

关于黄土高原径流农业发展的思考

樊廷录, 唐小明

(甘肃农科院旱地农业研究所, 兰州 730070)

摘要: 径流农业实质上是增强人工对自然降雨时空分布不均的调控能力, 实现高效用水的系列化技术体系。目前黄土高原径流农业的主要类型是控制径流非目标输出、径流在时间和空间上向农田聚集。为了促进黄土高原跨世纪农业发展和生态环境建设, 有必要深化对径流农业内涵的认识, 分区科学规划和规范化利用径流资源, 把径流利用、粮食生产、结构调整、生态环境建设有机结合起来, 以小流域为单元, 加强对径流资源网络化利用的系统研究。

关键词: 黄土高原; 径流农业; 径流时空富集

中图分类号: S 157; S 273.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)04-0064-03

On Thinking of Catchment Agriculture Development in Loess Plateau of China

FAN Ting-lu, TANG Xiao-ming

(Dryland Agricultural Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu Province, China)

Abstract: The essence of catchment agriculture is to enhance regulating and controlling for rainfall undistribution in space and time and to improve water use efficiency. The major types of catchment agriculture on Loess Plateau include decreases in water losses by leveling the slope land and runoff concentration from part of a field on a relatively small area for crop use or storage in the soil. In order to stimulate agriculture development and ecological environment restructure in Loess Plateau, great attention should be paid to catchment agriculture, and water stored tank for collecting runoff should be scientifically planned and standardized. Considering runoff water use, grain production, construction readjustment and environment restructure as a system, integrated use for runoff water resources in watersheds must be studied.

Key words: Loess Plateau; catchment agriculture; runoff concentration in time and space

黄土高原位于我国地貌的第二级阶梯, 水资源极度匮乏, 如何合理而有效的利用自然降雨就成为保证农作物和林草植被生理需水, 优化生态环境的关键。实施径流农业不但能改善耕地的水分状况, 还能减轻径流侵蚀的危害。重视径流农业, 是西北黄土高原农业可持续发展的重要基础。

1 径流农业的概念

综观全球水分循环特征, 地表径流是水循环的一个重要环节, 大大小小的径流汇聚形成了河流, 推动全球水体循环, 对促进农业发展, 滋养人类文明产生着积极的作用^[1]。因此, 一切以径流水资源作为灌溉水源的灌溉农业, 包括绿洲农业等, 都是径流农业的形式, 分布在河口三角洲、开阔的山前洪积扇、四面八方径流汇聚的盆地, 以及依附于流域河口径流源的水库、堰塘、沟坝等工程聚流的灌溉农业, 实为径流农业的精华所在。而在黄土高原地区, 径流又以其特有的形式

——水土流失破坏农业文化, 阻碍人类进步, 从这个意义上讲, 旱地农业实质上是拦蓄径流和保护水土环境的径流农业, 它一方面是控制径流非目标性输出和汇聚非耕地的径流, 另一方面是对汇聚的宝贵的径流资源加以充分、高效的利用, 现今反应的集雨农业、窑窖农业, 特指在雨育农区旱作农业较为艰难的半干旱地区的一种有别于灌溉农业的微型径流农业技术。由于灌溉农业已成体系, 人们在习惯上将灌溉农业与狭义的径流农业截然分开。然而, 从本质上看, 灌溉农业与雨育农区的径流农业同为径流向耕地富集。

因此, 径流农业是指通过汇聚地表径流实施降水时空富集, 充分利用现有的降水资源和径流资源, 把集水技术、节水技术与农业生产技术结合为一体, 以补农田、林地、果园、园艺、草地降水的不足, 增加土地生产力的农业技术体系。在黄土高原地区地区, 为了弥补农田水分的不足, 需要将较大范围的降雨以径流的形式聚集到较小面积的田块中, 或者将雨

* 收稿日期: 2002-05-13

基金项目: 国家“九五”科技攻关项目(96-004-04-04)

作者简介: 樊廷录, 男, (1965-), 甘肃临洮人, 在读西北农林科技大学博士, 副研究员, 主要从事旱地农田水分调控及高效耕作制度研究, 发表论文 30 余篇。

季丰富的降雨暂时贮存起来, 以备作物生长季节抗旱之需。

2 黄土高原径流农业的主要类型

利用集水技术发展径流农业, 在干旱地区农业生产中是一种古老的农业生产技术, 已有 4 000 多年的历史^[2]。近年来, 径流农业技术在我国旱地农业特别是黄土高原旱地农业实践中发展较快。黄土高原径流农业技术大致可归纳为三个方面^[3]:

2.1 控制径流的非目标性输出

运用 Wischmeier 土壤侵蚀通用方程, 通过大型工程措施, 减小坡耕地坡度, 缩短坡距, 把陡坡地改为梯田, 减少径流增加降水入渗量, 这是黄土高原广大旱坡地控制降水非目标性输出的基本途径。另外, 通过水土保持耕作措施(如坡地水平沟、等高耕作、丰产沟等), 也可显著的减少农田径流发生, 使雨水多蓄积于田间, 供作物生长之用。这两个方面是黄土高原农田水土生态环境改善的基础, 在该区农业的过去、现在及将来的发展中占有相当重要的地位。

2.2 径流资源的空间富集

利用非耕地(如道路、公路、荒坡地等)有利地形, 对降水形成的地表径流, 通过渠道导引向农田富集, 以补农田水分不足。这种径流资源的空间富集模式为“集水面 种植区”, 即几公顷降水 1 hm^2 用的径流集蓄利用技术。这是近年发展势头很好, 很有前景的一项技术。目前的主要任务是科学规划, 加强集水面的防渗处理, 增加径流量, 使集水、导引、贮存、限量补灌一体化, 规范化。

2.3 径流资源的时间聚集

在黄土高原半干旱和半干旱偏旱区, 通过全年休闲, 使土壤聚集休闲期的降水为下一年作物使用, 即全年休闲集水轮作, 这种两年降水集中用于一季作物生产, 是水分时间上聚集的一种形式。在黄土高原半湿润偏旱区, 应用现代覆盖(地膜覆盖、作物秸秆覆盖)耕作技术, 抑制休闲期土壤水分蒸发, 能有效地提高农田休闲期间的土壤水分富集程度, 为后续作物利用, 即年内休闲集水轮作, 这将是黄土高原农田集水中有待强化的一个重要方面, 有较大的发展潜力。

3 黄土高原径流高效利用的新发展

黄土高原地区径流农业技术历史悠久。我国劳动人民在黄河流域创造出了许多汇聚径流发展农业生产的成功经验, 尤其是在继承传统水保工程和土壤耕作技术的基础上, 近年覆盖抑蒸技术和集雨技术的研究与应用, 形成了具有区黄土高原区域特色的径流资源高效利用技术。

3.1 覆盖农业技术

覆盖技术, 尤其是地膜覆盖对旱地粮食生产和提高自然降雨利用率做出了重要贡献, 成为突破黄土高原水资源短缺这一严重制约农业发展“瓶颈”的突破口。我国地膜覆盖已成功的由稀植作物发展到密植作物, 在作物栽培学上获得突破, 是水资源高效利用的一项重大技术。据研究^[4], 小麦地膜覆盖突出的效果是减少了作物生育期土壤水分的蒸发损失, 将作物裸间蒸发变为有效蒸腾, 春麦灌区节水 $1 500 \text{ m}^3/$

hm^2 、增产 30%, 旱地冬麦区增产粮食 $1 725 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 、水分利用效率提高 22%。国家“九五”旱农攻关甘肃镇原试验区提出的“旱地夏休闲期覆膜集水型秋播冬小麦高效用水技术”^[5], 4 年平均冬小麦播前 2 m 土层多贮水 68.6 mm (相当于播前有效贮灌 $675 \text{ m}^3/\text{hm}^2$), 每 1 hm^2 产量 $4 921.5 \text{ kg}$, 较全生育期地膜覆盖增产 25.9%, 较露地条播增产 53.8%, 尤其在大旱的 2000 年, 34.27 hm^2 示范田 $3 150 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 比全生育期覆膜穴播小麦增产 53%, 比露地条播小麦增产近 4 倍, 抗旱增产效果相当突出。陕西乾县试验区提出的夏休闲期微型聚水地膜覆盖技术、陕西合阳甘井试验区提出的秸秆全程覆盖技术、宁夏海原和定西等地提出的秋覆膜春播技术, 抗旱和增产效果均十分明显。旱地覆盖技术的这些发展和所展示的前景, 正预示着农田径流资源高效利用耕作技术的一次革新, 必将在解决农田缺水问题上迈开坚实的一步。

3.2 集雨农业技术

干旱和缺水是旱农地区将长期面临的问题。如何根据降雨资源状况, 积极应对旱农地区日益严峻的干旱和旱灾问题? 黄土高原旱农研究与实践表明, 以道路和庭院、屋面、塑料棚面、闲滩空地、坡耕地等为主要集水面, 把非耕地径流或多个地块的径流叠加于一个地块上或把多个时段的雨水叠加在一个时段上, 增加种植区的水分供给或在作物关键期补偿供给, 可使旱地作物产量和用水效率大幅度提高。如甘肃省黄土高原地区一般年降水 400 mm , 作物只能利用其中的 20% ~ 30%, 本区农耕地占区域总面积的 20% 左右, 若能将非耕地降水总量的 10% 用于耕地, 就相当于耕地增加了 40% 的降水量, 直接用于作物生育期内, 则相当于作物生育期内增加了 1 倍的降水量^[6], 甚至还可考虑把低产坡地和荒地用工程措施改造成高效的人工集流面, 用于较高产的梯田供水。黄土高原甘肃定西试验区利用集雨贮水补灌作物的研究结果是, 地膜玉米 $28.5 \sim 57 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$; 果树采用滴灌和地孔供水, 水分生产效率可达 5 kg 水生产 1 kg 果品; 温室蔬菜采用微灌技术, 每 1 m^3 水分产值可达 50 元。近 10 年西北地区兴起的集雨工程和节水补灌技术, 已成为旱地农业发展的一项革命性措施, 其前景是诱人的。1995 ~ 1999 年甘肃建成各种水窖 175 万眼, 累计解决了 250 万人、280 万头家畜的饮水困难, 发展补灌面积 2 万 hm^2 。

目前集雨高效利用的主要形式有三种, 一是庭院和道路集水补灌果园, 这是非耕地集水利用的主要形式; 二是温室棚面集水补灌蔬菜, 发展集水型水分半自给日光温室设施园艺, 据甘肃镇原旱农试验区测定^[7], 棚面集水效率平均达 85%, 棚面集水对一个日光温室年蔬菜生产所需水分的自给率平均 53%, 每 m^3 水产值 41 元; 三是按照比较经济效益原则, 集雨补灌应优先发展高产值特色园艺, 其次是大田作物的抗旱点浇播种和出苗后的抗旱保苗, 最后是关键需水期或干旱期的低量补灌; 四是农田微地形改变集水高效利用, 依靠地膜集流面把生育期降雨集中到作物根部(如膜侧沟坡小麦), 达到高效利用的目的, 或者在夏休闲期微起垄覆膜, 垄沟相间, 以垄面为集雨区, 沟为入渗区, 地膜起到了集雨和抑蒸的双重作用, 操作简单, 农民易接受, 效果明显, 将成为解

决旱地缺水问题的重大突破。

4 关于进一步深化径流农业研究与实践的思考

径流农业技术是一项古老而文明的技术,其核心是雨水资源化及高效利用,它与传统旱农技术的不同点在于增强了人工对自然降雨时空分布不均的主动调控能力。黄土高原地区跨世纪农业发展中水问题解决的核心和生态环境建设的难点将是向蒸发夺取水资源的奋斗,即如何发展径流农业(指大农业)。因此,应继续加强这一问题的技术创新与实践。

4.1 发展径流农业需深化认识的几个问题

一是黄土高原东部、中部、西部各区域径流农业分区发展方向与重点,各区域雨水资源化潜力评估;二是雨水异地叠加利用工程的科学规划与设计,避免集雨工程修建的盲目性;三是工程微地形集雨工程的农艺技术规范制定,强化土壤水库的抗旱载体作用;四是正确看待集雨补灌与局地高效精细农业、大面积农田增产增收等问题,科学统计和上报集雨补灌的实际面积与效果,不要将旱地井水补灌面积与集雨补灌面积交混在一起。

4.2 径流农业技术的内涵在于科技进步对自然降雨时空分布不均的高度调控

目前有关集雨农业的研究主要集中在雨水集蓄技术方面,雨水利用的理论研究相对滞后于雨水利用的实际发展,在一些省份和地区由于没有对区域雨水资源的开发潜力做出科学评价,导致一些区域的雨水利用工程出现了无水可蓄的浪费现象,同时过分强调利用高投入微灌设备节灌大田粮食作物来达到高效利用有限集雨贮水的目的,结果成了“奢侈农业”,难以在生产中应用。径流资源高效利用首先必须使

雨水资源化,尽可能减少损失,雨水集流仅是问题的一个重要方面,重点要从雨水损失的途径着手,分区位全方位利用,不同区位雨水资源的利用方向和目的也应有所不同。农田区应在降雨最大限度就地蓄保上下工夫,当前应致力于集水型农田研究工作,解决夏休闲期和冬春闲期的集水保墒技术;非耕地区的集雨利用应重点在效益的提高上,尽量采取简便易行的集水技术和节灌技术,补灌对象以高产值的经济园林或特色品种为主;荒山沟坡区应以流域径流网络化利用为主,以小流域为一个集水单元,确定可供利用的雨水资源量,构建植被、梯田、畜禽等生态经济良性循环体系,考虑生态用水和植被建设问题。

4.3 农艺与工程措施高度结合

在雨水资源利用中,应始终坚持坡改梯的水保工程与土壤耕作工程的结合,重视非耕地区高效集水面创建与农田区人工微型集水面开发的结合,特别是应强覆盖材料和覆盖技术的研究,有效提高集流效率并最大限度的创建土壤水库,将土壤水库优先作为抗旱和高效率用水的载体。

4.4 正确处理径流农业技术、粮食生产、结构调整、生态环境建设四者的关系

旱农地区的粮食生产、结构调整、生态环境建设均与雨水资源利用状况密切相关,粮食问题的解决是结构调整的基础,退耕还林也必须保证粮食有效供给,而粮食生产能力的提高取决于对雨水资源高效利用的程度,如果不注重市场需求,靠行政命令片面强调种植结构调整,而忽视粮食生产和粮食安全,将会犯大错误。目前在大力推进结构调整和生态环境建设的同时,必须下大功夫改善农田水土生态环境,不断提高粮食生产能力和生产水平,来保证结构调整和生态环境建设的健康进行。

参考文献:

- [1] 王立祥,陶士衡,胡希远. 径流农业——黄土高原可持续农业的重要基础[A]. 见:李育中,程延年. 抑蒸集水抗旱技术[M]. 北京:气象出版社,1999. 33—42.
- [2] Will Critchley, 孙振玉,包春云. 径流集蓄[M]. 北京:中国农业科技出版社,1996.
- [3] 王立祥. 论“北粮南运”与我国水资源合理利用[J]. 干旱地区农业研究,2001,19(1): 1—7.
- [4] 李守谦. 在我国北方麦区扩大地膜小麦栽培技术的必要性及对策建议[J]. 甘肃农业科技,1996,(8): 4—6.
- [5] 樊廷录,王勇,王立明. 旱地冬小麦地膜周年覆盖栽培的增产机理及关键技术研究[J]. 干旱地区农业研究,1999,(17): 1—7.
- [6] 马天恩,高世铭. 集水高效农业[M]. 兰州:甘肃科技出版社,1997.
- [7] 樊廷录,宋尚有,罗俊杰. 陇东旱塬集水高效农业研究[J]. 干旱地区农业研究,1999,(15): 32—28.
- [8] 任杨俊,李建牢,赵俊侠. 国内外雨水资源利用研究综述[J]. 水土保持学报,2000,(3): 88—92.

勘 误:2002年第3期“水质预警理论初探”文章作者董志颖工作单位应为宁波大学建筑工程与环境学院,邮编315211;王娟工作单位应为吉林大学环境与资源学院,邮编130026。2002年第5期“耕地资源持续利用的管理策略研究”文章作者董志颖联系方式同上,2002年第5期“小流域水土保持综合治理必须走产业化可持续发展的道路”文章作者孙萍应为孙萍,特此更正。