

·学科发展·

我国西北半干旱地区农业可持续发展技术对策

——发展有限灌溉农业是必然选择

山 仑*

(中国科学院、水利部水土保持研究所,陕西杨陵 712100)

[摘要] 半干旱地区是一个特定的生态类型和解决未来全球农业问题的重要区域。如何根据我国半干旱地区的实际情况采取发展对策,是一个尚未解决的问题。本文着重从粮食生产角度进行了探讨,特别就实施有限灌溉农业促进本区域农业可持续发展问题提出了建议。

[关键词] 半干旱地区,农业可持续发展,有限灌溉

1 半干旱地区生态环境、农业生产特点及问题

半干旱地区是一个特定的生态类型和重要的农业区域,其特点可归结为:(1)生态环境极为脆弱,严重的土壤侵蚀和频繁的干旱同时发生。我国西北黄土丘陵即属典型的半干旱地区,多数地方年降水量350—550 mm,侵蚀模数达5 000 t/(km²·a)以上。(2)天然植被、人工草地与旱作农业并存是半干旱地区土地利用的一般特征,林业发展受到地域的限制,因此其成功的经营往往采取农牧业结合的方式,产值约各占一半。我国半干旱区情况则较为特殊。(3)农业经营复杂且不稳定。由于自然条件严酷,降水多变,土地利用多方向性等因素,加之人口压力,往往盲目开垦,造成土地利用不合理,引发恶性循环。

另一方面,由于该地区土地广阔,开发潜力大,因而是进一步解决世界性农业问题的关键地区,美、澳、加、前苏联等都已在这类地区建成重要的粮畜供应基地。如:南澳成为羊毛、小麦出口基地;美国中西部大平原生产的粮、棉、肉牛已达全美出口量的一半。

治理、开发半干旱地区的国际成功经验,集中到一点就是:寻找改善生态环境和提高土地生产力的结合点,采取使两者同时受益的关键技术。“结合点”是原则,其内涵是:水土资源的有效保护和高效、

持续利用相结合;“结合点”要有“技术”来体现,“技术”则是具体的、实用的,因地、因时而异。即:农业可持续发展必须落实到“关键技术”上,才能得以成功实施。在美国中西部,这种关键技术可归结为“少耕覆盖”,在南澳则可归结为“粮草轮作”(近十年来,他们又有了一些新的发展)。而在我国西北黄土高原,以水平梯田为主的基本农田既控制了水土流失,又提高了产量,在一定发展阶段起到了关键技术作用。

我国半干旱地区占国土面积的21.7%。以黄土高原为中心的半干旱和半湿润易旱农业区耕地约3亿亩,灌溉面积不足20%,亩产133 kg,约为全国平均的一半,其中典型半干旱区,即黄土丘陵区、部分塬区和风沙区,单位面积产量仅为全国平均的1/3。与国外半干旱地区比较,西北黄土高原、特别是丘陵区的农业特点和存在的主要问题是:(1)具有独一无二质地良好的深厚黄土,但坡耕地比例大(占到耕地的70%),土壤肥力低,水土流失十分严重。特别是人多地少,粮食尚不能稳定自给。(2)土地利用不合理,“退耕还林还牧”的目标长期难以实现,草地建设和发展畜牧业至今仍是综合治理中最薄弱的环节。当前,约占土地面积1/4的牧荒牧地利用方向问题已摆在我们面前,是作为天然改良草场、还是改为人工草地?是种植灌木带还是发展经济果林?甚而重新开垦为农田利用?这不仅关系到近期生产

* 中国工程院院士。

本文于1998年5月18日收到。

发展,更是关系到黄土高原半干旱地区生态平衡、农业可持续发展等这样一些重大问题,需通过科学论证后慎重加以解决。粮食生产状况如何,始终是本地区能否实现土地合理利用和综合发展的一个关键问题,下面将着重从这一方面加以分析。

2 黄土高原半干旱地区农田生产的发展阶段及技术选择

概括而言,本地区农田粮食生产大体经历了这样几个发展阶段:(1)传统旱作农业阶段;(2)兴建基本农田阶段;(3)以增施化肥、改良品种为主要措施的阶段;(4)新阶段。

传统旱作阶段的产量低,如宁南、陇中丘陵区每亩仅约 35 kg,陕北、晋西等地略高。兴建以水平梯田为主的基本农田后,结合深耕、增施有机肥,亩产平均提高到 50—100 kg。1979 年我们开始到宁夏固原县工作,当时有一个著名的旱作高产队叫鸦儿沟,其产量比相邻条件类似的饮河二队高出约一倍,究其原因主要是土壤肥力上的差异导致降水生产力的差异,但当时以有机肥为主的鸦儿沟,常年平均产量也不过 75 kg。结合国外经验和专门试验,我们认为,坡改平,增施有机肥,扩种豆科作物和牧草,以及保墒耕作等传统技术,虽应作为旱作农业的基础,但增产作用有限。据此,我们研究提出了旱地化肥深施技术,在固原地区迅速推广了 140 多万亩,增产 25%—50%,效果十分显著,并促进了当地退耕种草。据有关资料,1980—1990 年间,我国北方旱区产量提高近一倍,化肥的作用占到 50%,品种的作用也显著。但以化肥和品种为主的优化栽培技术的作用有多大?根据我们研究结果和国内外有关经验,在年平均降水量约 450 mm 地区,小麦产量难以超过每亩 180 kg。这一产量水平对于有些国家是可以接受的,而按我国国情则必须继续追求高产高效,进一步增产的出路就是前面所提出的“新阶段”问题。通过遗传改良、发挥生理潜势以寻求新的调控技术是一个重要方面,但比较现实的办法有两条:一是广泛推行覆盖技术,二是通过人工雨水集流技术发展集水农业-有限灌溉农业。

3 发展有限灌溉农业的必要性

半干旱地区的水分条件已是粮食生产的低限,而提高降水的利用率和利用效率则是增产的关键。就黄土高原半干旱区而言,应采取综合技术途径最大限度地提高土壤储水量/降水量、耗水量(ET)/土

壤储水量、蒸腾量(T)/ET、生物量/T、经济产量/生物量等比率。在低产条件下(包括前 3 个阶段,产量水平多在每亩 100—150 kg 以下),降水不足尚不是限制产量提高的主要因素,应用常规技术即可使产量有较大幅度增加,而肥料则从多方面限制了对水分的有效利用,故提出“关键是水,出路在肥”、“产量提高一倍的主要限制因素是肥而不是水”的论断。根据我们研究结果,无机营养促进水分有效利用的作用,主要是提高了蒸腾发比(增施化肥条件下,产量提高了 57%,水分利用效率提高 49%,ET 仅增加了 8%)和提高了作物水分利用效率,其次是起到“以肥调水”作用,再次是改善了作物生理抗旱性。

当产量提高到一定程度,水分不足变得突出,故提出了推行覆盖技术和发展雨水集流技术的建议。广泛采取覆盖措施的根据是:当前黄土丘陵区降水在农田下垫面的分配为:50%—60% 损失于蒸发,30%—40% 用于蒸腾,10% 形成径流或其他损失。按年均降水量计算,黄土高原地区年降水总量达 2 700 亿 m^3 ,相当于传统水资源总量的 9 倍,故通过雨水集流技术发展有限灌溉农业存在巨大潜力,但也是面临的一个新问题。

需着重说明的是,现在黄土高原半干旱区的多数地方尚未进入粮食生产发展的“新阶段”,化肥用量仍然偏低。如固原县,近年平均亩化肥投入量约 3 kg(按有效成分),为全国平均的 1/8,平均亩产 80 kg,说明在应用常规技术方面仍有很大潜力可挖。

4 应用雨水集流技术发展有限灌溉农业

雨水集流技术是将汇集的雨水用于农业生产,这既是一种汇集径流技术,也是一种抗蒸技术,可能是进一步发展黄土高原半干旱地区农业生产的希望所在。该项技术内容包括雨水资源评估、利用规划、雨水收集和蓄存、灌溉方法、农业利用等多个环节,体现了传统经验与现代技术的结合。雨水集流可从解决人畜饮水入手,逐步扩大到发展庭园经济,建设高产稳产农田,使土地生产力成倍增长,从而在水土流失区土地和产业结构调整及综合治理中发挥关键作用,有可能成为治理水土流失和提高土地生产力新的结合点和关键技术。从这个意义上看,雨水集流不但是—种技术,而且是一项系统工程,同时也是使黄土高原半干旱地区农业得以持续发展的一条新思路,但能否将这种技术用于广大丘陵山区和塬区大田,作为有限补充灌溉,尚缺少系统的研究与实践,对其技术上和经济上的可行性尚需作出全面评

估。

用人工集流蓄集的雨水,只有通过有限灌溉方式才能在生产上产生效益。我们将有限灌溉农业定义为:根据水资源状况和作物需水规律,在充分利用自然降水的基础上进行低限补充供水的一种农业类型。为此需要解决三个问题:一是提出适于大田条件下应用的低成本微灌技术;二是建立先进的需水供水监控技术;三是制定有限水的灌溉制度。这三个面都是实施有限灌溉农业所必须的,而其中作物生育期少量补充供水(一般 20—60 m³/a)能否产生显著效果,则是推行有限灌溉农业的基础。

根据已有资助和我们研究结果,可以认为,有限灌溉的生物学基础已得到初步阐明。如已经证明:在有限水分亏缺条件下,作物可产生生理和生长上的补偿效应,增产和提高水分利用效率的目标可能

同时实现。近年来,又有了进一步实践,我们在宁夏固原县的一项试验表明:应用地面灌溉技术,拔节期给予春小麦每亩 40m³ 的补充供水,产量达到每亩 261 kg,高出对照 76%,供水量只相当于充足灌溉处理的 1/4,但产量却相当于其 3/4,灌溉水利用效率达到 2.8 kg/(m³·a),作物水分利用效率为 0.788 kg/(mm·a)。

需要强调的是,有限灌溉可作为农业节水中的一个类型来看待,其原则不仅适用于雨水集流旱作地区,也适用于缺水灌区(在量的掌握上可能有所不同)。根据水资源日趋紧缺的现实,我们认为,有限灌溉可能成为西北半干旱地区未来农业供水的一种主要方式和必然选择,从而在促进农业可持续发展中发挥重要作用,应立即组织力量对其理论基础和应用前景作深入系统研究。

TECHNICAL STRATEGIES TO DEVELOP SUSTAINABLE AGRICULTURE IN SEMI-ARID REGION, NORTHWESTERN CHINA

Shan Lun

(Institute of Soil and Water Conservation, CAS and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract Semi-arid region, which belongs to a specific ecological type, plays an important role in solving the future development of global agriculture. The unsolved problem is how to adopt an available countermeasure to improve the agriculture in China's semi-arid region according. The problem is discussed from the aspect on increasing grain production in this paper, with a suggestion about using the limited irrigation to promote the sustainable agriculture developing in the semi-arid region of northwestern China.

Key words semi-arid region, sustainable agriculture, limited irrigation

·资料·信息·

1998 年度国家自然科学基金面上项目资助情况表 (按项目类别统计)

金额单位:万元

	自由申请项目		青年基金项目		地区基金项目	
	项数	金额	项数	金额	项数	金额
数理科学部	365	4 025.20	103	929.00	7	72.00
化学科学部	317	3 979.26	58	656.00	15	149.00
生命科学部	957	11 434.00	199	2 184.00	84	862.00
地球科学部	313	5 061.00	78	1 074.00	12	114.50
工程与材料科学部	431	5 853.60	106	1 326.40	14	146.00
信息科学部	285	3 669.20	59	712.91	6	61.60
管理科学部	107	916.40	28	232.40	8	72.00
合计	2775	34 938.66	631	7 114.71	146	1 447.10

(综合计划局信息处 供稿)