

提高半干旱地区旱地农田生产力的现实途径和未来策略

山 仑

提 要

本文介绍了半干旱地区农业生态环境特点及所面临的问题,评述了提高旱地农田生产力的若干现实途径,并就进一步如何深化研究提出了建议。作者认为,科学地运用已有耕作栽培措施便可以实现黄土高原地区农田粮食产量增加一倍的目标;而实行充分利用环境水和最大限度节约作物本身用水相结合的技术策略是未来旱地农业得以持续增产的关键。为此,必须加强综合研究。

一、半干旱地区农业生态环境特点和所面临的问题

干旱是一个世界性的问题,干旱不仅限于在干旱和半干旱地区发生,在世界任何地方——包括湿润地区也有干旱的出现。但是,在研究干旱和农业生产的关系时,半干旱地区的问题最为人们所关切,这是因为,全世界半干旱地区面积为1,430万 km^2 ,占世界陆地面积的10.9%,而这一地区雨养农业面积却占到世界耕地面积的 $1/3$ 以上^[8]。低雨量半干旱地区的农业生产情况如何对全世界的粮食供应起着举足轻重的影响。这一地区自然条件多变,生态环境日趋恶化,农业发展方向很不稳定,所面临的问题十分复杂。

半干旱地区农业生产及其生态环境的特点可归结为:

1.有效水对植物生长限制供应和严重的土壤侵蚀是所有半干旱地区的两个共同特点。一般认为,年降水量250—500mm,干燥度为1.50—2.00的地区属半干旱地区。年际和年内降水不均均是半干旱气候的重要特征。Arnon认为^[9]半干旱气候并不单指干旱和湿润的中间状况,而通常系指一种混合气候(mixed climate),即干旱季节和湿润季节的交替。对印度等50多个国家的统计分析表明,大多数半干旱地区仅有2—4.5湿润月,其余则为旱月。

2.从土地利用情况看,天然植被、人工改良草地和雨养农业并存是半干旱地区土地利用的特征,即半干旱地区的农业生产活动一般是农牧结合型的,畜牧业占有重要地位。而干旱地区旱地的收获来源主要靠天然草场,半湿润地区则往往是发展种植业的主要基地。半干旱地区年初级生产力为200—600 $\text{kg}/\text{亩}$,干旱地区为20—250 $\text{kg}/\text{亩}$,湿润地区则 $>2,000\text{kg}/\text{亩}$ ^[10]。

3.旱地农业是半干旱地区无补充灌溉条件下的农田生产(包括作物和牧草)。粮食作

物产量的不稳定性是半干旱地区农业生产的一个重要特点。例如:1983年南非严重干旱,谷物产量从 $23.4 \times 10^6 \text{t}$ 降至 $9.3 \times 10^6 \text{t}$,相当于下降60%;同年,巴西东北部的干旱使玉米和水稻产量下降90%;1982年为澳大利亚严重干旱年份之一,小麦产量下降到 $8.9 \times 10^6 \text{t}$,只相当于正常年份的40%;美国的中部玉米带,是世界上最适宜的旱农区之一,严重干旱也可使产量下降50%。据作者所作的分析,我国宁夏南部黄土丘陵旱地,从目前粮食产量的波动范围看,丰收年、一般年和严重干旱年的相对产量水平大致为:100, 75, 50。

干旱使半干旱地区遭受到的最大损失是环境的日趋恶化,特别是水土流失和沙化。半干旱地区的农业经营较其他地区复杂,主要是由于土地利用的多方向性所引起的。由于人口压力等原因,半干旱地区往往盲目扩大耕地,增种粮食作物,造成土地利用不合理,因而加剧了水土流失危害,使整个农业生态系统处于恶性循环之中。这就是当前半干旱地区农业生产所面临的主要问题。一些国家的成功经验表明:解决这一问题的根本出路在于合理利用土地,即:扩种牧草,发展畜牧业实行农牧业结合。K.G.Bren-
gle^[12]曾正确指出:半干旱地区的土地多数不适宜作物生产,但可用作牧场。这些土地对地区经济的稳定性十分重要。世界上曾有大面积适于放牧的土地已种了作物。因此,合理地使用这些土地将是工作在干旱地区的所有农学家们的任务。

半干旱地区农业生产所面临的问题是严峻的,但这一地区同时又是提高全球粮食生产的关键地区,存在着巨大的潜力。就世界范围看,水资源日趋缺乏,能用于农业灌溉的用水将来不会有显著扩大,加之扩大灌溉面积还有经济效益等方面的问题,一些国家为了降低生产成本并不急于扩大灌溉面积,因此,发展半干旱地区的旱地农业并不完全是一种不得已的被动做法,在某种意义上说是一种面向未来的积极对策。联合国FAO组织博默教授指出:公元2000年时,非灌溉农业将生产半数的农产品,以满足世界人口对粮食的需要。印度学者J.Krawar^[13]认为:除非作物产量在旱地条件下获得明显增加,不然,在印度农业的真正突破是不可能到来的。苏联已故著名植物生理学家马克西莫夫早在30年代就曾警告过:只要扩大灌溉面积,不再对非灌溉地区农业生产的提高加以注意,这恐怕是很大的错误。

我国是世界上干旱和半干旱土地面积很大的一个国家,基本上属于中纬度干旱半干旱类型。据有关资料,我国干旱半干旱地区的面积占全国土地面积的52.5%,其中干旱地区占30.8%,半干旱地区占21.7%。干旱半干旱地区耕地面积5.7亿亩,占耕地的以38%。我国半干旱地区的早期耕地主要集中于东北、华北、特别是西北的三北地区。其中陕、甘、晋、宁、蒙、青六省区黄土高原为中心的半干旱地区是我国旱地农业的主要实施区域。这一地区内旱耕地2亿多亩,总人口6,340万人,是我国面积最大的贫困地区。“七五”期间国家每年向该地区调入粮食60多亿公斤,地方财政每年为此支付的运输补贴费就达8亿元,造成很大负担。我国旱农地区除了具有上述世界各国半干旱地区的一般特点外,还面临着人口密度大,土壤肥力低,地形地貌复杂,水土流失更加严重的现实,尽快研究提高这一地区的土地生产水平并改善其生态环境,在实现本世纪末我国工农业产值翻两番的历史性任务中具有重要的战略意义。

二、提高半干旱地区农田生产力的技术途径

主要由于水土流失，不合理的耕作制度以及对农田投入的不足，大多数半干旱地区的有限降水并未得到充分利用，致使当前农田实际产量显著低于按降水量应获得的产量。因此，通过多种技术途径提高自然降水的利用效率是当前挖掘这一地区增产潜力的中心环节。这里所说的提高降水利用效率包括三个方面的内容：一是使尽可能多的降水就地入渗土壤，减少流失；二是使渗入土壤中的水分得到最大限度的保存和利用；三是提高单位水量的生产效能。这与狭义的“水分利用率”(WUE)的概念有所不同。为区别起见，前者冠以“降水”二字为宜，即“降水利用效率”。

通过提高降水利用效率从而提高农田产量不外通过两个途径：一是改造生态环境(包括改变环境和改善耕作栽培条件)使之适应于作物的需要，二是改造作物本身(包括抗性育种和建立合理的作物构成)使之适应于外部环境。以下围绕这两个途径，就当前旱地农田的增产措施作一简要评述。

(一)耕作措施

至今，正确的土壤耕作仍然是半干旱地区农田抗旱增产的基础，它的主要作用是：(1)拦蓄径流、增强入渗；(2)促进根系扩展，增强对土壤储水的利用；(3)疏松表层、切断毛管，及时镇压阻止气态水分上升，以减少土壤水的损失。传统的耕作体系包括：翻耕、耙耱镇压、中耕，以及沟垄耕作等。这些措施只要运用得当，在旱年会产生十分明显的效果。例如：1987年宁南山区遭受严重干旱，西北水保所孟源基点采取了以上述耕作办法为主的抗旱增产措施，1449亩耕地平均亩产达到94kg，比1986年增产10.2%，较全县1987年平均亩产高出1倍以上。随着干旱程度的加剧，耕作的作用愈加显得重要。但是，再好的土壤耕作也只能维持农田低水平的生产力，要进一步提高旱作条件下的产量，必须结合其它措施，特别是增施肥料，培养地力。耕作与施肥之间的关系已大体明确，不同干旱条件下它们关系上的一些细节有待进一步研究。

世界各国近年来仍十分重视旱地土壤耕作在增产中的作用，但国外半干旱地区人均耕地面积远高于我国，加之考虑到耕作成本等问题，近年来一些国家在半干旱水土流失区大力推行少耕法，已取得成效。该法主要优点是能有效地控制风蚀和水蚀，减缓坡地水土流失，保水效果比休闲地好，同时能减少能量和劳力消耗，如条件适宜，作物产量可高出传统耕作法。由于情况不同，少耕法在我国应用的不多，但“深松耕法”的原则(用无壁犁深松，不翻动土层)是可取的，有利于蓄水保墒、根系下扎和有机质积累，可在土层深厚的旱地农田中推广应用。

耕作的目的是多方面的，但归根结底是要造成一个有利于根系生长的土壤环境，从而供给作物以充足的水分、营养和空气，以达到抗旱增产的目的。在当前，正确的运用以深松耕为主体的耕作体系可以实现这一目的；在今后，应进一步探索实现这一目的其他有效途径。

(二)增施肥料，培肥土壤

国内外经验已经肯定，在合理耕作的基础上增施肥料培肥土壤可以显著提高作物对水分的利用率，是一项重要的抗旱增产措施。旱地施肥的作用可归结为：(1)直接的营

养作用;(2)“以肥调水”的作用;(3)改良土壤结构,增强土壤的保水供水能力;(4)提高作物的生理耐旱性。(1)、(2)方面的作用是主要的,已充分得到肯定;(3)、(4)方面的作用尚不十分清晰,有待进一步阐明。

在我国主要旱作地区之一——西北黄土高原,旱地增施肥料显著提高了对土壤储水的利用和水分利用的效率,增产效果十分明显。据此我们认为,当前黄土高原低产地区粮食产量增加一倍左右(从75—150kg/亩)的主要限制因子是肥,而不是水,因而提出“关键是水出路在肥”的旱地农田有效增产途径^[1-2]。当然,这是有条件的,主要条件有二:(1)这一认识适用于年降水量350—500mm左右的地区,降水量低于350mm且分布不均时,肥料的作用受到限制;(2)如上所述,这一认识只适用于低产地区,亩产达到150kg左右后再进一步提高时,水分因素就变得更为重要了。

当前,我国一些灌区化肥施用量偏高,增产效益下降,每斤化肥的增产率已低于旱地。近年来对半干旱低产区的化肥供应量仍然很低,只及全国平均供应水平的1/3左右。目前这一地区的粮食增产要靠化肥起步,在此基础上实行有机无机结合,因此,增加半干旱地区旱地农田的化肥投入量应引起有关部门的重视,解决好这一问题对于提高该地区粮食生产具有战略意义。

(三)径流农业

径流农业的原理是依靠集存雨水,基本要求是由集水区来供应足够水量,使农业得以收成。近年来实践证明,径流农业在技术上是靠得住的,目前干旱地区的许多国家有微型集水面积农场,如澳大利亚在年平均降水量300mm地区采取蓄集雨水的办法,建立起小集水区,即使在降水量最低的年份里也能保证农业和人畜用水需要;阿拉伯的捏夫干旱区将坡地集水产生的径流引到低处的梯田进行灌溉(集水区与耕地面积为20:1),在实际雨量只有100mm的地区,耕地得到的水量约等于300—500mm^[3]。我国在半干旱水土流失地区已在应用的小沟道打坝蓄水,引洪漫地,修筑隔坡梯田等都可以视为径流农业的范畴。问题是,一般还没有形成径流农业体系,不配套,往往造成泥沙淤积,经不起暴雨考验,因而充分利用起来的不多,效益不大,今后应着重发展微型径流农业,提倡就近就地拦蓄。

在我国半干旱水土流失地区,建设保水保土的基本农田是旱农增产的基础,在这方面已有许多成功经验,如能对建设微型集水区作进一步研究和实践,把保水措施和集水措施结合起来应用,必将对这类地区降水资源的合理利用和提高旱地农业的生产力起到更为重要的作用。

(四)调整作物布局,扩种抗旱稳产作物

半干旱地区是全世界小麦、高粱和谷子的主要供应基地。在这一地区因地制宜地调整作物布局,扩种抗旱稳产作物是一项勿需多大投资就可以收效的增产措施。地处干旱半干旱条件下的国家很重视对作物品种的选择和利用。例如:在美国西部和加拿大,旱地作物以小麦为主,经过20年的努力,小麦产量有了很大提高;苏联干旱半干旱地带扩大高粱种植面积取得了成效;印度海德拉巴地区肯定了高粱、蓖麻、成功地引进了珍珠粟,明确了豆类中豇豆产量最高,提出了扩大向日葵种植的计划。

在我国黄土高原,当前主要作物除了世界其他半干旱地区广泛种植的小麦、高粱、谷

子、豆类以外, 糜子、马铃薯、玉米、油料等也占有重要位置。据我们研究, 在黄土高原半干旱地区, 糜子的产量一般较谷子为低, 但其生育期短, 耐旱性很强, 故在气温低、干旱严重的地方可作为主要的秋粮作物; 玉米虽是需水肥较多的高产作物, 但其根系强大, 能利用土壤深层储水, 耐长期萎蔫能力强, 受旱后一旦获得水分即能恢复正常生长, 故可在降水量500mm左右、栽培管理水平较高的塬地和梯田上适当发展。对于黄土高原半干旱地区来说, 扩大豆类种植面积, 健全谷类作物—豆类作物轮作制是当前一项可靠的抗旱增产措施。据国内外成功经验, 旱地农田豆类作物面积保持在粮田面积的 $1/3—1/4$ 左右为宜, 近年来黄土高原豆类面积虽有所增加, 但比例仍然偏低, 应继续加以扩大。

(五) 抗旱引种和育种

半干旱地区作物引种已有许多成功事例, 但抗旱育种工作进展缓慢。作物抗旱性是一个复杂问题, 生产上应用的品种要求有综合优良性状, 抗旱育种往往解决不好丰产性和抗旱性之间的关系, 因此人们曾反复研究和辩论过是否需要专门进行“抗旱育种”以适应半干旱地区的问题^[4]。尽管如此, 近年来许多育种工作者认为, 将作物对水分亏缺适应性的知识用于抗旱育种的步伐加快了^[14], 但成功的培育尚需去实现。已提出培育抗旱品种的途径基本上有四个:

1. 在正常条件下培育高产品种——潜势产量育种。遭受干旱后这类品种产量虽然明显下降, 但绝对产量仍可高于一般品种。

2. 在特定干旱环境中培育抗旱品种。这一途径存在的问题是, 水分不足环境每年都有很大变化, 致使每代变量增大, 从而减缓了育种进程, 增加了经济代价。

3. 运用抗旱生理和形态特征, 确定迅速筛选抗旱品种的方法, 使之进入传统育种程序, 以加速在干旱环境中培育抗旱品种的过程。

4. 引变途径。结合具体地区条件提出增强作物抗旱性的具体性状, 而后进行系统选育。如已提出来的性状有: 根系木质导管直径, 渗透调节能力, 脱落酸含量等。应用这一途径已为干旱条件下育种提供了一些有价值的新种质。

另外, 在抗旱育种工作中很强调育种目标与地区条件的紧密结合, 为此, 有人针对育种的需要将干旱胁迫环境划分了类型^[15], 根据不同类型来确定培育的途径和目标。

我国半干旱地区的作物抗旱育种工作起步较晚, 引种工作进行的不系统。今后一个时期里拟加强抗旱品种资源的研究, 不断发掘新种质, 系统地进行引种工作, 培育具有综合优良性状的抗逆新品种。我国半干旱地区旱地农田当前生产水平很低, 一些地方老品种长期得不到更新, 通过引种和育种途径提高这类地区的粮食生产水平是很有希望的。

(六) 增强作物抗旱性的生理学方法

在研究抗旱机理的基础上提出的增强作物抗旱性的方法可称之为生理学方法。这类方法开辟了作物抗旱增产的新途径, 具有广阔的应用前景, 但目前尚未达到大规模实用阶段, 实际生产中应用尚少。总的看, 这类方法的应用基础尚待进一步阐明, 使用条件和方法还需仔细研究, 其中有些方法虽然效果明显, 但价格昂贵, 目前难以大量使用。例如, 苏联学者П. А. Генкель提出的种子播前干旱锻炼方法已经历了30多年的研究和实践, 我国也引进应用多年, 一些试验证明增产幅度可达10—25%, 但效果不够稳定,

至今未在生产中大规模应用; CaCl_2 , CCC, 腐殖酸, 三十烷醇等与作物抗旱性的关系及其增产作用, 也有不少研究, 有的已通过技术鉴定, 但在生产中的使用效果仍有争议; 抗蒸腾剂的使用在60年代初期曾形成热潮, 60年代末在ABA抑制气孔开放研究方面有了突破, 外施ABA引起气孔关闭所要求的浓度很低, 反应亦极为迅速, 目前对其衍生物的研究寄予很大希望, 但国际评论认为“这项技术目前尚处于实验阶段”^[5]。鉴定作物品种抗旱性的生理指标一直受到植物生理和育种工作者的重视, 开展了广泛的试验, 得到了一定的应用, 但由于抗旱机理的复杂性以及植物对干旱适应的多样性, 要寻找一个通用的抗旱生理指标是不现实的, 它们都只有相对的意义。目前认为这些指标中较为重要的有: 根系的分布和机能, 渗透调节能力, 生长速率, 水分利用效率等, 因为已经明确, 这几项指标与作物的抗旱力和产量存在着直接的相关关系, 其他一些指标, 如脯氨酸积累, 气孔开关, 输导组织发达程度, 自由水与束缚水之比率, 以及若干水解酶类活性等与最终产量关系比较复杂, 目前尚难以作为可靠的鉴定指标。

今后, 在植物抗旱生理研究工作中, 继续搞清植物如何抗御或适应旱地农业严酷的环境条件仍然是很重要的, 但只有通过栽培和遗传育种的途径, 把抗旱机制与生产过程结合起来研究, 才能取得有价值的成果, 从而使生理学方法成为可以广泛推行的实用技术。

(七)建立农牧结合的农田种植制度

实行粮草轮作, 建立农牧结合的农田种植制度, 被认为是半干旱地区发展农业生产最成功的经验。美、苏、澳大利亚等国在这方面都积累了丰富的经验, 就连日本北海道的一些地区(十胜、纲走、根剑等)也实行这种制度。其主要优点是能够培肥地力促进农牧结合, 符合半干旱地区自然特点和农业生产实际, 有利于建立起一个良性循环的农田生态系统。以澳大利亚为例: 澳是世界上最干燥的大陆, 南澳和西澳年降水量大约 270—450 mm, 是其主要谷物产区。该地区每公顷产量1860年为860kg, 由于连作, 1890年下降为490kg, 后实行休耕制, 水分条件有了改善, 但肥力下降, 1930年时农业生产几乎崩溃, 后实行粮草轮作, 经过30年的努力, 1960年才得到普遍推广。当前的生产水平是: 每公顷小麦产量1400kg, 每公顷牧草地养4只羊。这一改革技术的关键是在轮作制中采用豆牧草一年生苜蓿或三叶草, 并对草地施用磷肥。按照他们的说法, 正是由于采用了这两项技术“挽救了南澳的农业”^[6]。目前, 在南澳休耕不受到鼓励, 如果由于某种原因牧草生长不好或干旱十分严重, 休耕仍是可行的。

我国的半干旱地区, 特别是西北黄土高原, 广种薄收, 地力瘠薄, 许多研究者认为, 从根本上提高这一地区农田生产力的关键在于将目前单一的粮食种植方式改变为粮草结合的种植方式, 即在现有农田上有计划地大量种草, 将草纳入正式轮作之中, 通过粮草轮作培养地力, 发展畜牧业。这样做一方面可以达到稳定提高农田生产力的目的, 同时也是控制水土流失, 调整农村产业结构的必经步骤。黄土高原的一些地方已开始走这条路子, 但存在不少问题有待解决, 欲在大范围内得到推广应用, 不是一件轻而易举的事, 需要制定配套的技术政策并采取有力措施。

三、深化研究半干旱地区旱地农业的几个问题

以上列举了提高半干旱地区旱地农田生产力的若干现实途径，以下主要以西北黄土高原为例，就如何推行当前行之有效的抗旱增产措施，并深入研究面向未来的一些重要科技问题提出一些看法和建议。

(一)关于旱地农业研究的当前和未来

当前，国际上发达国家的农业，正在由以资源为基础的传统农业向以生物学和有关新兴科学技术为基础的农业迅速转移。以现代分子生物学为基础的生物技术研究，以物理化学为基础的环境控制研究，以及以生态学为基础的生产系统研究进行得十分活跃。我国半干旱地区有自己的特定情况，当前这一地区的农业自然资源尚未得到充分合理的利用，有效的传统农业技术也还没有全面贯彻。黄土高原地区的农业发展水平不仅与发达国家存在着巨大差距，与国内多数地区相比也是落后的。面对这种情况，我们认为，积极推行上述已有的抗旱增产措施是至关重要的，这既是推动本地区农业发展的基础，也是进一步深化研究的前提。根据我们多年的试验和实践，认为黄土高原旱地农田存在着很大的增产潜力，运用已有的耕作栽培措施便可以实现粮食产量增加一倍的目标，这一认识已为不少示范区的实践所证实。但要在大范围实现这一目标必需解决好以下几个问题：(1)大量培养农村基层科技人才，建立健全技术推广体系；(2)增加对农业的投入，特别是化肥、小型农机具、地膜以及优良品种种子的投入；(3)实行“退耕、改制、种草、还牧”粮草轮作，农牧结合的种植制度，为此需要制定相应的政策，做艰苦细致的示范工作和组织工作；(4)为适应综合治理的开展和生态农业的发展，在实行家庭承包责任制的同时，应探索有利于生产力发展的新的联合形式，只搞承包不搞联合一些新的技术措施难以得到有效的实行，进一步大幅度地提高农田生产力也是不可能的。

在充分利用本地区农业自然资源，认真推行传统农业技术广泛应用的同时，对关系未来的旱地农业基础研究亦应予以足够重视。根据我国北方半干旱地区、特别是黄土高原地区的自然经济特点，并分析了已有抗旱技术的适用性之后，我们认为，为了促进农业产量的不断增长，首先要全面有效利用本地区的自然资源和种质资源，在此基础上，采取充分利用环境水并最大限度节约作物本身用水(提高水分利用效率)、两者并重的抗旱技术途径是恰当的。使两者紧密结合，实行综合研究应作为旱地农业未来研究的主要策略。这一综合研究的重要目标之一是建立一个作物、土壤和气候因子结合在一起的旱地作物生长模型——干旱逆境下控制作物生产力形成的系统工程。

(二)重视新的抗旱增产技术的研究

推行已有抗旱增产措施固然是提高旱地农业生产的当务之急，但亦不应放松对新的抗旱技术的研究和探索。这方面需要研究的问题很多，例如：

1. 增强根系吸水范围和吸水机能的研究，尽管根系是作物抗旱增产的基础，但至今对它的研究仍然十分薄弱。对于黄土高原来说，能够迅速扩展下扎，吸水性能强，输导组织发达的根系对于干旱条件下作物增产是十分重要的。除了一般的耕作施肥措施外，还应寻求强化根系生长的其他途径，如育种，应用新的物理化学方法等。据苏《知识就是力量》的报导，民主德国和捷克斯洛伐克的遗传学家最近发现了调节植物根部生长和

发育的激素——一种被称作尼古丁敏感的氨基酸,从而将根系生长机理的研究向前推进了一步,并为使用有效的化学方法调节根系生长成为可能。除研究能调节根系扩展的技术外,还应研究增强根系活力,减少输导组织中水压阻力以及促进根苗协调生长的原理和方法。旱地作物根系分泌物和根际动态方面的研究亦应予以重视。

2.研究控制土壤、植物水分消耗,提高水分利用效率的新技术:各种类型的保水剂,植物蒸腾抑制剂以及可能调节干旱条件下植物物质代谢、能量转化和信息传递的各种激素类物质都应当从机理到应用仔细地加以研究。不可能设想它们都对最终产量有显著影响,只要在干旱环境下对作物生长过程某个环节起作用都可以加以利用。如近年通过研究作物逆境成苗生态生理,我们发现一些化学药物对促进干旱条件下作物成苗有明显作用,但对成株生长和产量并无规律性影响,即使如此也是有应用价值的。

3.应用生物技术培育作物抗旱新品种:这一领域引起了众多研究者的兴趣和决策者的关注,但解决这一问题的难度很大,特别是通过基因工程途径创造抗逆新品种方面,至今仍有不同认识。有些研究者认为,植物抗旱性十分复杂,受多基因控制,应用基因工程方法培育抗逆品种效果究竟如何有待更多的试验来澄清。尽管如此,抗旱基因的研究近年来获得了许多新进展。例如,与水分胁迫有关的渗透调节基因的研究已取得了可喜进展,目前已确定了渗透调节物质(主要是脯氨酸和甜菜碱),在微生物中获得了高产脯氨酸突变体,现正试图用共生菌来作为桥梁,完成渗透调节基因向高等植物转移,从而达到提高作物抗旱性和抗盐性的目的^[7]。目前,在重要的粮食和经济作物中,耐旱性(tolerance)很少成为适应干旱的决定因子,如能成功地应用基因遗传工程于作物抗旱育种将可改变这种状况,其意义是无法估量的。

结合我国国情,当前可应用逆境组织培养和外源DNA导入这样一些较有希望的技术来研究增强作物抗旱性、培育抗旱新类型的问题。

4.研究有限灌溉水的高效利用:黄土高原及其他干旱山区地下水资源贫乏,但一些地方通过径流蓄水发展径流农业和补充灌溉还是有条件的,这是半干旱地区充分利用水资源提高作物产量的一个不可忽视的方面。为此应系统研究确定不同地区主要作物最适需水量和灌溉量下限,“规定”产量的必需需水量,以及最佳供水时间和方法,争取以最低的水量取得最大的效益,为发展径流农业和有限水灌溉提供可靠依据和实用技术。这对于干旱山区来说是很有现实意义的。

(三)加强旱地农业的综合研究

仅靠单项技术来达到充分利用环境水,同时又节约植物本身用水的目标无论是现在和未来都是难以达到的,因此,必须进行综合研究。这里所说的综合研究包含这样几个内容:(1)综合应用改变环境和改造植物两个方面的技术于抗旱增产的研究和实践之中;(2)将旱地农业的基础研究,应用研究和开发研究紧密地联系起来,以加速研究成果的取得及推广应用;(3)组织多学科协同作战,特别要吸引系统科学和有关基础学科的研究者参与旱地农业的研究。

旱地农业综合研究的一个重要方面是旱地生态农业的研究。生态农业是以生态学原理为指导的生态、经济和社会效益密切结合的农业,强调生物与环境、资源的相互协调,并强化系统的生物过程,充分发挥系统的自我调节能力以及系统中物质和能量多层

次、多途径的转化和利用。在黄土高原干旱山区, 建设生态农业的近期目标应当是建立起一个高效合理的农田种植结构和农林牧生态经济结构, 有了这样一个结构, 旱地农田乃至整个土地生产力的提高才有可靠保证。当前, 我们应当围绕建立这样一个结构并充分发挥其功能而努力开展综合研究工作。

主 要 参 考 文 献

- [1] 山仑, 对提高黄土丘陵地区旱地粮食生产的建议, 《农业现代化探讨》, 1983, 56期。
- [2] 陈国良等, 旱作农业的潜力及其增产途径的系统分析, 《水土保持通报》, 1983(6): 40—46。
- [3] 美国国家科学院主编(唐登根等译), 《干旱地区集水保水技术》, 农业出版社, 1979, 7—15
- [4] Gusta L.V., Fowlea D. B. (张永平译), 《作物抗性生理学》, 科学出版社, 1985, 239—246。
- [5] 许旭旦, 植物水分消耗的化学控制, 《植物生理学通讯》, 1983(6): 13—19。
- [6] 山仑等, 澳大利亚旱地农业考察情况和几点建议, 《水土保持通报》, 1984(8): 53—56。
- [7] 汤章城, 植物渗透调节及其遗传工程的研究, 《植物生理生化进展》, 1986, 4期, 51—30。
- [8] Hall A. E. et al. Agriculture in Semi-arid Environments, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1979。
- [9] Arnon I. Physiological Principles of Dryland Crop Production, in Physiological Aspect of Dryland Farming. Edited by U. S. Gupta, New Delhi Bombay Calcutta, 1975, 1—146。
- [10] Fisher R. A., Turner Neil. C. pantl productivity in the arid and semiarid zone. Ann. Rew. Plant physiol. 1978, 29, 277—317。
- [11] Mc William J. R. The national and international importance of drought and Salinity effects on agricultural production. Aust. J. plant physiol. 1986, 13(1): 1—13。
- [12] Brengle K. G. Dryland Farming, Colorado Associated university press, 1982, 1—5。
- [13] Knawar J. S. Crop of the arid and semi-arid areas of India—problems and potentials. In Arid zone Research and Development, edited by H. S. Mann, 1982, II, 1, 1。
- [14] Turner Neil C., Crop water deficits, A decade of progress. Advances in Agronomy, 1987, 39。
- [15] Quizenberry J. E., Breeding plants for less favorable environments, Wiley and Sons press, 1982, 193—211。

Realist Approches and Future Strategy for Increasing Productivity in Dry Farmland, Semiarid Areas

Shan Lun

Abstract

In this paper, the characteristics of agroecological environment and some problems faced in the semiarid areas were discussed. In the meantime, some present approches to increasing productivity in the dryland farming were reviewed. The suggestions for deepening research aspects in the future were proposed too. It was considered that, in Loess plateau, the objective to increase 2 times of grain output can be realized by using the current measures of tillage and cultivation. For increasing yield sustainedly in the dryland agriculture, the key is to take such technical strategy as follows, fully utilize envirnmental water, reduce the water consumption of crops as far as possible, and combine the two etirely. So that, the comprehensive studies should be strenthened in the future.