

土 壤 轮 耕

——江苏农业可持续发展的重要技术措施*

刘世平 陆建飞 庄恒扬 沈新平

(扬州大学农学院 扬州 225009)

摘 要 在分析建国以来江苏土壤耕作技术演变的基础上,揭示了轮耕与农业可持续发展的关系,认为轮耕是江苏农业可持续发展的一个重要技术措施。

关键词 土壤耕作;持续农业;轮耕;江苏

按1995年统计,江苏以6672万亩的耕地,养育着7066万人口,人均耕地仅0.94亩,平均每平方公里689人,是全国人口密度最大的一个省。近年来,农业与其它部门用地矛盾加剧,土壤的后备资源又相对贫乏,耕地每年减少30-40万亩,人口每年增加50万,粮食总产徘徊不前^[1]。江苏农业,特别是种植业的持续发展,对江苏经济发展,对我国持续农业的理论与实践均具有重要意义。为了达到持续高产的目的,农业生产集约经营的水平不断提高,不少学者都在积极进行农业可持续发展理论的研究^[2,3]。本文拟从土壤耕作技术的改革,探寻江苏农业的可持续发展。

土壤耕作是指有目的地利用机械力、自然力及生物力,调节土壤肥力因素存在状况的措施^[4],它是农业生产活动的一项主要内容,是农作物增产的一项基本措施,涉及到当前持续农业研究中土壤退化,土壤板结,土壤压实等问题,在农业可持续发展中具有举足轻重的作用。建立持续农业的土壤耕作技术是当前土壤耕作研究的热点,国内北方的深松少耕、耙茬少耕、覆盖免耕,南方的自然免耕、稻板麦、轮耕等耕作技术在农业生产中都发挥了很大作用。随着社会和科学技术的进步,针对农业生产中出现的新情况、新问题,保证农业的可持续发展,江苏土壤耕作的技术也在不断进行改革。

1 四十多年来江苏土壤耕作的发展

土壤耕作的主要任务是通过机械作用,为作物创造良好的耕层构造,以充分满足作物生长发育对水肥气热的需要。建国以来,江苏省大力开展以治水改土为中心的农田基本建设,实行“沤改旱”、“旱改水”等耕作制度的改革,在土壤耕作上采取耕翻土层、耙碎土壤、平整地面、开沟培垄、打埂做畦、中耕除草等一系列传统土壤管理措施。这些措施对保证粮食供给,提高作物产量起了重要作用,随着生产的发展,化肥农药大量使用,机械化水平不断提高,以及全球对环境和能源的关注,传统土壤耕作的弊端日趋明显,再连续采用耕翻作业已无必要。因耕地一

* 国家自然科学基金课题(批准号:69704008)。

亩,大约要将耕层100吨土壤举起、翻转,这不仅需消耗大量的劳力、能源,且易引起水土流失和环境污染等问题。另外,江苏是复种多熟地区,为了达到高产、更高产的目的,常选用生育期较长的品种,季节显得特别紧张,天气依赖性大,经常会延误农时,影响作物正常播种,使高产栽培处于被动地位。如秋播小麦采用传统耕作,为保证最大面积能在适期播种,每年约有10%面积安排提前播,常长成旺长苗,还有20%来不及播而成晚茬苗,比正常季节播种的要减产20%左右。倘若遇到多雨年份,农时矛盾更为突出,或因保证农时而采取烂耕烂种,或因保证播种质量而成低产的晚茬苗,影响粮食产量的提高。80年代后,江苏省土壤耕作的研究在吸收国内外研究成果,总结传统耕作经验的基础上,针对稻麦生产上出现的具体问题,提出了少免耕栽培技术,并对其基础理论和配套技术进行了系统研究。少免耕具有不乱土层,保持土壤原状结构的肥力分布梯度,节本省工,有利争取农时季节,提高复种,增产增收等优点。稻田套播麦和麦田套播稻是完全的免耕,由于大幅度简化了稻麦生产的工艺流程与作业,能省工节本,尤其节省了整地与播种的机械与能源的投入,充分利用温、光、水等自然资源,在掌握其高产栽培策略和技术后,仍可获得高产^[5,6],被认为是江苏农业可持续发展的新的技术突破,近年在江苏省又有一定的发展。但随着少免耕年限的延续,伴随着土壤养分的表层富集,作物根系、土壤微生物、杂草种子等均有同步富集的趋势。这就导致了土壤库容变小、抗灾能力和供肥能力差、草害严重、作物早衰易倒等问题。90年代,围绕着“持续高产——增进地力——节本省工”这一主题,针对江苏不同农区“气候——作物——土壤”的特点,剖析了各耕法的内涵与相关,明确了各耕法与土壤肥力及产量的关系,提出了轮耕的技术,并揭示了轮耕机理和一般原则,确定了判断轮耕周期的指标^[7,8]。最近,在轮耕制研究的基础上,提出了苏北不同轮作区可采用测土耕作的方法轮耕与定期秸秆还田轮培的方法有机结合,形成了土壤管理“轮作、轮耕、轮培”相结合的“三轮”体系^[9]。

2 轮耕与农业可持续发展的关系

从常规耕作向少免耕技术的转变是土壤耕作技术的一场革命,国内外大量的研究以及我们十多年的研究表明,长期单一耕作易产生诸多弊端,针对连续少免耕存在的问题,我们提出了适应江苏省不同农区土壤的以少耕为主体,少免交替,定期耕翻的深浅免有机结合的轮耕新体制。水田中麦类、油菜、豆类等秋播作物,应采用少免耕,水稻则旋耕与定期耕翻相结合;在旱田,夏播作物玉米、大豆等采用少免耕,秋播(栽)作物油菜,豆类以少免耕为主,麦类以常规耕作为主。既发挥少免耕在现代农业中的节本省工和增产优势,又可通过耕翻改善中下层土壤结构与肥力,促进持续稳定增产。

2.1 轮耕具有持续稳定的土壤肥力

土壤肥力是指土壤在某种程度上能不断地同时供应植物(农作物)生长所需要的养分、水分、空气与热量的能力,与土壤结构密切相关,是农业持续发展的重要基础。少免耕有利于巩固土壤结构而深耕晒垡则有利于发展土壤结构^[10]。轮耕是以少耕为主体,避免了土壤结构的破坏,同时通过定期的深耕晒垡,为土壤良好结构的形成创造了机会。晒垡有效地促进了土壤养分的释放,提高了土壤养分的有效性,同时耕翻也为秸秆还田、深施有机肥创造了条件。试

验表明:适时轮耕时,稻季翻埋麦秸 $2250\text{kg}/\text{hm}^2$, 当季可增产 9.1%, 后季麦增产 5.6%, 土壤容重降低 $0.12\text{g}/\text{cm}^3$, 土壤有机质增加 $2.9\text{mg}/\text{kg}$, 全 N 提高 $0.17\text{mg}/\text{kg}$, 速效 P 和 K 分别增加 $7.5\text{mg}/\text{kg}$ 和 $10\text{mg}/\text{kg}$ ^[11]。

2.2 轮耕具有持续稳定增长的土地生产力

我国是资源制约型农业, 土地生产力的提高始终是我们追求的目标, 提高土壤持续生产力是实现持续农业战略思想的基础。我们在江苏省不同农区的丹阳、兴化、灌云等地进行稻麦两熟定点轮耕试验, 根据以前的试验选定轮耕周期丹阳为一年——麦免(少)稻耕, 兴化、灌云为两年——麦免(少)稻季隔年耕翻, 在免少耕一季(小麦、丹阳)和第三季(麦一稻—麦、兴化、灌云)后的稻季, 设置少耕和耕翻两耕法植稻, 分别与后季的免(少)耕麦组成连免少和轮耕两处理, 重复 3 次, 测定各处理在耕翻植稻后一个轮耕周期内稻麦的平均产量(表 1)。轮耕是多种耕法的优化组合, 可克服单一耕法的弊端, 改善土壤理化性状, 有利作物生长发育, 从而提高作物的产量。

表 1 轮耕在不同农区的产量效应(单位: kg/hm^2)

地点	处理	小麦	水稻	总和	增产率(%)
灌云	连免少	3804	7453	11257	13.5
	轮耕	4681	8100	12781	
兴化	连免少	5019	7012	12031	6.2
	轮耕	5233	7537	12770	
丹阳	连免少	4594	8721	13315	8.0
	轮耕	5502	8881	14383	

翻对麦田看麦娘的防治效果为 50%, 对双子叶杂草可达 80%, 同时也减少了稻象甲、二化螟的危害^[11]。据统计, 轮耕比常规耕作平均增产 5—11%, 节本 6—12%, 每公顷增加收益 300—450 元, 具有较好的社会、经济、生态效益。

3 江苏省土壤耕作需进一步研究和解决的问题

轮耕是江苏省农业发展的重要途径, 但目前, 仍有许多问题值得深入地研究探讨。

3.1 不同农区轮耕周期的确定与完善

一般来说, 土壤肥沃的, 轮耕周期可长些; 土壤瘠薄的, 轮耕周期则应短些, 但对一个具体地区、土类来说, 多长时间才是最经济有效, 尤其在低产土壤改良上如何把轮耕与轮作、轮培有机结合起来, 还有待于各地在实践中继续探索。

3.2 测土耕作的指标

我们提出以耕层 7—14cm 土层的土壤容重超过 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 为测土耕作的指标^[9], 但不同地区, 不同土壤测土耕作的指标肯定不同, 不同土壤还有一个幅度问题, 一个地区最优耕作的指标, 也有待于进一步研究。

3.3 轮耕的土壤学、生态学基础研究

将轮耕对土壤肥力演变、土壤供肥和作物吸肥影响作为土壤学基础的研究内容, 轮耕与根系生长和病虫害种群发生规律等研究作为生态学基础研究内容, 以及化肥和农药合理调控使用的研究, 对丰富发展土壤耕作学有关基础理论, 建立持续性的土壤耕作技术, 具有重要价值。

2.3 轮耕具有协调统一的社会、生态、经济效益

保证食物有效供给, 增加农民收入, 保护资源环境的永续性循环是持续农业的主要目标, 与农业生产的三大效益是一致的。轮耕有效地提高作物产量, 减少化肥农药的投入, 省工节本, 有效地控制生态环境破坏和污染, 增加农业对自然灾害的抵御能力。如稻季隔年耕

参 考 文 献

- 1 杨向杰. 加强土地管理 实现耕地总量动态平衡. 土壤, 1996, 28(6): 281-284
- 2 赵其国. 从现代土壤学看江苏省持续发展中的问题. 土壤, 1996, 28(4): 169-175
- 3 袁从祯. 我国农业发展战略的决策——持续农业. 见: 邹超亚主编. 中国高功能高效益耕作制度研究进展. 贵阳: 贵州科技出版社, 1990, 21-27
- 4 孙耀邦. 土壤耕作技术与应用. 中国农业出版社, 1995, 1
- 5 张洪程, 戴其根, 钟明喜等. 稻田套播麦高产高效轻型栽培技术研究. 江苏农学院学报, 1994, 15(4): 19-23
- 6 陈后庆, 沈新平, 刘世平等. 麦套稻生长发育及产量形成的研究. 江苏农学院学报, 1994, 15(4): 30-33
- 7 黄细喜, 刘世平, 陈后庆等. 江苏稻麦复种合理轮耕制的研究. 土壤学报, 1993, 30(1): 9-17
- 8 董百舒, 王振忠, 许学前等. 江苏稻麦两熟田稻季的合理耕作及轮耕制. 耕作与栽培, 1992, 3: 6-10
- 9 刘世平, 庄恒扬, 沈新平等. 苏北轮耕轮培优化模式研究. 江苏农学院学报, 1996, 17(4): 31-37
- 10 赵诚斋. 太湖地区水稻土的物理特性与少免耕的关系. 土壤学报, 1989, 26(2): 101-107
- 11 黄细喜, 邵达三, 张洪程. 新型耕作技术及理论. 南京: 东南大学出版社, 1991, 1-16



(上接第30页)

参 考 文 献

- 1 梁音, 史德明, 杨艳生, 吕喜玺. 长江三峡地区侵蚀土壤水分特征研究. 土壤, 1993, 25(4): 201-204
- 2 李小刚, 杨治, 谢恩波. 甘肃几种旱地土壤低吸力段持水性能的初步研究. 土壤通报, 1994, 25(4): 155-157
- 3 茹连梅. 陕西黄土的水分特征曲线及其水分特征初步分析. 土壤通报, 1991, 22(2): 61-64
- 4 陈良富, 李洪建, 刘太维. 晋西北砖窑沟流域几种主要土壤的持水特性. 土壤通报, 1994, 25(5): 199-200
- 5 赵文智. 河北坝上半干旱/半湿润过渡带土壤水分状况研究. 中国沙漠, 1996, 16(2): 105-111
- 6 鲍新奎, 李英年, 曹广民. 寒粘土(亚高山草甸土)湿度的时空动态及其应用. 高寒草甸生态系统(第四集). 北京: 科学出版社, 1995, 19-26
- 7 鲍新奎, 李英年, 陈义明. 寒冻粘土水分变化规律及其在系统分类中的应用. 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类新论. 北京: 科学出版社, 1994, 360-368
- 8 D. 希勒尔著(华孟等译). 土壤和水一物理原理与过程. 北京: 农业出版社, 1981, 65-68
- 9 王启基, 杨福困, 史顺海. 高寒矮嵩草草甸地下生物量形成规律的初步研究. 高寒草甸生态系统国际学术讨论论文集. 北京: 科学出版社, 1989, 83-94
- 10 鲍新奎, 曹广民, 高以信. 草毡表层的形成环境和发生机理. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 45-52