

DOI: 10.11766/trxb201708250388

中国典型地区轮作休耕模式与发展策略*

黄国勤¹ 赵其国^{2†}

(1 江西农业大学生态科学研究中心/江西省高校生态学学科联盟, 南昌 330045)

(2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要 当前, 全国各地正在按照党中央的战略部署, 积极探索实行耕地轮作休耕制度试点。探索科学合理的轮作休耕模式与方法, 对于我国农业的未来发展具有重要意义。2017年3—6月, 中国科学院南京土壤研究所赵其国院士率领中国科学院学部咨询项目“探索实行耕地轮作休耕制度试点问题咨询研究”组的各位成员, 深入江苏省、湖南省、河北省的典型地区进行耕地轮作休耕考察和调研。通过深入田间地头实地察看, 与干部、群众座谈交流, 获取了大量的第一手资料, 同时结合已有的文献资料, 经过归纳总结提炼, 总结分析了我国连作障碍区(江苏省)、重金属污染区(湖南省)和地下水漏斗区(河北省)的三个典型地区的轮作休耕模式与技术措施。在连作障碍区主要采取轮作和休耕措施(冬耕晒垡模式、冬种绿肥模式、种植豆类模式和增肥培肥模式); 在重金属污染区进行的轮作休耕模式主要有改种作物和品种、改良土壤、科学灌溉、控制吸收和“VIP+n”创新污染治理模式; 在地下水漏斗区主要采取季节性休耕和周年休耕的模式。三大典型区域在实施相应的轮作休耕模式后, 其经济社会生态效益得到了相应显著提高。同时对我国典型地区的轮作休耕模式与方法提出了“四项原则”、“四个统一”和采取“八大措施”的建议。在不同地区实施轮作休耕应因地制宜, 分类实施推进耕地轮作休耕发展对策, 为我国科学推行轮作休耕制度试点工作提供现实参考。

关键词 耕地; 轮作; 休耕; 耕作制度改革; 农业可持续发展

中图分类号 S159 **文献标识码** A

土壤质量的改善和保护对稻田可持续发展具有重要作用^[1], 而实施轮作休耕又是稻田可持续发展的有效途径之一^[2]。轮作休耕制度国内外也早有相关研究, 例如, 美国自20世纪30年代, 受农业收入低下和土壤侵蚀、洪涝旱灾等自然灾害干扰的影响, 土地休耕演变成为美国农业的一项基本政策^[3], 其中CRP(conservation reserve program)是美国联邦政府最大的私有土地休耕项目^[4]。欧盟的轮作休耕起始于1992年实施的“麦克萨里(Ray Macsharry)改革, 目的是增强地力, 降低农业生产

对生态环境的破坏, 该改革中明确对休耕土地的管理^[5]和休耕率^[6]做了相关的规定。轮作休耕制度在中国古代早有较多记载, 基本上是从一种无序、无管理的任意抛荒, 历经抛荒轮作、轮作复种、间套作, 发展到近代草粮轮作制度、用养结合制度等^[7-8]。

随着人口的剧增和土壤集约化利用的加强, 大多数土壤质量下降, 可持续发展强度不高。2016年6月14日, 我国在《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》中明确提出“在东北冷凉区、北方农

* 中国科学院学部咨询项目(2016ZWH002A-002)资助 Supported by the Chinese Academy of Sciences Department of Consulting (No. 2016ZWH002A-002)

† 通讯作者 Corresponding author: 赵其国, 中国科学院院士, 中国科学院南京土壤研究所研究员、博士生导师, 著名土壤学家、农学家、生态学家。E-mail: qgzha@issas.ac.cn

作者简介: 黄国勤(1962—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事耕作制度、农业生态等方面的教学和科研工作。E-mail: hgqjxes@sina.com

收稿日期: 2017-08-25; 收到修改稿日期: 2017-10-30; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2017-12-26

牧交错区等地开展轮作试点,在地下水漏斗区、重金属污染区和生态严重退化地区开展休耕试点”。这对于我国提高土壤质量、促进农业提质增效^[2, 9-10]、维护食品安全和保障生态安全^[11]均具有重要意义。本文是基于江苏省、湖南省、河北省的典型地区进行耕地轮作休耕考察和调研,分别总结了其轮作休耕模式与技术措施,并提出了“四项原则”、“四个统一”和采取“八大措施”的发展策略,为我国科学推行轮作休耕制度试点工作提供现实参考。

1 材料与方法

1.1 研究区确定

江苏省、湖南省、河北省分别为我国典型的连作障碍、重金属污染和地下水漏斗区域,是我国目前耕地质量下降最为明显的区域,但是该区域也是耕地轮作休耕制度试点工作开展较早的区域,积累了较为丰富的经验。因此,深入对其进行考察和调研是厘清当前我国典型地区轮作休耕现状与发展的重要手段,为示范推广我国轮作休耕制度提供参考。

为探索我国实行耕地轮作休耕制度试点,有序推进全国各地耕地轮作休耕制度向前发展,由中国科学院南京土壤研究所赵其国院士主持,全国相关教学科研单位参加的“探索实行耕地轮作休耕制度试点问题咨询研究”项目组,于2017年3月12—15日赴江苏省浦口区、高淳区,4月23—26日赴湖南省长沙县、攸县、醴陵市,6月25—28日赴河北省农业科学院旱作研究所试验站、景县、雄县、河间市进行耕地轮作休耕的实地考察与调研。

1.2 调研方法与数据获取

在调研考察中,以发放问卷调查表和收集当地统计资料(包括内部未公开的资料)为手段,调研内容主要涉及不同区域轮作休耕模式类型、年限、方式,采取的技术措施和所取得的成效,通过听取当地农业主管部门领导和一线科技人员的情况介绍、深入田间地头实地察看,与干部、群众座谈交流,以及考察调研组成员之间的研讨,期间主要收集了各区典型的轮作休耕模式、优良措施及轮作休耕实施后的生态、经济和社会效益方面的数据,获取了大量第一手资料,数据主要来自江苏省、湖南

省和河北省共9个调研地区以及市(区)县农业管理部门,同时结合已有的文献资料,经过归纳总结提炼,总结分析了我国连作障碍区、重金属污染区和地下水漏斗区的三个典型地区的轮作休耕模式、技术措施及生态经济社会效益。

2 结果

江苏省、湖南省和河北省分别代表了连作障碍区、重金属污染区和地下水漏斗区3种典型类型地区。现分别对其耕地轮作休耕的主要模式及关键技术措施作简要分析。

2.1 连作障碍区轮作休耕模式与技术措施

江苏省从2016年秋播开始,在江宁、浦口、六合、溧水、高淳、昆山、太仓、射阳、宝应、仪征、丹阳、扬中、兴化、泗阳、泗洪等15个县(市、区)先行试点,每县(市)试点规模为666.7 hm²以上,全省试点面积为1.62万 hm²。

2.1.1 轮作 在轮作区域内推行稻肥轮作、稻豆轮作、稻油轮作、稻饲轮作、稻菜轮作、稻瓜轮作等轮作模式,其中绿肥品种以肥饲兼用、肥菜结合的经济绿肥(如蚕豆、豌豆、苜蓿)为主,或以培肥地力为主的传统绿肥(如紫云英、苕子等)为主。2016年共试点推广面积为7 533 hm²,占总计划面积的46%。通过推行上述轮作模式,既改善了水稻生长环境和土壤质量^[12],又提高了系统生产力,如稻田轮作系统的总初级生产力、光能利用率、辅助能利用率分别较连作系统高17.47%、9.87%和5.0%^[13],提高了水稻产量和品质,还促进了农业增收、农民致富。

2.1.2 休耕 江苏试点推行的休耕模式主要有以下几种:(1)冬耕晒垡模式。在休耕区域实施冬耕晒垡,可有效解决当前普遍存在的耕地耕层浅、土壤紧实、作物根系下扎困难、土壤有毒有害物质积累等问题。2016年试点实施4 933 hm²,占总计划面积的31%,试点区生态经济社会效益综合提高了2%。(2)冬种绿肥模式。2016年秋,南京在浦口区永宁街道青山友联社区种植绿肥紫云英的耕地达113.27 hm²,南京市浦口区2016年共种植绿肥紫云英154.7 hm²。通过种植绿肥紫云英,将鲜草及时翻压入土,以小肥换大肥,有利于促进土壤有机质含量的快速提升,具体提高了

2.1%~6.5%^[14]。高淳区针对全区茶叶林、经济林、空闲地、岗地、荒丘多的特点,本着“兼顾当前耕地,提高周边土地、水体效益”的原则,实行“绿肥上山、下水”,在经济茶林果内套种绿肥,以扩大绿肥种植面积,提高种植效益;在圩区利用空闲塘、田埂(田塍)种植绿肥,提高绿色覆盖面积,保持水土,改善生态环境。(3)种植豆类模式。将冬季单一种植绿肥紫云英,改为种植蚕豆、豌豆等;在夏、秋季间套种大豆、绿豆、豇豆等豆类作物。如高淳区有“梨树/蚕豆”、“竹/豌豆”、“茶/蚕豆”、“幼林(苗木)/蚕豆(或豌豆)”等间套作方式,改土增肥效果良好。(4)增肥培肥模式。在休耕区域内,增施适量经腐熟的畜禽粪便、沼液、沼渣、商品有机肥、高含菌量生物制剂、基质等,粮食作物和蔬菜作物施用量分别不少于3 000 kg hm⁻²和6 000 kg hm⁻²。2016年合计实施面积为3 849 hm²,占总计划面积的23%,试点区生态经济社会效益综合提高约3%。(5)用养结合模式。在种植作物、进行农业生产、消耗地力的过程中,注重养地,寓养于用、用地与养地相结合,这是耕地休耕的“最佳模式”、“最高境界”,也是中国农业长兴不衰之“秘密”所在。具体而言,在种植耗地作物(如水稻、棉花等)的同时,通过秸秆还田^[15-17]、间套养地作物(如绿肥、豆类等)、增施有机肥、水旱轮作、合理轮耕等各种养地措施,达到用养结合、地力常新、“三效”(经济效益、生态效益和社会效益)并举的目的。

2.2 重金属污染区轮作休耕模式与技术措施

湖南省是我国南方耕地土地重金属污染最严重的地区之一,耕地重金属最主要污染元素为镉,农田超过《国家土壤环境质量标准(二级)》的比例占1/4左右;同时,还存在少部分的镉/铅、镉/砷、镉/汞、镉/钒等复合污染。2014年,按照10 hm²一个点位,湖南省完成了长(长沙)、株(株洲)、潭(湘潭)地区55.4万 hm²耕地重金属污染土壤与农产品“一对一”详查。详查结果表明,该区域耕地土壤重金属以镉为主,镉超标面积为40.4万 hm²,点位超标率为72.86%,其中轻、中、重度污染分别占54.04%、12.38%和6.44%;早、中、晚稻稻谷镉点位超标率分别为57.12%、59.26%和74.79%,土壤与稻米镉含量均不超标的耕地面积仅为11.39%(湖南省农业委员会,2017年4月24日)。可见,

湖南耕地土壤重金属污染之严重。

因此,湖南省按照“改作物—选品种—调土壤—控吸收—去污染—保安全”的思路和技术路线,推进重金属污染区耕地的治理和修复,并创造性地提出土壤重金属污染治理的技术模式——“VIP+n”,取得了良好生产实践效果。

2.2.1 治理耕地重金属污染的轮作休耕模式及关键技术措施

(1)改种作物^[18]。通过改水稻为能源高粱、伴矿景天、花生、油葵等,实现“轮作除污(污染)”的目的。①能源高粱的物质产能高(干物质可达24.45 t hm⁻²)、重金属富集能力强(引进的阿尔托生物质高粱茎秆的镉含量可达8 mg kg⁻¹),对遭受重金属污染、退化的耕地有很好的治理和修复作用,经过3~5年(或5~8年,根据耕地具体污染程度而定)即可恢复到“安全利用”的程度。②伴矿景天,是目前已知最好的镉超富集作物,其年镉去除率能达10%~20%,远高于一般的修复措施和技术模式。③花生、油葵等油料作物,均是生物量高、镉吸收积累作用强的植物,可选择使用(但其压榨出来的油,因镉含量超标不宜食用)。④其他作物(植物),如苎麻、低积累玉米、景观苗木香樟等,亦均可用于镉污染土壤的修复。(2)改进品种。攸县为治理和利用镉污染耕地,种植早稻低镉水稻品种“株两优189”,晚稻低镉水稻品种“H优159”,对镉污染的土壤有良好的修复作用。除了水稻品种之外,其他作物(植物)均需要不断改进。(3)改良土壤^[19-20]。其具体措施有:一是施用生石灰^[21],施用量均为3000 kg hm⁻²,施用时间为3月31日—4月6日,即深翻耕后耙田前。二是翻耕改土,如攸县从2014—2016年进行镉污染耕地修复治理试点,均在每年4月6—9日统一对治理示范片进行翻耕,翻耕深度为15~20 cm,深翻耕面积为70.5 hm²。三是施用土壤调理剂。统一施用土壤调理剂产品,施用量均为2 250 kg hm⁻²,施用时间为4月10—19日。(4)科学灌溉。攸县在镉污染治理示范区,安排2名监督员、4名专业灌水管水员对示范片稻田进行统一灌溉管理。早稻管水从4月15日—7月16日,晚稻管水时间8月3日—11月11日。保持了水稻镉积累敏感生育期田间有3~5 cm水层,严格控制脱水过早,直到收割前7天左右自然落干的要求。(5)控制吸收。喷施叶面阻控剂,阻抗水稻

对镉的吸收和运转,提升稻米品质。早稻第一次喷施时间是6月6—8日,第二次是6月15—17日,整个生育期在105d左右;晚稻第一次喷施时间是8月24—26日,第二次是9月17—19日,整个生育期在

120d左右。(6)去污染、保安全。通过实施上述一系列综合技术措施后,土壤有效镉、稻米镉平均含量分别降低了74.1%和86.4%,而土壤平均pH提高了32.7%,具体效果见(表1)。

表1 湖南省攸县千亩耕地镉污染治理前后效果之比较(2014—2016年)

Table 1 The comparison of cadmium pollution control of acres of arable land between before and after in Youxian Hunan from 2014 to 2016 year

项目 Item	治理前 (n=100) Before control (n=100)			治理后 (n=100) After control (n=100)			平均变化幅度 The average rate of change
	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Average	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Average	
	土壤总镉含量 Total soil cadmium content (mg kg ⁻¹)	0.829	0.332	0.506	—	—	
pH	6.7	4.8	5.5	8.3	6.5	7.3	+32.7%
土壤有效镉含量 Soil effective cadmium content (mg kg ⁻¹)	0.38	0.16	0.27	0.15	0.04	0.07	-74.1%
稻米镉含量 Cadmium content in rice (mg kg ⁻¹)	0.621	0.265	0.457	0.126	0.014	0.062	-86.4%

注:资料来源:攸县镉污染耕地修复治理试点工作简要介绍(攸县农业局,2017年4月25日);“—”代表数据缺失
Note: Data sources: A brief introduction to the remediation pilot project of cadmium contaminated farmland in Youxian (Youxian Agricultural Bureau, April 25, 2017), and the “—” represents the lack of data

2.2.2 “VIP+n”——土壤重金属污染治理的创新技术模式 从2014年开始,由农业部、财政部支持的“湖南重金属污染耕地修复及农作物种植结构调整试点”项目在湖南省长株潭地区进行。该项目实施形成的“以农艺调控为主,边生产、边修复的非工程性技术路径”受到业内专家高度认可,尤其是在项目实施过程中,总结、提炼的“VIP+n”——土壤重金属污染治理的创新技术模式,得到国内行家的充分肯定。

“VIP+n”: V——Variety,指镉低积累水稻品种; I——Irrigation,在水稻生长期科学管理水分,实行科学灌溉; P——pH,即通过施用石灰调节土壤pH; n——指施用土壤调理剂、叶面阻控剂、翻耕改土、增施有机肥、种植绿肥等多种措施。“VIP+n”的内涵可表达为:在进行耕地(如稻田)土壤重金属污染治理和修复时,要同时运用优良作物品种、科学水管理(合理灌溉)、合理调节土壤酸碱度,以及采取多项农艺技术措施,包括施用土壤调理剂、喷施叶面阻控剂、翻耕改土、增施有机肥、种植绿肥、实行间套作物和复种轮作

等,以实现耕地土壤重金属污染的彻底治理和全面修复,直至达到完全符合“安全生产”的要求。该创新技术模式,为治理耕地(特别是稻田)土壤重金属污染提供了切实可行的方向和路径。该项成果得到了农业部、财政部认可,并被国务院制定的《土壤污染防治行动计划》所采纳。

2.3 地下水漏斗区轮作休耕模式与技术措施

河北省是我国典型的地下水漏斗区,且主要集中在平原区。河北平原地下水水位下降是随着地下水的开采而产生和发展的。至2013年,全省已形成7个常年性浅层地下水位下降漏斗,主要有石家庄漏斗、宁柏隆漏斗、高蠡清漏斗、邯郸漏斗、唐山漏斗、广平—临西—故城漏斗等,漏斗总面积为1.954 8万 km²,其中高蠡清漏斗已相互影响形成超大复合形地下水位漏斗,漏斗面积达到1.056 6万 km²。不仅如此,河北省还形成了4个深层地下水降落漏斗区,如冀枣衡漏斗、邯郸漏斗、巨新漏斗和唐山漏斗,总面积达到2.083 1万 km²。

千方百计减少水资源消耗,最大限度地保护水资源,是地下水漏斗区实现可持续发展的必然

选择^[22-23]。就农业可言，则要发展节水型农业，推行以节水为主要目的的耕地轮作休耕制度。基于这种认识，河北省按照党中央关于探索实行耕地轮作休耕制度试点的战略部署，积极推进耕地“节水型”轮作休耕模式的发展和应。

2.3.1 轮作 主要推行“草田轮作”模式，即在中、低产田种植2~5年豆科牧草，然后翻压轮种2年农作物。该模式兼顾作物生产与土壤改良增肥，具有节肥（减少肥料投入）、增效的效果。具体复种轮作方式如下^[24]：苜蓿（2~5年）→冬小麦—夏玉米（2年）→苜蓿（2~5年）；苜蓿（2~5年）→夏玉米（2年）→苜蓿（2~5年）等。

2.3.2 休耕 河北省耕地休耕主要有季节性休耕和周年休耕两种，选择的休耕区域主要是在地下水短缺、中低产田和一年二熟区。（1）季节性休耕。冬闲夏种模式：实行“一季休耕、一季雨养”，即冬季不种植冬小麦等冬作物而进行休耕（冬闲），只种一季雨养作物（如春播玉米、谷子、甘薯、花生、杂粮、杂豆等），其复种方式为：冬闲（冬季休耕）—玉米（或谷子、甘薯、花生等）；冬肥复种模式：即冬季种植绿肥养地，夏季一季作物，形成的复种方式为：冬肥（冬季绿肥，如二月兰、冬油菜）—玉米（或谷子、甘薯、花生等）；冬作夏闲模式：冬季种植冬作物（如冬小麦），夏季休闲（休耕），形成的复种方式为：冬作物（冬小麦）—夏闲（休耕）；冬作夏肥模式：冬季种植作物（如冬小麦），夏季种植绿肥养地，形成的复种方式为：冬作物（冬小麦）—夏肥

（田菁、BMR甜高粱、苏丹草、豇豆、柎麻、苦豆子等）。（2）周年休耕。在严重障碍性耕地实行全年休耕。其休耕方式有：全年休闲，不种任何作物（包括绿肥），任其休闲；全年种植一季冬绿肥；全年种植一季夏绿肥；全年绿肥覆盖，实行“冬绿肥—夏绿肥”一年两季绿肥。全年全部种植翻压绿肥，然后根据休耕效果决定休耕年限。可种植的冬绿肥有：二月兰、毛叶苕子，还有黑麦草等；可种植的夏绿肥有：田菁、BMR甜高粱、苏丹草、豇豆、柎麻、苦豆子等。

2.3.3 成效 上述轮作休耕模式在河北省黑龙港低平原区的沧州、衡水、邯郸、邢台等市进行了规模化示范推广，两年来（2014—2016年），示范区土壤有机质提高8.6%，土壤全氮、有效磷、有效钾含量综合平均提高15.8%，作物（牧草）产量提高26.5%，节省化肥18.5%，节本增效2 790元 hm⁻²。河北省景县自2014年以来，通过实施“耕地季节性休耕试点”项目，减少一季小麦种植，全县年可节约地下水1 950万 m³，节水效果十分显著。

沧州市按照河北省委、省政府的决策部署，实施“一季休耕、一季雨养”的耕地轮作休耕模式，2014年完成实施面积8 000 hm²，2015年实施季节性休耕面积16 493 hm²（含上年持续实施面积），2016年实施季节性休耕面积24 147 hm²（含上年持续实施面积），各种休耕模式平均取得了显著的节水、节肥、节药效果（表2），既节约了资源，又保护了生态，还能促进当地农民增收——这是因为实行一季休耕，即可减少一季农业投入；上茬作

表2 沧州市实施耕地轮作休耕的节水、节肥、节药效果（2016年）

Table 2 The effect of water, fertilizer and pesticides in the process of implementing saving arable land rotation and fallow in Cangzhou City in 2016

项目Item	单位面积耕地效果		示范区（24 147 hm ² ）总效果	备注
	The effect of unit are arable land(hm ²)	The total effect of demonstration area (24 147 hm ²)		
节水 Water saving	2 400 m ³	5 800万 m ³		
节肥 Fertilizer saving	525 kg	1.27万 t		化肥折纯
节药 Pesticides saving	7.5 kg	0.18万 t		农药折纯

注：系根据《中国科学院考察调研河北省地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点座谈交流汇报材料汇编》（河北省农业厅、河北省委省政府农村工作办公室，2017年6月）有关资料整理而成 Note: Compiling the relevant data based on pilot symposium exchange report material compilation- Investigation and research of ground water funnel area farmland rotation fallow system in Hebei Province by the Chinese Academy of Sciences (Hebei Province Agriculture Department, Hebei Provincial Government Rural Work Office, June 2017)

物休耕后,地力得到恢复,还可促进下茬作物增产约10%;少种一季作物,农民可进城打工,获得工资性收入;最后,还可获得国家发放的轮作休耕补贴7 500元 hm^{-2} 。实行轮作休耕,可谓“一举多得”。

2.4 我国典型地区耕地轮作休耕发展策略

江苏、湖南、河北三省的耕地轮作休耕典型调查发现三省耕地轮作休耕试点总体情况良好,进展顺利,成效显著。但同时也存在一些不容忽视的问题,如有些干部、群众重视不够,对耕地轮作休耕的重要性和紧迫性认识不足;有的地方,耕地轮作休耕的模式欠优,效益不甚明显;也有的地方,尽管实施了轮作休耕,但因管理不到位、不规范,未能达到预期效果;还有的项目试点区,农民实施轮作休耕的补贴未及时发放,一定程度上影响了农民参与轮作休耕的积极性和主动性,影响了轮作休耕的实际效果。

针对上述问题,为推进全国耕地轮作休耕制度的建立和发展,特提出如下发展策略^[25],供有关方面参考。

2.4.1 遵循四项原则 要扎实推进我国耕地轮作休耕制度的建立和发展,必须遵循以下四项原则:(1)因“地”制宜原则。即实施耕地轮作休耕,建立各地耕地轮作休耕制度,要根据各地的具体情况,特别是耕地本身的性质和要求,来确定是否要进行轮作休耕?如何进行轮作休耕?何时进行轮作休耕?轮作休耕持续多久?只有因“地”(耕地)制定具体的轮作休耕方案,才有可能取得预期成效。(2)主动作为原则。要建立符合各地区实际的耕地轮作休耕制度,必须充分依靠各地干部、群众的主动参与,充分发挥和调动各地干部、群众的积极性和创造性,耕地轮作休耕才能得以实施,得以落实、得以“落地”,得以见成效。否则,只能是一句空话。(3)循序渐进原则。各地干部、群众要学习领会中央精神,在具体实施轮作休耕制度试点时,也有一个“从小到大、由少到多”的发展过程。这就要求在实际推动该项工作时,各地不能操之过急,应做一些耐心细致的工作,让“轮作休耕”这一新战略、新思路能逐步被广大干部和群

众接受,并在生产实践中逐步推行,使成效逐步显现出来。(4)综合协调原则。首先,应考虑当地自然、社会经济条件,是否具备轮作休耕的“条件”和“要求”;其次,要看当地农业传统和农民种植习惯,如实行耕地轮作休耕,到底应选择何种技术模式比较“合适”;第三,根据耕地肥力和土壤质量状况,以及受污染程度,是决定耕地轮作休耕与否最重要的“因素”,如已存在严重的耕地土壤污染,特别是重金属污染,则必须实行耕地轮作休耕。因此,实施耕地轮作休耕,要综合考虑各种因素,要采取综合协调的方法推动各项工作。

2.4.2 实现四个统一 实施耕地轮作休耕,不仅要遵循上述“四项原则”,还要做到以下“四个统一”。(1)粮食安全、食品安全、生态安全的统一。首先,粮食安全是基础,不能因为实施耕地轮作休耕而减少粮食生产量,影响粮食安全,要在确保“吃饭有保障”、“粮食有安全”的前提下实行轮作休耕;其次,食品安全是关键,在耕地遭受严重污染,特别是重金属污染的情况下,生产出来的农产品危及人民身体健康——这类耕地就必须毫不犹豫地坚决进行轮作休耕;第三,生态安全是根本,轮作休耕不是目的,轮作休耕是维护生态安全、食品安全的手段和方法,确保生态安全才是根本目的,有了生态安全作保障,食品安全才有希望。(2)经济效益、生态效益、社会效益的统一。推进耕地轮作休耕,必须正确处理经济效益、生态效益、社会效益三者之间的关系,做到“三效”统一。首先,实施耕地轮作休耕,往往要牺牲部分经济效益,但就生态效益而言,则是明显的、正面的;而从社会效益来看,轮作休耕维护了食品安全,显然社会效益也是正面积积极的。其次,为了弥补农户(农民)因实施耕地轮作休耕而造成的经济损失,国家和集体给农民应有的补偿和补贴,有利于推进耕地轮作休耕向前发展。(3)耕地“休”、“养”、“用”的统一。实行耕地轮作休耕,“休”是积极的“休”,在“休”的过程要尽量地“养”——通过种植养地作物(绿肥、豆类作物等)、采取养地措施(土壤耕翻晒垡、秸秆还田、施用有机肥等)以达到“养”地的目的。耕地不论是“休”,还是“养”,其目的均是为了恢复、培养、提高土壤肥力,提升耕地生产力,以便更好地“用”。耕地“休”、“养”的目的,是为

了“用”。“用”是目的，“休”、“养”是手段。在生产实践中，要尽量做到“寓休于养”、“寓养于用”，“休、养、用相结合”。（4）国家利益、集体利益、农民利益的统一。从国家利益、集体利益而言，就是要实施轮作休耕，以维护生态安全、食品安全。但从农民利益而言，实行轮作休耕，减少农作物种植面积，影响农民经济收入，如没有“适当”的、“必要”的经济补偿，农民是肯定不愿意的，但从“大局”、“大道理”而言，又必须实行轮作休耕。显然，给农民发放轮作休耕的经济补偿和补贴是必不可少的。只有这样，才能使轮作休耕持续健康地向前发展，才能实现国家利益、集体利益、农民利益的统一。

2.4.3 采取八大措施 为又好又快地推进全国各地耕地轮作休耕制度的建立和发展，还应采取以下8项具体措施：（1）提高认识。各级领导干部和各地群众，要深入学习、领会中央关于探索实行耕地轮作休耕制度试点重大战略决策的意义及其必要性和紧迫性。要通过各种媒体和宣传工具，反复宣传耕地轮作休耕制度的相关方针、政策，要让广大干部、群众人人知轮作休耕、个个懂轮作休耕、处处会轮作休耕。（2）制定规划。2016年6月24日，农业部等10部门联合印发了《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》（农农发〔2016〕6号），这对全国推进耕地轮作休耕制度试点起到了积极作用，可以说，这是全国各地探索实行耕地轮作休耕制度试点的“总方案”、“总规划”、“总蓝图”。为更有针对性地推进各地耕地轮作休耕制度的建立和发展，各地还必须制定各自具体的耕地轮作休耕制度试点规划方案，这样才能更好地推进全国各地的耕地轮作休耕制度试点的向前发展，并最终建立耕地轮作休耕制度体系。（3）划定区域。各地可按照连作障碍区、重金属污染区、地下水漏斗区、生态严重退化地区等类型，选定“适合”轮作休耕的耕地范围。对该轮作休耕的区域，就要坚决实行轮作休耕；对不适合、不适宜的耕地，则没有必要划入轮作休耕的范围。（4）优化模式。不同类型耕地应该选择不同的轮作休耕模式，就是同一类型的耕地，由于地处不同区域其轮作休耕模式也是不同的。究竟选择何种模式是“最适”的、“最优”的，往往要进行田间试验和调查研究才能确定。（5）规范管理。在确定了耕地轮作休耕的

区域、模式之后，规范管理就显得格外重要。因为只有管理规范、到位，轮作休耕的“效益”才能体现出来。要做到对耕地轮作休耕的规范管理，首先要建立健全相关的规章制度，做到“有章可依”。在此基础上，则强调分类指导、分区管理、分段（时段）检查。（6）加大补贴。目前，按照农业部等10部门联合印发的《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》，如：①轮作补助标准。结合实施东北冷凉区、北方农牧交错区等地玉米结构调整，按照每年2 250元 hm^{-2} 的标准安排补助资金，支持开展轮作试点。②休耕补助标准。河北省黑龙港地下水漏斗区季节性休耕试点每年补助7 500元 hm^{-2} ；湖南省长株潭重金属污染区全年休耕试点每年补助19 500元 hm^{-2} （含治理费用），所需资金从现有项目中统筹解决；贵州省和云南省两季作物区全年休耕试点每年15 000元 hm^{-2} ；甘肃省一季作物区全年休耕试点每年补助12 000元 hm^{-2} 。但从鼓励农民主要参与耕地轮作休耕，以更有效地推进耕地轮作休耕试点工作来看，各地还可适当增加“补贴”，尤其是对一些贫困地区而言，更应加大补贴力度，让农民尝到主动参与轮作休耕的“甜头”，让农民尽快脱贫，尽快富裕起来。（7）建立样板。在全国各典型区域，建立耕地轮作休耕试点的示范样板，对于推动耕地轮作休耕制度的建立和发展必将起到积极作用。如可在大城市郊区建立蔬菜连作障碍区的耕地轮作休耕示范样板；在河北沧州建立地下水漏斗区的耕地轮作休耕示范样板；在湖南长株潭地区建立重金属污染区的耕地轮作休耕示范样板；在贵州、云南的石漠化选择 25° 以下坡耕地和瘠薄地区建立耕地轮作休耕示范样板；在生态严重退化地区的甘肃，选择干旱缺水、土壤沙化、盐渍化严重的耕地建立耕地轮作休耕示范样板。通过建立样板，带动全国各地耕地轮作休耕制度试点的向前推进。（8）加强研发。长远而言，要通过开展深入、广泛的耕地轮作休耕制度的科学研究，进一步回答在中国或中国不同地区为什么要实行耕地轮作休耕？在哪些地方或区域实行耕地轮作休耕？耕地轮作休耕的“利”、“弊”到底有哪些？如何做到趋“利”避“弊”？不同区域耕地轮作休耕的“最佳”、“最优”模式有哪些？健康、有序地推进耕地轮作休耕向前发展的配套政策和措施是什么？……如通过加强对耕地轮作休耕的研发，科学

地、准确地回答了上述问题,建立中国耕地轮作休耕制度体系则指日可待。

3 结论

通过这次对江苏、湖南、河北三省耕地轮作休耕的典型调查表明,上述三省在推进耕地轮作休耕制度试点方面所做的工作及取得的生产实践效果是充分肯定的,调研组对推进耕地轮作休耕制度的理论与实践思考也取得诸多共识,在不同地区实施轮作休耕应因地制宜,分类实施推进耕地轮作休耕发展对策是在新常态下顺应我国种植业结构调整方向的要求,也是实现农业领域的供给侧改革战略的有效途径之一,为我国科学推行轮作休耕制度试点工作提供现实参考。

参考文献

- [1] 赵其国, 骆永明, 滕应. 中国土壤保护宏观战略思考. 土壤学报, 2009, 46 (6) : 1140—1145
Zhao Q G, Luo Y M, Teng Y. Strategic thinking on soil protection in China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2009, 46 (6) : 1140—1145
- [2] 赵其国, 滕应, 黄国勤. 中国探索实行耕地轮作休耕制度试点问题的战略思考. 生态环境学报, 2017, 26 (1) : 1—5
Zhao Q G, Teng Y, Huang G Q. Consideration about exploring pilot program of farmland rotation and fallow system in China (In Chinese). Ecology and Environmental Sciences, 2017, 26 (1) : 1—5
- [3] Heimlich R E, 杜群. 美国以自然资源保护为宗旨的土地休耕经验. 林业经济, 2008, 30 (5) : 72—80
Heimlich R E, Du Q. The U.S. experience with land retirement for natural source conservation (In Chinese). Forestry Economics, 2008, 30 (5) : 72—80
- [4] 朱文清. 美国休耕保护项目问题研究. 林业经济, 2009, 31 (12) : 80—83
Zhu W Q. The analysis of conservation reserve program of the United States of America (In Chinese). Forestry Economics, 2009, 31 (12) : 80—83
- [5] 饶静. 发达国家“耕地休养”综述及对中国的启示. 农业技术经济, 2016, 35 (9) : 118—128
Rao J. The enlightenment to China base on a review of developed countries on cultivated land restoration (In Chinese). Agricultural Technology Economics, 2016, 35 (9) : 118—128
- [6] Siebert R, Berger G, Lorenz J, et al. Assessing german farmers' attitudes regarding nature conservation setaside in regions dominated by arable farming. Journal for Nature Conservation, 2010, 18 (4) : 327—337
- [7] 李世平. 论早期农业的轮作制度. 中华文化论坛, 2009, 16 (S2) : 27—31
Li S P. On early crop rotation system (In Chinese). Chinese Culture Forum, 2009, 16 (S2) : 27—31
- [8] 阎万英. 我国古代人口因素与耕作制的关系. 中国农史, 1994, 13 (2) : 1—7
Yan W Y. The relationship between population factors and farming system in ancient China (In Chinese). Chinese Journal of Agricultural History, 1994, 13 (2) : 1—7
- [9] 王亚静, 王飞, 石祖梁, 等. 基于农业供给侧结构性改革背景的秸秆资源与利用研究. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (6) : 13—20
Wang Y J, Wang F, Shi Z L, et al. Straw resources and its utilization in China from the perspective of agricultural supply—side structural reform (In Chinese). Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2017, 38 (6) : 13—20
- [10] 寻舸, 宋彦科, 程星月. 轮作休耕对我国粮食安全的影响及对策. 农业现代化研究, 2017, 38 (4) : 681—687
Xun G, Song Y K, Cheng X Y. Impacts of the land fallow and crop rotation practice on grain security in China and solutions (In Chinese). Research of Agricultural Modernization, 2017, 38 (4) : 681—687
- [11] 李新斗, 席志敏. 河北平原深层地下水开采程度评价. 南水北调与水利科技, 2013, 11 (6) : 129—132
Li X D, Xi Z M. Evaluation of deep groundwater exploitation degree in Hebei (In Chinese). South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2013, 11 (6) : 129—132
- [12] 赵雲泰, 黄贤金, 钟太洋, 等. 区域虚拟休耕规模与空间布局研究. 水土保持通报, 2011, 31 (5) : 103—107
Zhao Y T, Huang X J, Zhong T Y, et al. Simulating fallow land at regional scale: Size and spatial distribution (In Chinese). Bulletin of Soil and Water Conservation, 2011, 31 (5) : 103—107
- [13] 黄国勤, 熊云明, 钱海燕, 等. 稻田轮作系统的生态学分析. 土壤学报, 2006, 43 (1) : 69—78
Huang G Q, Xiong Y M, Qian H Y, et al. Ecological analysis of crop rotation systems in paddy field (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2006, 43 (1) :

- 69—78
- [14] 高菊生, 徐明岗, 董春华, 等. 长期稻—稻—绿肥轮作对水稻产量及土壤肥力的影响. 作物学报, 2013, 39 (2) : 343—349
Gao J S, Xu M G, Dong C H, et al. Effects of long—term rice—rice green manure cropping rotation on rice yield and soil fertility (In Chinese) . *Acta Agronomica Sinica*, 2013, 39 (2) : 343—349
- [15] 徐蒋来, 胡乃娟, 张政文, 等. 连续秸秆还田对稻麦轮作农田土壤养分及碳库的影响. 土壤, 2016, 48 (1) : 71—75
Xu J L, Hu N J, Zhang Z W, et al. Effects of continuous straw returning on soil nutrients and carbon pool in rice—wheat rotation system (In Chinese) . *Soils*, 2016, 48 (1) : 71—75
- [16] 赵金花, 张丛志, 张佳宝. 激发式秸秆深还对土壤养分和冬小麦产量的影响. 土壤学报, 2016, 48 (2) : 438—449
Zhao J H, Zhang C Z, Zhang J B. Effect of straw returning via deep burial coupled with application of fertilizer as primer on soil nutrients and winter wheat yield (In Chinese) . *Acta Pedologica Sinica*, 2016, 48 (2) : 438—449
- [17] Beare M H, Wilson P E, Fraser P M. Management effects on barley straw decomposition, nitrogen release and crop production. *Soil Science Society of American Journal*, 2002, 66: 848—856
- [18] 詹杰, 魏树和, 牛荣成. 我国稻田土壤镉污染现状及安全生产新措施. 农业环境科学学报, 2012, 31 (7) : 1257—1263
Zhan J, Wei S H, Niu R C. Advances of cadmium contaminated paddy soil research and new measure of its safe production in China: A review (In Chinese) . *Journal of Agro—Environment Science*, 2012, 31 (7) : 1257—1263
- [19] 蒋逸骏, 胡雪峰, 舒颖, 等. 湘北某镇农田土壤—水稻系统重金属累积和稻米食用安全研究. 土壤学报, 2017, 54 (2) : 410—420
Jiang Y J, Hu X F, Shu Y, et al. Accumulation of heavy metals in the soil—rice system and assessment of dietary safety of the rice produced in the paddy fields — A case study of a town in the northern part of Hunan Province, China (In Chinese) . *Acta Pedologica Sinica*, 2017, 54 (2) : 410—420
- [20] 李翔, 刘永兵, 程言君, 等. 湖南某铅锌矿污染土壤稳定化修复研究. 中国土壤与肥料, 2016 (2) : 137—144
Li X, Liu Y B, Cheng Y J, et al. Stabilization of soil contaminated by a lead-zinc mine in Hunan (In Chinese) . *Chinese Soil and Fertilizer*, 2016 (2) : 137—144
- [21] Li P, Wang X X, Zhang T L, et al. Effects of several amendments on rice growth and uptake of copper and cadmium from a contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences*, 2008, 20: 449—455
- [22] 武猛, 程伍群, 吴现兵. 河北省用水结构变化规律及其影响因素研究. 河北农业大学学报, 2015, 38 (4) : 121—124, 129
Wu M, Cheng W Q, Wu X B. Structure evolvement and influence factors of water consumed in Hebei Province (In Chinese) . *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2015, 38 (4) : 121—124, 129
- [23] 刘佳嘉, 冯浩. 缓解河北农业用水紧缺的技术与对策. 节水灌溉, 2010 (5) : 64—67, 70
Liu J J, Feng H. On the technologies and countermeasures about alleviating agricultural water shortage in Hebei (In Chinese) . *Water Saving Irrigation*, 2010 (5) : 64—67, 70
- [24] 王娜, 王靖, 冯利平, 等. 华北平原冬小麦—夏玉米轮作区采用“两晚”技术的产量效应模拟分析. 中国农业气象, 2015, 36 (5) : 611—618
Wang N, Wang J, Feng L P, et al. Modeling the impact of “double—delay” technology on yield of wheat—maize cropping system in the North China Plain (In Chinese) . *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2015, 36 (5) : 611—618
- [25] 黄国勤, 赵其国. 轮作休耕问题探讨. 生态环境学报, 2017, 26 (2) : 357—362
Huang G Q, Zhao Q G. A discussion on land rotation fallow problem (In Chinese) . *Ecology and Environmental Sciences*, 2017, 26 (2) : 357—362

Mode of Rotation/Fallow Management in Typical Areas of China and Its Development Strategy

HUANG Guoqin¹ ZHAO Qiguo^{2†}

(1 *Research Center on Ecological Science, Jiangxi Agricultural University/Colleges and Universities Union of Ecology in Jiangxi Province, Nanchang 330045, China*)

(2 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

Abstract 【Objective】 Currently, researchers all over the country are actively exploring farmland rotation/fallow systems for pilot farms and developing scientific and rational rotation/fallow modes or methods, which is of profound significance to future development of the agriculture in China. 【Method】 During the period from March to June of 2017, a group of scientists of the Consultation and Research Team for Exploring and Implementing Rotation/Fallow Systems in Pilot Farms investigated the experiments of rotation/fallow systems implemented in areas typical of Jiangsu, Hunan and Hebei Provinces, examined the experiment fields and discussed with local leaders and farmers. Generalization, summarization and analysis were made of the large volumes of data and information obtained during their investigation trips coupled with the data available in the literature. Modes of the rotation/fallow systems and their corresponding technical measures in the three typical areas, i.e. mono-cropping obstacle area (Jiangsu Province), heavy metal pollution area (Hunan Province) and groundwater funnel area (Hebei Province), were summarized and analyzed, too. 【Result】 In Jiangsu, modes, like winter fallow including tillage and sunning, growing winter green manure crops, intercropping with bean crops; and other soil fertility building measures are practiced and advocated, in Hunan, planting new varieties of crops, soil amelioration, scientific irrigation, control of crop uptake of heavy metals and “VPI + n” , an innovative pollution control pattern are and in Hebei, seasonal fallow and annual fallow are. Relatively and significantly higher economic, social and ecological benefits are achieved after adoption and implementation of the rotation/fallow modes in the three typical regions. Besides, “our principles” , “four unifications” and “eight important measures” are brought forth for the rotation/fallow systems in the three typical areas of China. 【Conclusion】 Different rotation/fallow modes should be adopted site-specifically in different regions and step by step by sort. This paper is expected to be able to provide some practical reference for the pilot experiments and scientific extrapolation of the rotation/fallow system.

Key words Cultivated land; Rotation; Fallow; Farming system reform; Agricultural sustainable development

(责任编辑: 檀满枝)