

延安生态农业建设中粮食增产的综合配套技术体系

邓西平¹, 王栓全², 张成娥¹

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西杨陵 712100; 2. 陕西省农业科学院特种作物研究所, 陕西杨陵 712100)

摘 要: 延安地区 70% 以上的耕地为山坡旱地, 我国每年进入黄河的泥沙约 81% 来源于坡耕地。严重的水土流失是坡耕地作物低产的主要原因。但由于坡耕地面积大, 存在着巨大的粮食生产潜力, 只要合理开发, 就有可能为该地区社会经济的可持续发展提供最基本的粮食安全保障。在分析和总结国内外半干旱地区农业成功经验与关键措施的基础上提出了延安生态农业建设中粮食潜力开发的若干关键措施与新技术。

关键词: 生态农业; 粮食增产; 技术集成

中图分类号: S5- 33, S181 文献识别码: A 文章编号: 1005- 3409(2000)02- 0080- 04

Multi-Technical Systems for Increase Grain Yield in Yan'an Eco-Agricultural Construction Region

DENG Xi-ping¹, WANG Shuan-quan², ZHANG Cheng-e¹

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi 712100, PRC;

2. Special Crop Institute, Shaanxi Academy of Agriculture, Yangling Shaanxi 712100, PRC)

Abstract: The sloping land in Yan'an region occupied more than 70% of arable land, every year about 81% of sandyments amount in the Yellow River comes from sloping land, severe water loss and soil erosion is major cause to the low production in that land. Because of sloping land in large area, great food productive potential subsists in this area, as long as the potential is exploited rationally to furnish food security and social economic sustainable development is possible. Successful experiences and major management measures of dryland agriculture in China and oversea has been summarized, considering the true situation in the region, some key measurements and new techniques to exploit grain productive potential in the eco-agricultural constructions of Yan'an have been suggested here.

Key words: eco-agriculture; increase grain yield; technical integration

目前黄土高原地区 65% 以上的耕地为山坡旱地, 据有关资料, 每年进入黄河的泥沙约为 16 亿 t, 其中约有 13 亿 t 来源于坡耕地, 约占总土壤侵蚀量的 81%^[1, 7]。陕北榆林和延安地区, 坡耕地占到了耕地面积的 78% ~ 86%, 坡耕地比例较大的地区也是水土流失严重, 困难最多的旱农地区^[2, 6]。严重的水土流失既是坡耕地作物低产的主要原因, 又是粮食

增产的严重障碍。延安地区的生态环境脆弱、面临的问题十分严峻。随着国家西部大开发战略的实施和落实朱总理关于退耕还林(草)的措施, 提高单位面积粮食产量开发基本农田粮食生产的潜力则成为具有现实意义和长远意义的重要问题, 因而越来越受到人们的关注。将延安的地区农业视为一种特定的农业类型, 认真研究和探索其粮食增产的技术集成,

对该地区今后长远发展有着特别重大的意义。

1 国际经验给我们的启示

世界上大部分半干旱地区的有限水土资源并未得到充分利用,致使当前农田实际产量显著低于降水生产潜力;严重的土壤侵蚀所引起养分流失而导致的土壤退化更使农业生态系统日益恶化。美国中西部、澳大利亚南部、加拿大中部、原苏联的中亚地带以及印度一些地区和我国黄土高原同属于世界有名的半干旱地区,他们在各自的农业发展过程中曾经历过失败,也取得了成功,其成功的共同经验是:重视研究改善生态环境和提高土地生产力的结合点,采取了使两者同时受益的关键措施。如根据不同国情,分别采用的休闲制、草田轮作制以及少耕覆盖技术等收到了明显成效,既提高了土地生产力,使昔日的低产区成为重要的粮食基地,同时减少了水蚀和风蚀,降低了能源消耗,提高了水土资源的利用效率。在此基础上当前他们又以持续农业为发展目标,力求建立一个风险小、资源利用效率高、总体收益大的农业生态系统和种植体系,同时应用信息技术以增强农业对自然灾害和市场变化的应变能力,应用生物技术以增强植物自身的抗逆能力。

国际上的成功经验无疑对我们有许多启示,但延安的情况毕竟与国外有很大不同。首先,美国、澳大利亚等国的半干旱地区地广人稀,他们采取的是低投入、高效率,单位面积产量较低,而总体产量高、收益大的技术路线,其发展目标是建成稳定的商品粮畜基地。而延安地区人多地少,粮食尚不能自给,当务之急是挖掘该地区的粮食生产潜力,提高单位面积产量;其次,延安的自然条件更为恶劣,表现在植被稀少,坡耕地数量大,土壤基础肥力低,水土流失更为严重,干旱发生有加重趋势等。我们必须针对延安的实际,创建自己的理论与技术体系,以推动延安的生态农业建设与可持续发展。

国家于“七五”和“八五”期间组织了“黄土高原综合治理与产业技术开发”和“北方地区农业综合发展研究”两大方面的科技攻关,取得了显著成效。“水土保持耕作原理与技术”、“强化降水就地入渗”、“以肥调水”、强化“土壤水库”效应的理论和实践^[1],提高了人们对延安粮食生产发展潜力的认识;“增施化肥”、“覆盖”、“两法种田”、“丰产沟”、“大垄沟”、抗旱丰产品种的选育等技术的应用,在延安取得了较大的社会 and 经济效益;上述工作在应用技术方面的若干重要进展,为进一步开发利用奠定了初步基础。延安生态农业建设中存在不少重大问题需从理论

与实践的结合上加以解决。例如:重视研究改善生态环境和提高土地生产力,几乎是所有国家开发半干旱地区的成功经验,但我们对此尚无定论,其中的关键问题之一是延安地区的粮食生产有多大潜力可挖掘,为此,研究粮食生产潜力开发技术,确定粮食生产在本地区乃至全省经济发展中的地位刻不容缓。建设基本农田、增大化肥投入和改良品种等技术,已使本地区部分旱地从低产提高到接近中产,如何进一步提高产量,突破当前的水平,下面将进行一些有益的探讨。

2 延安生态农业建设的突破口

延安地区从根本上来说,必须采取综合措施控制水土流失,才能逐步提高土壤肥力,增加降水入渗,扩大土壤水库容量,为作物的增产提供基本保证。近几年来,延安地区的基本农田建设规模取得了重大突破,如果真正实现人均 0.13 hm² 基本农田的目标,并采取新的节水栽培技术措施,使粮食公顷产从原来的 1 500 kg 提高到 3 000 ~ 4 500 kg,就有可能新增产粮食 6 ~ 12 亿 kg。这样不仅可以大大减缓坡耕地的水土流失问题,也为该地区社会经济的未来发展提供了最基本的粮食安全保障。因此,加强基本农田建设是延安生态农业建设的突破口。

然而,最近我们在延安地区进行的调查发现,延河流域治理水土流失加速农业建设的措施正面临着严峻挑战。随着机修梯田面积的剧增和人均耕地面积的锐减,农作物用地减少和粮食需求增加的矛盾将更加尖锐。在土地利用结构发生明显变化,粮食用地明显减少的新情况下,只有将过去的依靠扩大耕地面积满足粮食需求的种植制度转变为依靠有限的基本农田进行精耕细作和优化栽培的新的种植制度,以高产、高效、优质、抗逆为目标,在有限的土地上生产更多的粮食,才能为本地区社会经济和产业化发展提供最基本的粮食安全保障。

农田种植制度的改革除了调整作物布局,实行合理轮作倒茬,调节粮食作物与经济作物种植比例等这些无须大量投资便可在较大范围内起到增产作用的措施之外,还应因地制宜地抓好以坡耕地改造后的若干关键增产技术。

3 新修农田的耕作栽培措施

下面就目前坡耕地改造后的若干关键增产技术加以论述。

3.1 深耕蓄水与保墒措施

新修梯田由于土层被打乱,表土被埋在底下,生

土堆在表面,生土块大孔隙大,通风透气容易跑墒。因此必须深翻、碎土结合镇压耙耱保墒。坡改梯后结合平整土地,应采用机耕深翻,田面较宽的梯田还可以交错耕犁。用拖拉机压碎土块压实耕层。深翻后还要及时耙耱,使土层上虚下实,利于保水保墒,利于作物根系下扎,充分吸收土壤水分和养分,使梯田挖填部位全面均衡增产。新修梯田生土盖面,土壤黏结增强,团粒结构较差,雨后容易形成硬壳,不利于土壤通气和养分释放,必须加强中耕,中耕对抗旱保墒效果也很显著^[5]。

3.2 增施肥料措施

土壤是作物赖以生存的基础,也是营养元素的载体。土壤肥力的高低和稳定状况决定于土壤结构和营养元素的积累量。黄土高原由于深厚的黄土层有较强的储水能力,增施化肥能促进作物根系生长,使之利用较深层的土壤水分;另外,增施化肥还能改善作物抗旱性,增强渗透调节能力,提高水分利用效率,有明显的增产效果。新修梯田由于生土翻上,土壤养分同原坡地相比,氮磷钾和有机质含量明显降低,必须增加肥料投入。对于梯田的填方和挖方部位应可分轻重分别施肥。同时还要注意加强有机肥和急缺微量元素的投入。增施肥料不仅可以增强土壤肥力,而且还可以促进土壤熟化,确保增产。

3.3 推广优良品种

根据气候、土壤和耕作栽培制度以及不同农作物品种的生态型综合考虑,一般选用的良种应具备以下特性:首先,在抗逆性方面,应具备抗旱、耐寒、抗高温、抗病、耐高湿、耐瘠薄、稳产的特点;在生理生态适应性方面,应生育期适中,能充分利用当地作物生长季节的光、热、水、温条件,同时,生育期的可塑性应较大,以适应当地的多变低水环境;最后,还应具备耐肥抗倒、高产、优质的特性。

3.4 合理轮作倒茬

调整农田作物布局实行合理轮作,是调节作物水分需求关系,提高农田降水利用率,不断培肥地力,减轻干旱危害,实现粮食稳产高产的重要手段。合理轮作倒茬无须大量投资便可在较大范围内起到作用。旱地作物的轮作方式一般包括粮豆轮作、粮草轮作、草田带状间轮作等等。合理轮作倒茬能调节土壤肥力,恢复地力,减少病虫杂草危害。

3.5 套种复种绿肥

新修梯田上套种或复种豆科绿肥,利用根瘤菌固定空气中的氮素,刈割绿肥压青,不但可增加土壤养分和有机质含量,而且对改良土壤结构,促进土壤熟化也有较好作用。种植绿肥还能提供大量的青饲

料,有利于饲养家畜积肥。种植绿肥投资少,见效快,养分完全,肥效大,是解决肥料不足的有效措施之一。秋作物套种绿肥,一般6月上旬播种,10月翻压。翻压时以机翻较好,也可以用山地犁、步犁翻压。也可先刈割地上部分,饲养家畜,翻压灭茬。旱地主要栽培的豆科绿肥有:箭舌豌豆、毛苕子、草木樨、乌江豆、太阳麻和家豌豆等。绿肥肥效能维持两三茬作物。利用秋作物套种绿肥,不仅能增加地面覆盖,减少土面蒸发,而且还可以减少坡地径流起到水土保持的作用。

4 粮食生产潜力开发的新技术

4.1 抗旱保苗技术

在黄土高原的广大地区,由于干旱频繁、降雨多变,抗旱保苗技术就成了作物丰产的第一个关键。根据作物生长发育规律和当地气候条件,选择适宜的播种时期是保证全苗、壮苗的关键环节之一。播前种子处理是保证全苗、壮苗的重要措施,种子经精选后,晒种2~3天,然后用清水、盐水、石灰水或温汤浸种等方法可提高种子质量。用农药拌种、闷种,还可防治病虫害的发生。在化学药剂处理种子方面,如氯化钙、硫酸镁、2,4-D、赤霉素、聚乙二醇、甘露醇、乙醇、丙酮、二氯甲烷、腐植酸、黄腐酸、琥珀酸、VK、大蒜素等处理种子,可显著改善旱地作物逆境成苗。近年来采用种子包衣和旱地作物保水剂拌种技术在改善播种质量、促进抗旱成苗、提高成苗数等方面也有明显的效果^[8]。在播种技术方面,应提倡耧播、沟播、机播和垄作等技术,改传统的不耙耱或迟耙耱为播后及时耙耱,耙细耙平耙匀,消灭播种沟和浮种,细碎土块,上虚下实,以利于出苗。播期遇旱时应碾压保墒。播后遇雨应耙耱破除板结,以提高出苗率。

4.2 覆盖栽培

在旱农地区农田覆盖的首要作用是蓄保降水,可明显降低土壤水分的裸间蒸发。同时,地表覆盖对农田土壤温度昼夜变化和季节变化也有重要影响,地表覆盖对促进种子的发芽出苗、根系生长发育,抑制杂草生长,稳定和改良土壤结构,改善土壤微生物活动,增强对土壤养分的吸收,提高粮食产量等方面具有显著作用。在黄土高原北部一些无霜期较短、原来不适合种植生育期较长的高产玉米品种的地区,近年来,随着超薄农膜的推广并结合中晚熟高产玉米品种的应用,将会大大提高这一地区的粮食产量。另外,在应用地膜覆盖时还应注意采取适宜措施清

除田间残膜,有效防止病虫害和杂草的危害。

黄土有较好的蓄水和供水库容。以 2 m 土层计算,最高蓄水库容可达 400 ~ 500 mm,若以 3 m 土层计算,可达 700 ~ 800 mm。从理论上讲,本地区全部年降水可储存到土壤中,并通过较深层土壤储水,对旱月、旱季、旱年的作物供水进行调节。然而,由于大气降水是该地区旱地土壤水分的惟一来源,加之黄土高原降雨稀少,且雨季多集中在 7 ~ 9 月间,土壤水分的全年变化形成了明显的 4 个时期,即春季严重失墒期、夏秋增墒期、秋冬缓慢失墒期和冬季稳墒期。克服上述作物生长过程中的水分供需矛盾,除了传统的耕作保墒措施之外,一些实验结果表明,黄土高原的小麦、豆类作物收获后的农田休闲期正是该地区降雨高峰期,是土壤水分的补偿期,同时又是气温较高、土面蒸发最强烈时期,当小麦或者豆类作物收获之后立即进行地面覆盖处理,78 天后,覆盖处理较裸地对照的 2 m 层内土壤储水增加了 66 mm,分别占同期降雨量(245.9 mm)的 76% 和 47.5%^[3]。

打破常规的覆盖做法,在夏粮作物收获后抓住土壤补水的关键时机,对休闲地采取有效的覆盖措施,可以收到显著的抑制土面蒸发的效果。因此,黄土高原降雨季节休闲裸地(或者秋粮作物行间)的覆盖措施,可跨越时空,调用土壤水分,对于解决来年春季的干旱成苗问题具有重要作用,并有可能成为黄土高原粮食潜力开发的一个农业技术新举措。

4.3 有限灌溉

发展以集蓄降水集中季节的雨水,在作物需水关键期进行灌溉的有限补充灌溉技术受到人们重视,降水利用效率大大提高,被认为是解决水土流失和提高旱作生产力的一个结合点^[4]。作物灌溉供水,一般包括播前灌溉、生育期灌溉和作物关键需水期灌溉^[10]。其中旱地作物关键生育期的补充灌溉节水增产更为明显。作物产量和水分利用效率的高低与诸多因素有关。从作物方面讲,首先与作物的遗传特性和不同生育阶段对水分亏缺的敏感性有关。研究表明,玉米水分利用效率高于小麦,但不同小麦品种间存在着水分利用效率的遗传差异。玉米的关键需水期为孕穗期,谷子为拔节期,高粱的关键需水期为开花初期,而大豆在生殖生长阶段对水分变化最为敏感,此时补充灌溉对产量和水分利用效率都增加明显^[12]。不同作物和同一作物不同生育阶段的需水特性不同,对水分亏缺和复水过程的适应与调节能力也有差别,前期不同程度的缺水和其复水后的节水增产效果之间存在着明显的生理遗传差异。近

年来,我们的研究表明,谷子、小麦等作物在拔节期补充 40 m³ 有限水量,能使作物产生生长和生理上的补偿效应,使作物产量、水分利用效率和灌水效率均得到大幅度提高^[9]。上述结果对黄土高原粮食潜力开发无疑具有重要的启示,并在节水增产的农业实践中有很大的应用价值。

4.4 膜上灌水技术

膜上灌水是在传统地面沟畦灌的基础上,将垄背地膜覆盖改为沟畦中铺膜,灌溉水在膜上流动,通过地膜上流动,经地膜上的渗水孔或放苗孔渗透到作物根部附近的土壤中。膜上灌技术可显著节约灌水时间,降低灌水量,并能提高灌水均匀度。膜上灌水之后,由于有地膜覆盖,裸地蒸发明显降低,灌水效率显著提高^[7]。有资料表明,膜上灌比普通灌溉可减少灌溉定额 20% 以上,高者可达 60% ~ 70%。增产幅度分别达到 19% ~ 43%。膜上灌技术的节水增产机理可归纳如下:首先,由于地膜的增温保墒效应,可显著提高作物成苗率,加快了前期的生长发育;其次,减少了裸间无效水分的蒸发,灌水后保墒效果良好,同时为作物生长发育形成了良好的水、肥、气、热小环境;第三,由于灌水量的减少,有效地防止了灌溉水的深层渗漏,同时水分在土体中的分布与作物水分、营养吸收的主根系的分布相吻合,缩短了根系输送水分、养分的距离,提高了水肥利用效率。膜上灌技术为作物的有限灌溉与覆盖栽培的结合找到了一条行之有效的新途径,并将成为黄土高原粮食潜力开发的关键技术之一。

4.5 化学节水技术

目前人们已发现对提高作物抗旱性和产量的化学物质有数百种之多,按其化学组成和生物活性可分为¹ 植物生长调节剂类:包括 ABA、CCC、B9、抗赤霉素、多效唑、整形素等。它们的主要功能是关闭气孔、减少蒸腾失水和增强根系吸水、调节作物水分平衡。由于对作物地上部分生长的抑制,减少了土壤水分的过量消耗,能够减缓作物生育后期因土壤水分亏缺对产量造成的影响;④无机化合物类:矿质元素不仅作为营养物质发挥作用,而且还具有调节作物水分利用和增强作物抗旱性的作用。Ca 能够增加作物的束缚水含量,提高原生质体的稳定性和原生质的抗脱水性。K 还能够交接气孔运动,在干旱条件下降低蒸腾强度,使作物免遭更为严重的水分胁迫。P 可以促进根系扩展,从而利用到更多的土壤深层储水;④有机小分子类:如 PAM、二硝基酚、甲草胺、地衣酸、水杨嗉酚、腐植酸类、藻酸、多聚丙烯酸

(下转第 146 页)

农业可持续发展的最大制约因素,要把广大农民引上富裕之路,首先要让其脱盲,认识事物,相信科学,才能使广大群众自觉接受科技培训。

目前世界经济已由工业、农业经济向知识经济发展,由有形资本创造财富向无形资本——知识和科技创造财富转化。加强对广大果农的技术培训,提高果农的科技水平。加强科技推广,使有限的资源创造出较大的经济效益。

5 建立果农协会,走“公司+农户”的发展道路

果树生产是集栽培、贮运、加工、营销于一体的

活体商品生产,生产环节较多且繁杂,不是一家人或两三个人就能完成的事业,要把广大果农组织起来,形成果农协会,便于开展技术培训、科技交流、信息咨询、产品流通和物质供应,逐步引导果品生产向绿色化、规模化、集约化发展。

随着交通运输、技术信息的迅速发展,果品市场竞争越来越激烈。单一的农户参与市场竞争势单力薄,力不从心。果农与果商相结合,组成经济实体,由果商创市场,主攻营销,果农则主要搞栽培,生产优质果品,果农与果商共担风险,利益共享,互助互利,这样有助于果品的商品转化,有助于开拓市场。

(上接第 83 页)

等喷施后都具有短时间关闭气孔、减少蒸腾的效果;
¼ 有机高分子类:多数作为薄膜型抗蒸腾剂和保水剂来使用。例如,高吸水性树脂施于土壤后能够减少

坡地径流,降低土面蒸发,改善土壤透气性、透水性和稳定地温,起到抗旱增产作用。保水剂对增产也有良好的效果^[8]。

参考文献

- 1 土壤侵蚀与旱地农业重点开放实验室和水土保持所编. 侵蚀环境调控与旱地农业持续发展[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1994
- 2 山仑, 陈国良主编. 黄土高原旱地农业的理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 1992
- 3 山仑, 陈培元主编. 旱地农业生理生态基础[M]. 北京: 科学出版社, 1998, 381 ~ 401
- 4 山仑, 徐萌. 节水农业及其生理生态基础[J]. 应用生态学报, 1991, 2(1)
- 5 中国农业科学院农业气象研究室主编. 北方抗旱技术[M]. 北京: 农业出版社, 1980
- 6 中国科学院黄土高原综考队. 中国黄土高原地区耕地坡度分级数据集[M]. 北京: 海洋出版社, 1990
- 7 王维敏主编. 中国北方旱地农业技术[M]. 北京: 农业出版社, 1994
- 8 邓西平. 提高植物在干旱条件下成苗途径的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1990, (1)
- 9 邓西平, 等. 旱地春小麦对有限灌水高效利用[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(3)
- 10 沈荣开等. 作物水分生产函数与农田非充分灌溉研究述评[J]. 水科学进展, 1995, (6)
- 11 杨文治, 等. 黄土高原综合治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992,
- 12 黄占斌, 等. 雨水集流与水土保持和农业的持续发展[J]. 水土保持通报, 1997, (1)