

前瞻性养殖农场项目措施—实施保护性措施对减少化肥和粪肥养分从农场流失的效果

谢玲译 涂仕华校

(国际植物营养研究所成都代表处, 原文译自 Andrew Sharpley, Mike Daniels, Larry Berry, Cory Hallmark 和 Lee Riley 著)

家畜养殖和农作物生产常被引证为主要的非点源(扩散)污染贡献者, 这些农事活动使土壤和养分流失到水体中。美国阿肯色州目前正在开展了一项不同保护性耕作和养分管理措施下的土壤和养分从代表性农田流失情况的研究, 该研究是在一个种植业—养殖业农场实施的合作项目。阿肯色州的农场主们正在帮助减少泥沙和养分流失, 其减少量远比过去很多人认为的还多。

阿肯色州发现农场项目(ADF)是一个州立的广泛合作项目, 旨在监测和证明农场采用保护措施(CPs)可以把农场的养分流失量控制到最低^[1]。类似的工作, 但处于不同实施阶段, 正在明尼苏达州、南达科他州和威斯康星州开展, 其主要目的就是集中精力研发减少养分流失的战略, 以减轻当地和区域民众对水质问题的关心。

富营养化仍然是损害美国某些指定用途的淡水和沿海水域的罪魁祸首^[2-4]。尽管养分来源多种多样, 但农业是主要来源, 尤其是集约化养殖业和种植业, 有越来越多的人认为必须从农业系统中大力减少养分流失。近来的建模工作和相关研究进一步证实了这一点, 研究结果表明农业仍然是造成地表水中养分来源的主要贡献者和水质破坏者。比如, 最近一个模型估算有85%的流入墨西哥海湾的N和P来自农业。因此, 阿肯色州被认为是第四大污染贡献州^[5]。这些估算值是在密西西比河盆地的大范围区域内模拟研究得到的, 在该盆地内, 至今几乎没有进行过农场或农田级试验来测定从农业生产系统中流失的P和N。

决定是否有必要在一个农场使用额外保护性措施或是养分管理措施的首要任务之一是要确定这里的养分流失是不是一个问题。在整个阿肯色州选择了12个农场(ADF)(图1), 用来测量从代表性农田和农场流失的泥

沙和养分。这个项目独特之处在于参与者有农业生产者、科学家和自然资源管理者, 他们协同工作, 以查明农场保护措施问题, 找到潜在的解决方案。供试农场解决农业可持续问题的途径是基于以下四个重要基石: 1) 全面科学, 2) 公正研究, 3) 养殖业主透明度, 以及4) 紧密的合作。在阿肯色州保护措施包括了对肥料用量、施肥时间和施肥位置的管理, 减少耕作, 利用覆盖作物, 缓冲带和集水措施, 以及其他措施。



图1 阿肯色州供试农场的位置分布

¹ 基金项目: 国际植物营养研究所(IPNI)云南项目; 国家水体污染控制与治理科技重大专项

作者简介: 李在凤(1978—, 云南省基层人才培养计划入选者), 女, 农艺师, 长期从事农业技术推广。E-mail: 344068237@qq.com

项目如何运作?

在该项目中只使用了那些能反映农场运作的典型作物、家畜和家禽养殖系统。在大多数情况下，我们会在3-4个点(田块)配置监测站，这会让我们在一个控制点上进行田块与田块之间或是两到三种情况之间的比较。在每个点上都安装了目前最先进的仪器设备来监测径流、养分和泥沙的迁移，以及灌溉水的利用效率。监测流量的仪器设备因具体点位而异，取决于田间大小或是否存在自然排水系统。

一般情况下，我们设计了自动取样程序来收集100毫升的综合样品，这些样品是根据过程流量的不同阶段—在每次径流事件中累计量达到10升的综合样。每一个混合径流—加权样品中径流液中的悬浮固体、N($\text{NO}_3\text{-N}$ ， $\text{NH}_4\text{-N}$ 和总N)和P(溶解P和总P)都是根据美国环境保护局的标准在24小时内进采集和分析。



图2 左图是阿肯色州韦尔顿的田间径流测定装置，右图是阿肯色州迪马斯的测定装置

对于灌溉的行栽作物，用安在管内的流量计来测量灌溉水量，从而确定灌溉水流速和累积灌溉量。在一些情况下，利用水分蒸腾测量仪(ET)来测定每天的蒸腾损失。利用土壤水分传感器来估算土壤水分总量的变化。在田间出水口设置监测站，测定灌溉和降雨的尾水流失。

至今我们学到了什么?

只要简单地保持牧场的牧草生长持续良好，避免集中的水流，在天气预报大雨来临前的3-5天内避免向潮湿土壤中施肥，那么从施用化肥和粪肥养分的牧场中流失的养分就可以减少三倍。例如，在一个家禽/肉牛饲养企

业，农场主把一个从未饲养过家畜、也没有施过肥料的牧场作为一个草皮泄水道来截取从鸡舍周围流出的养分。从2013年至2016年，在一个210米×210米草场上的年平均径流量、P和N分别降低了88%、50%和71%(表1)。

位置	径流 (米 ³ /亩/年)	总P和N	
		总P (公斤/亩/年)	总N (公斤/亩/年)
流入	70.9	0.029	0.105
流出	8.2	0.015	0.029

我们从行栽农场中发现一个共同点：即每年施入到免耕玉米、棉花、水稻和大豆农田中的肥料只有一小部分的N和P流失了(表2)。这些流失量，非常具有代表性，都不超过施入量的5%。如果冬天种植了覆盖作物，则可以保护土壤表面，降低施入的养分以及杀虫剂受到径流和侵蚀力的影响，从而进一步减少养分流失。

因为在过去十年阿肯色州德尔塔地区地下蓄水层急剧下降，这些地区被州政府认定为临界地下水区域。其结果是，越来越多的农场主正在用平整土地和积蓄雨水的方法来增加水分利用率，从而保证在整个生长季节有充足的灌溉水供应。在这些农场，养分流失是最小的，因为农场主们正在想尽一切办法来积蓄雨水或农场的径流，并把它们保蓄在水

作物系统	地点	施入量和损失量		
		施入量 (公斤/亩/年)	损失量 (公斤/亩/年)	损失占比 (%)
氮				
牧场	Bkins	11.20	0.02	0.01
玉米	Atkins	8.93	0.13	0.11
棉花	Dumas	8.20	0.45	0.41
玉米	Dumas	20.00	0.33	0.12
磷				
牧场	Bkins	3.73	0.01	0.01
玉米	Atkins	1.67	0.04	0.17
棉花	Dumas	3.13	0.14	0.31
玉米	Dumas	3.07	0.07	0.17

库或池塘中。农场主开始使用阿肯色州大学合作发展服务灌溉计划项目- PHAUCET (管孔和通用齿冠评估工具), 它可以通过减少灌溉径流而明显增加灌溉水利用率(表3)。流出农场的水分越少, 流失的养分也就越少。

表 3 2015 年阿肯色州东南地区玉米和棉花生产中灌溉水体积, 径流和灌溉利用率				
作物	灌溉次数	灌溉量	径流量	灌溉率
	(公顷-厘米)			(%)
玉米	6	5.66	0.79	85
棉花	4	6.20	0.56	91
1 在田间持有的灌溉水部份				



装置目前是安置在私人农场上, 其结果比安装在大学实验农场上的设备能产生更大影响, 安装在农村合作社的设备也比安装在大学实验农场上能产生更大共鸣。实际上, 我们已经看到了供试农场项目中农场主们具有一定程度的所有制意识, 那就是合作的农场主们正在向阿肯色州试验农场项目索取径流数据, 以便他们能在交流中呈现取得的成果。在某些情况下, 相邻农场主在看到试验农场项目的成果后, 正在志愿争相实施其他保护措施来进一步减少养分流失。更为重要的是, 该项目让农场主们能具有前瞻性地关注环境问题。想要了解更多的该项目的信息, 可以访问网址: <http://discoveryfarms.uark.edu/>。



图 3 左图是自动取样机在阿肯色州阿特金斯发生径流时采集水样, 右图是阿肯色州迪马斯用于灌溉水输入的水流测试仪。

结论

在阿肯色州的私人农场已经开始实施的标准水质量监测方法证明了农业对地表水质和目前农作系统效率的真实影响, 以及对实施的保护措施的效果。由于这种径流监测

参考文献

- [1] Alexander, R.B., R.A. Smith, G.E. Schwarz, E.W. Boyer, J.V. Nolan, and J.W.Brakebill. Environ. Sci. Technol., 2008, 42:822-830.
- [2] Dale, V.H., C.L. Kling, J.L. Meyer, J. Sanders, H. Stallworth, T. Armitage, D.Wangsness, T.S. Bianchi, A. Blumberg, W. Boynton, D.J. Conley, W. Crumpton, M.B. David, D. Gilbert, R.W. Howarth, R. Lowrance, K.R. Mankin, J.Opaluch, H.W. Paerl, K. Reckhow, A.N. Sharpley, T.W. Simpson, C. Snyder, and D. Wright. 2010. Hypoxia in the Northern Gulf of Mexico. SpringerSeries on Environmental Management. New York, NY :Springer Science.
- [3] Jarvie, H.P, A.N. Sharpley, D. Flaten, P.J.A. Kleinman, A. Jenkins, and T. Simmons. J. Environ. Qual., 2015, 44:1308-1326.
- [4] Rebich, R.A., N.A. Houston, S.V. Mize, D.K. Pearson, P.B. Ging, and C.E. Hornig. J. Am. Water Res. Assoc., 2011, 47:1061-1086.
- [5] Sharpley A.N., M. Daniels, L. Berry, C. Hallmark, and L. Riley. 2015. DiscoveryFarm Guiding Principles. Discovery Links. Fall 2015 ARDF Bulletin.University of Arkansas Division of Agriculture. Available at:<http://discoveryfarms.uark.edu/> 566.htm