚀,保土保肥 加强坡耕地与风蚀沙化土地综合防护与治理,控制水土和养分流失,遏制黑土地退化和肥力下降。对漫川漫岗与低山丘陵区耕地,改顺坡种植为机械起垄等高横向种植,或改长坡种植为短坡种植,等高修筑地埂并种植生物篱,根据地形布局修建机耕道。对侵蚀沟采取沟头防护、削坡、栽种护沟林等综合措施。对低洼易涝区耕地修建条田化排水、截水排涝设施,减轻积水对农作物播种和生长的不利影响。对大于 15 度坡的区域要实施退耕还草和退耕还林^[20]。

3.1.3 耕作层深松耕,保水保肥 坡耕地和干旱区域实施保护性耕作,通过深翻深松旋耕免耕相结合的方式,开展保护性耕作技术创新与集成示范,构建高标准耕作层,改善黑土地土壤理化性状,增强保水保肥能力。在平原地区土壤粘重、犁底层浅的旱地实施机械深松,配置大型动力机械,配套使用深松机,通过深松和深翻,有效加深耕作层、打破犁底层、改善土壤通透性、提高土壤储水保肥能力^[21-22]。

3.1.4 科学施肥灌水,节水节肥 开展“到 2020 年化肥使用量零增长行动”,制定黑土区农作物科学施肥配方,建设小型智能化配肥站和大型配肥中心,开展精准施肥作业。深化农企合作,发展社会化服务组织,大力推广配方肥,在玉米、水稻优势产区,绿色高产高效创建示范区全面推进配方施肥到田。推广缓释肥料、水溶肥料、生物肥料等高效新型肥料。在玉米产区根据地形特点和水源条件推广水肥一体化技术,配置包括首部控制系统、田间管道系统和滴灌带的水肥设施^[23]。

3.1.5 调整优化结构,养地补肥 建立轮作体系,在黑龙江和内蒙古北部冷凉区,以及黑龙江东部山区,适度压缩籽粒玉米种植规模,推广玉米—大豆轮作和“粮改饲”,发展青贮玉米、饲料油菜、苜蓿等优质饲草料,在适宜地推广大豆接种根瘤菌技术,发展优质强筋春小麦,建立硬红春小麦生产基地。开展种养结合型循环农业试点,鼓励发展种植业和饲养业相结合的混合农场,推进畜禽粪便集中收集和无害化处理。积极支持发展奶牛、肉牛、肉羊等草食畜牧业,实行秸秆“过腹还田”^[24]。

3.2 黑土地保护的政策和机制

保护黑土地是一项长期而艰巨的任务,需要加强规划引导,统筹各方力量,加大资金投入,强化监督评价,合力推进黑土地的保护^[17,25-26]。

3.2.1 加强组织领导 省(区)人民政府对黑土地保护工作负总责。建立由政府领导牵头,农业、发展改革、财政、环境保护、国土资源、水利、林业、农业综合开发等部门参加的协调机制,加强对统一领导和统筹协调,明确工作责任主体,协调解决黑土地保护中的重大问题。加强对黑土地保护的工作指导和监督考核,构建上下联动、协同推进的工作机制,确保黑土地保护落到实处、取得实效。

3.2.2 加强政策扶持 落实以绿色生态为导向的农业补贴制度改革要求,实施东北黑土地保护奖补政策。按照先保后奖的原则,对农户履行保护义务,实施土壤改良、地力培肥进行奖励。按照边建边补的原则,对实施黑土地建设技术和工程措施予以补助。完善金融保险政策,鼓励各级农业部门争取财政部门支持,按照“取之于土,用之于土”的原则,不断增加对黑土地保护的资金投入。

3.2.3 加强监测预警 完善耕地质量监测网络,建设黑土地质量数据库,开展遥感动态监测,构建天空地立体式数字农业网络,跟踪黑土地质量变化趋势。根据不同生态和土壤类型建设一批区域黑土质量监测站(点),实现自动化监测、远程无线传输和网络化信息管理,统筹开展耕地质量、土壤墒情和肥效监测,为黑土地保护提供基础支撑。

3.2.4 加强科技支撑 实施藏粮于技战略,加强黑土地保护技术研究。推进科技创新,组织科研单位开展技术攻关,重点开展黑土保育、土壤养分平衡、节水灌溉、旱作农业、保护性耕作、水土流失治理等重大理论研究和试验示范。推进集成

创新,深入开展绿色高产高效创建和模式攻关,集成组装一批黑土地保护技术模式。深入开展新型职业农民培训工程、农村实用人才带头人素质提升计划,着力提高种植大户、新型经营主体骨干人员的科学施肥、耕地保育水平,使之成为黑土地保护的中坚力量。

3.2.5 创新服务新机制 探索建立中央指导、地方组织、各类农业新型经营主体承担建设任务的项目实施机制,构建政府、企业、社会共同参与的多元化投入机制。采取政府购买服务方式,发挥财政投入的杠杆作用,鼓励第三方社会服务组织参与有机肥推广应用。推行 PPP 模式,在集中养殖区吸引社会主体参与建设与运营“畜—沼—粮”“畜—肥—粮”设施。通过补助、贷款贴息、设立引导性基金以及先建后补等方式,撬动政策性金融资本投入,引导商业性经营资本进入,调动社会化组织和专业化企业等社会力量参与的积极性。适时引入第三方机构,对黑土地保护效果进行评估。

3.2.6 强化监督考核 加强黑土地保护立法,依法保护黑土地。严格落实耕地保护制度,强化地方政府保护黑土地的责任。支持东北四省(区)地方政府修订完善耕地质量保护法规,实化管理细则,强化管理手段,硬化管理措施。划定耕地质量红线,制定耕地质量标准,完善耕地质量保护评价指标体系。

参考文献:

- [1] 刘忠堂. 巴西、阿根廷大豆的生产与科研[J]. 大豆科学, 1999,18(2):83-87.
- [2] 农业部赴巴西大豆考察组. 巴西大豆产业发展情况与成功经验[J]. 世界农业, 2003(8):37-39.
- [3] 岳德荣,王曙明,郭中校,等. 巴西农业生产与科研推广体系[J]. 农业科技管理, 2008,27(5):5-7.
- [4] 鲁振明. 巴西大豆生产与科研概况[J]. 大豆通报, 2005(1):35-36.
- [5] 庞建刚,张贯之. 巴西的农业与农业科技创新体系[J]. 西南科技大学学报:哲学社会科学版, 2013,30(3):1-4.
- [6] 李晓俐. 巴西大豆的成功经验对中国大豆产业的启示[J]. 世界农业, 2013(11):143-145.
- [7] Alves B J, Boddey R M, Urquiza S. The success of BNF in soybean in Brazil[J]. Plant and Soil, 2003,252(1):1-9.
- [8] Chen C M. Cite Space II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006(3):359-377.
- [9] Kuklinsky-Sobral J, Araújo W L, Mendes R, et al. Isolation and characterization of soybean-associated bacteria and their potential for plant growth promotion[J]. Environmental

- Microbiology, 2004, 6(12): 1244-1251.
- [10] Cavalett O, Ortega E. Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil[J]. Journal of Cleaner Production, 2010, 18(1): 55-70.
- [11] Chen C M, The centrality of pivotal points in the evolution of scientific networks[C]. In: Proceedings of the International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2005), San Diego, CA, 2005.
- [12] Sun N, Breene W M. Calcium sulphate concentration influence on yield and quality of tofu from five soybean varieties[J]. Journal of Food Science, 1991, 56: 1604-1607.
- [13] Ricci O R, Ploper L D. Soybean research and production in northwestern Argentina[C]// Napompeth B. World Soybean Research Conference V. Bangkok. Thailand: Kaset-sart University Press, 1997: 552-558.
- [14] Ploper L D. Evolution, impact, and current status of soybean diseases in Argentina[C]// Napompeth B. World Soybean Research Conference V. Bangkok. Thailand: Kaset-sart University Press, 1997: 239-242.
- [15] 李碧芳, 肖辉. 国家产业安全视角下的中国大豆产业研究[J]. 湖北农业科学, 2010(8): 2002-2005.
- [16] 程遥. 借鉴大豆主产国经验促进我国大豆产业健康发展[J]. 大豆科学, 2012(6): 1013-1016.
- [17] 侯升文. 世界大豆生产发展现状与趋势[J]. 农业与技术, 2010(2): 1-2.
- [18] 柯夫达. 中国之土壤与自然条件概论[M]. 陈思健, 杨景辉, 译. 北京: 科学出版社, 1960: 213-242.
- [19] Spaargaren O C. World reference base for soil resources[M]. ISSS/ISRIC/FAO, Rome; Wageningen, 1994: 98-100.
- [20] 吴国庆. 区域农业的可持续发展的生态安全及其评价探析[J]. 生态经济, 2001(8): 22-25.
- [21] 黑龙江省土地管理局, 黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 149-152.
- [22] 李双异, 刘慧峙, 张旭东, 等. 东北黑土地地区主要土壤肥力质量指标的空间变异性[J]. 土壤通报, 2006, 37(2): 220-225.
- [23] Olesen J E, Bindi M. Consequences of climate change for European agricultural productivity[J]. Land use and policy. European Journal of Agronomy, 2002, 16: 239-262.
- [24] 程遥. 借鉴大豆主产国经验促进我国大豆产业健康发展[J]. 大豆科学, 2012(6): 1013-1016.
- [25] 马增林. 主产国的大豆产业发展及对我国的借鉴[J]. 学术交流, 2008(3): 121-123.
- [26] 张之一. 关于黑土分类和分布问题的探讨[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2005, 17(1): 5-8.

Analysis of Black Soil Protection Measures in South America and the Scheme of Sustainable Utilization of Black Soil in China

WEI Dan¹, LI Shi-run², XIN Hong-sheng², XIE Qing-hua², JIANG Huai-lian², HUANG Yu-fan³

(1. Institute of Soil Fertility and Environmental Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Heilongjiang Province Agriculture Commission, Harbin, Heilongjiang 150001; 3. Finance Department of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150001)

Abstract: For black soil degradation, at the invitation of the United Nations Food and Agriculture Organization in Argentina and Brazil, In March 2017, the delegation of Heilongjiang province went to Brazil and Argentina to investigate the black soil for 8 days, academic exchanges were carried out in Soil Institute of Brazil Institute of Agricultural Technology and the Argentina National Agricultural Research Institute, and the effect of the black soil zone of the Pampas grasslands in Argentina was investigated. Understand the current situation of their black soil, the main technical measures of the black soil protection, national policies and regulations, as well as the combination form of scientific research and production. Based on the study of the distribution and formation process of black soil in South America and the characteristics of soybean production, black soil protection measures in South America were analyzed, the scheme of sustainable utilization of Chinese black soil on the technical pattern, policy and mechanism was put forward.

Keywords: black soil; China; Brazil; Argentina