

北方旱地农业生产技术丛书

旱地秋作物栽培技术

西北农业大学干旱半干旱研究中心 主编

梁宏儒 张冀涛等 编著



农 业 出 版 社

西北农业大学干旱半干旱研究中心主编

梁宏儒 张冀涛等 编著

北方旱地农业生产技术丛书

旱地秋作物栽培技术

北方旱地农业生产技术丛书

旱地秋作物栽培技术

西北农业大学干旱半干旱研究中心主编

梁宏儒 张冀涛等 编著

* * *

责任编辑 张兴赞

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 4.75 印张 92 千字

1991 年 3 月第 1 版 1991 年 3 月北京第 1 次印刷

印数 1—1,280 册 定价 2.35 元

ISBN 7-109-01873-3/S·1255

编 者 的 话

旱地农业系指降水不足地区的无灌溉的农业，主要分布在半干旱和半湿润易旱地区。它在世界的粮食和经济作物的生产中占有重要地位。世界上的基本作物，如小麦、子粒高粱和谷子以及其他一些重要作物，大部分种植在旱地上。目前世界上耕地面积共有 210 多亿亩，其中有灌溉条件的不到 15%，其余 85% 以上的耕地都是依靠天然降水从事农业生产的。

我国是一个干旱半干旱土地面积很大的国家，包括我国北方 15 个省、市、自治区中的 645 个县，占全国土地面积 52.5%。就耕地面积而言，旱地面积约占全国耕地面积 74% 以上。其中除水浇地以外，没有灌溉条件的旱地，尚占 50% 以上。因此，旱地农业在我国农业生产中也占有非常重要的地位。这些地区土地类型多种多样，自然资源丰富，有利于农林牧副渔的综合发展。特别是光热资源比较充足，大部分地区总辐射值均在 120—160 千卡/厘米²·年之间，全年日照总时数一般在 2000—3000 小时之间，而且由东到西，逐渐扩大，昼夜温差明显，有利于植物生产有机质的积累。因此，这些地区作物的千粒重和品质，常比多雨地区为优。而目前这些

地区由于土地利用不合理、生态平衡失调等原因，农林牧产量低而不稳。如黄土高原粮食耕地平均亩产只有50—60公斤，草原载畜量和产肉率也很低。如果改进生产条件，因地制宜地把传统的农业生产技术与现代的农业生产技术结合起来，充分发挥它的优越条件，克服不利因素，使粮食亩产提高25—50公斤，北方旱区即可增产粮食125—250亿公斤。因此，北方旱区农业生产的发展在我国的农业生产建设中潜力是很大的，确实具有极其重要的战略地位。

我国旱地农业已有几千年的历史，广大劳动人民在与干旱作斗争的过程中，创造和积累了许多行之有效的精耕细作、蓄水保墒、用养结合的耕作栽培经验。近年来，北方旱区的广大农业科技工作者在总结群众的旱农经验，运用现代科学技术，探讨旱农的基本理论和适用技术方面，作了大量的研究工作，取得了可喜的成绩。在点面结合，试验推广方面，也取得了显著成效。为了总结和推广这些先进经验和研究成果，西北农业大学干旱半干旱研究中心受农业出版社的委托，主持编写了这套《北方旱地农业生产技术丛书》。这套丛书包括旱地蓄水保墒技术、旱地土壤培肥技术、旱地农业覆盖栽培技术、旱地小麦综合栽培技术、旱地秋作物栽培技术、旱地牧草栽培技术、旱地育苗造林技术、旱区农田节水灌溉技术等分册。

本套丛书的主要读者对象是农民和农民技术员，也可供有关农业科技工作者参考。

本丛书在原西北农学院院长、西北农业大学干旱半干旱研究中心主任万建中的指导下，由西北农业大学干旱半干旱

研究中心黄永莹具体主持编写工作，参加编写的人员有西北农业大学钮溥、许董、卢得仁、杨春峰、李祖荫、尉庆丰、蒋纪芸、林性粹、马长德；陕西省农业科学院张冀涛、梁宏儒；西北林学院薛德自等。

本丛书在编写过程中还得到西北农业大学、西北林学院和陕西省农业科学院有关领导和专家教授的大力支持和协助。

鉴于旱地农业生产技术比较复杂，各个不同类型地区的具体要求又不相同，我们在编写中除了尽量注意根据不同类型地区的特点提出技术要求外，还特别注意从基本原理上作一些分析和论述，以便读者结合各地实际，灵活掌握，具体应用。

编 者

一九八八年六月

目 录

一、秋作物在旱地农业生产中的地位	1
(一) 秋作物是旱地农业生产的重要组成部分	1
(二) 旱地秋作物的生产潜力	2
(三) 农业生态环境决定了旱地以秋作物为主的结构和生产 布局	5
二、北方旱区秋作物生育期间的降水与土壤水分状况	9
(一) 自然降水特点	9
(二) 土壤水分变化规律	11
(三) 干旱的类型及发生规律	14
(四) 干旱对秋作物生长的影响	18
三、主要秋作物抗旱特性与栽培要领	22
(一) 谷糜	23
(二) 高粱	32
(三) 玉米	40
(四) 马铃薯	52
(五) 甘薯	63
(六) 大豆	72
(七) 小杂豆 (绿豆、小豆)	82
(八) 烤烟	88
(九) 花生	99
(十) 芝麻	104

四、几种主要抗旱栽培技术	116
(一) 抗旱整地技术	116
(二) 新耕作法的应用和推广	123
(三) 抗旱播种技术	128
(四) 抗旱保苗技术	132
(五) 抗旱田间管理技术	135

我国北方地区属中纬度干旱、半干旱地带。年降水量仅四五百毫米，且年内分布不均；虽有一部分过境的地面水，由于山高（原高）沟深，难于利用，地下水不足，一般埋藏较深，提取困难。农业生产受干旱的影响较大。因此，有水走水路，水路不通走旱路。旱地秋作物的栽培问题就成为农业技术战略的重要组成部分。特别是在北方旱农地区，提高旱地中、低产田的秋作物单位面积产量，成为今后农业发展中的一项重要任务。

一、秋作物在旱地农业生产中的地位

（一）秋作物是旱地农业生产的重要组成部分

北方旱区 1982 年粮食总产达 13320 万吨，占全国粮食总产的 37.5%；棉花总产 209.75 万吨，占全国棉花总产的 58%；油料总产量 477.15 万吨，占全国总产的 40%；大豆总产量 595.5 万吨，为全国总产量的 65.9%。因此秋作物生产

是北方旱地农业生产的大头。据 1984 年农业年鉴提供的资料，在全国粮食作物播种面积中秋粮面积占 72.45%，旱地秋粮作物占全国粮油播种面积的 43.06%，北方旱区秋粮播种面积占粮田面积 67.99%，秋粮产量占粮食总产的 68.5%，秋粮亩产为粮食亩产的 100.15%。从过去和现在的情况分析，旱地秋粮作物在旱地农业生产中占有极为重要的地位。

我国主要秋粮作物多数种植在旱地。如旱地玉米播种面积占全国播种面积的 69.29%，产量占全国总产的 77.44%，亩产高于全国平均亩产的 11.7%，谷子 99.2% 的面积种在旱地，高粱有 93.22% 的面积种在旱地。玉米、高粱、谷子、薯类的总产均高于全国水平，是旱地的主要粮食作物，在旱地农业生产中具有其他作物不能代替的优势。

经济作物也是全国的大宗生产地区。旱地油料播种面积占全国播种面积的 46.88%，其中花生占 52.31%，向日葵占 98.37%，油料总产 12645.9 万担，占全国油料总产量的 50.57%，平均亩产 96.4 公斤，高于全国平均亩产 91.5 公斤的 5.6%，其中花生亩产 86.1 公斤，油菜籽亩产 101.8 公斤，略低于全国亩产的平均水平。烟叶也是北方旱地的主要经济作物，近年来发展很快，如陕西省旱地烤烟面积由 1982 年的 23.29 万亩，到 1987 年达到 42.28 万亩，成为增加旱区农民收入的重要经济作物。但从总的情况来看，旱地的经济作物在全国的产量构成及其经济收入中所占比例，具有重要地位。

（二）旱地秋作物的生产潜力

北方旱农地区，光照资源丰富，但水资源不足，土壤肥力很低，水和肥是限制光热资源充分发挥作用的重要障碍因

素。一个地区的光热资源再充足，如果没有相应的水分资源作保证，就难以发挥增产潜力。按照西北农业大学利用联合国粮农组织（FAO）的作物最大生产潜力的测算方法，经过必要的参数订正，概算出我国北方旱地主要农区的降水生产潜力（表1）。

表1 陕、甘、宁黄土高原地区旱地秋作物农田降水转化效率

项 地 名	目 作 物	现实生产力 (1977—1981年平均)		降水生产潜力	
		亩产 (公斤)	耗水系数	亩产 (公斤)	耗水系数
固原 (宁)	秋 粮	38	7.0	285	0.83
定西 (甘)	秋 粮	43.6	4.7	210	1.02
平凉 (甘)	秋 粮	120.5	2.2	360.5	0.81
定边 (陕)	秋 粮	49	3.3	172.5	0.95

资料表明，北方旱地秋作物所利用的水分，与降水量存在很大差距。平整的农田，土壤入渗量与降水量接近，坡地所得入渗量远远少于降水量，大量的水分流失了。平坦的农田在没有相应的保墒措施的情况下，入渗的降水也会散失。显然，控制水土流失的保墒耕作法是旱地农业生产提高降水利用率的关键措施。经测算，我国北方旱地农田降水生产潜力的“耗水系数大致变动在0.1—0.5之间，即降水生产效率为每毫米降水生产粮食0.5—1.0公斤。同时也反映出北方旱地秋作物生产确有潜力可挖（表2）。

北方旱区，不论那种类型的土地，因土地肥力悬殊形成的产量差异，充分说明农田肥力在很大程度上左右着水分的

表2 北方旱地农田作物降水生产潜力 (公斤/亩)

地 点		作 物	玉 米	糜 谷	马 铃 薯	苜 蓿	胡 麻
半干旱 偏旱区	包 头 盐 池 海 原 会 宁			115.5	118.5		
				131.5	282	361.5	81.5
				94.5	275	400.5	74
				90	260.5	340	82.5
半干旱 区	东 胜 固 原 定 西 子 长			217.5	217.5		
				162	406.5	510	69
				220	324.5	495	90
				308	490.5	525.5	
半湿润 偏旱区	延 安 合 阳 甘 谷 曲 沃		408.5	345	448.5	960.5	
			170.5	249	356.5	740.5	
			274.5	250.5	440.0	790	
			340	290	410	294.5	
半湿润 区	富 县 津 化 天 水 曹 阳		435	340.5	416	952	
			436	357.5	406	1477	
			407.5	320.5	440	991.5	
			456	419	405	1005.5	

备注：北方旱地农业类型分区及评价 (p. 8) 部分资料。

利用率。即使在水分充足的农田，因土地肥力不足，也会使水分利用率大幅度下降。在同一降水条件下，单位面积产量受肥力的作用最大。肥力较高的农田，秋作物的增产效率高，从而提高了水分利用效率。

、在一些旱区，由于土地肥力低下，产量与水分的关系不密切。中国科学院西北水保所分析了半干旱区的宁夏固原县1957—1978年21年间降水与粮食产量的相关系数，得出 $r = 0.17$ ；甘肃定西水保站在1962—1967年测算坡地梯田产量的

年际变化与降水量关系不密切，内蒙古半干旱偏旱区及新疆干旱区的灌溉农田水分与产量皆无规律性关系。说明在地力低的条件下，水分利用率低，在水分充足的条件下，产量也不增加。干旱少雨固然是对农业生产的严重威胁，但地力不足仍是导致农田水分无谓消耗的直接原因。提高旱地产量的根本途径，要明确关键在水，出路在肥，才能提高天然降水的利用效率。

(三) 农业生态环境决定了旱地以秋作物为主的结构和生产布局

北方旱区农作制的特点，由于受到气候条件的直接影响，多为一年一熟或两年三熟。旱地以种植玉米、高粱、谷子、糜子、豆类、马铃薯、甘薯等春播秋收的粮食作物和棉花、烟叶、甜菜、胡麻、大麻（油用）、向日葵等春播秋收的经济作物为主。以秋作物为主的农作制的形成和发展，是与该地的自然环境条件密切相关。

1. 全年温度、日照资源是形成北方旱区秋作物为主的重要因素 热量的多少不仅能影响作物生长发育，产量和品质以及作物本身全部的生命过程，而且也影响作物的分布界限，种植制度和栽培方式。北方旱区日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的初日是喜温的秋作物玉米、高粱、谷子、糜子、大豆、薯类、花生等开始播种和出苗生长的开始期。而北方旱区大部分在4—5月之间，温度即可进入 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的初日，这一时期正是秋作物播种时期，而 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的终日大部分在9月至10月初，均适于秋作物生长。最热月平均温度除青海高原和东北北部在 20°C 以下，其他地区均在 20°C 以上，雨热同季，有利于秋作

物的生长发育。北方旱区的日温差较大，西北约在 $14-16^{\circ}\text{C}$ 左右，东北和华北约在 $10-12^{\circ}\text{C}$ 左右。最大值在南疆、敦煌等地一带可达 16°C 以上。北方地区光照充足有利于光合作用的积累，使秋作物产量提高，瓜果类作物糖分多，品质优良，适宜于秋作物生产。但以小麦为主的夏粮作物由于冬季严寒，春旱频繁，不利于冬麦种植，且难于安全越冬。 -24°C 的等值线从辽宁南部，华北长城附近一线是冬小麦种植的北界。因此，北方旱区以种植秋作物最为有利，是与温度和日照有着密切的关系。

北方旱区适宜以秋作物为主，此乃气候上水热匹配的具体体现。作物产量的高低，也在一定程度上受着与其有关的水热匹配条件的影响。因此，北方旱地的秋粮产量比夏粮为高，反映了北方旱地产量与水热匹配的关系十分密切，也是确定北方旱地以秋作为主的重要理论依据。

2. 冬春干旱严寒夏秋多雨，光照充足是形成以秋作物为主的生态条件 北方旱区冬春降水量少，降雨主要集中在夏季两季，占全年降水一半以上。据15个北方气象站的资料分析，秋作物生长期的4—10月，降水量大多数占全年的90—95%，而且气候比较温暖，相对来说，可以满足秋作物对水分和温度的要求。

以榆林为例，年降水429.7毫米，4—10月降水400.0毫米，占全年降水量的93.1%，降水主要集中在秋作物的生长发育的全生产期内，且温度在 $10.2-16.7^{\circ}\text{C}$ ，对秋作物生产有利。从秋作物的播种来看，4—5月降水48.9毫米，基本保证出苗需要的水分和温度；6月降水28.3毫米，温度

21.4℃，有利于秋作物“蹲苗”，7—8月降水 227.3 毫米，温度 21.6—23.4℃，是秋作物需水的高峰期，与秋作物的生长发育所要求的水分和温度基本合拍。

以定西县降水为例，马铃薯生产，1977 年 6—9 月降水 285.3 毫米，亩产 120 公斤（折粮食，下同），1983 年 6—9 月降水量为 302.7 毫米，亩产高达 193.9 公斤。谷子也有类似情况。从各类作物全生育期降水的分配情况看，定西降水比较有利于秋作物的生产和产量的形成。据分析，春小麦全生育期需水量与同期 80% 的保证率水量的差值最大（-224.0 毫米）。马铃薯次之（-128.5 毫米），谷子基本满足需要。也适应其他秋作物的需要。

表 3 定西县主要作物全生育期需水量

项 目	春 小 麦 (中/3—上/8)	谷 子 (中/4—下/9)	马 铃 薯 (中/4—下/9)
需水量(毫米)	300—550	240—300	300—500
80%保证率降水量(毫米)	181.0	271.5	271.5
差值(+、-)	-224.0	1.5	-128.5

备注：定西综合实验区资料

3. 秋作物的种类多、品种多，具有缓冲旱涝灾害的作用
秋作物的种类和品种比较多，适应广，播期长，除耐旱耐瘠特性外，有些作物具有抗灾的生态结构特点。以谷子为例，从作物特性上来看，有冬播类型，春播类型，夏播类型，既可春播又可复种，从播种期看可以由前一年小雪开始种植冬闷谷，早春种植顶凌谷，4 月种春谷，到 6 月下旬种回茬

谷或复种谷；从地形上看，坡地谷子比平地谷子病害少，品质好，但产量不如平地；从抗灾特性看，谷子有韧性较强的稳茎，比较灵活，可以减轻雹灾为害；有的品种刚毛比较长（如狼尾谷），减少麻雀为害；谷子又有分蘖特性，随着水肥条件的改变，肥地分蘖多，瘦地分蘖少，可以调节单位面积株数，稳产高产；由于播种期长，又有抗旱的生理特点，不论遇到旱、涝、雹、洪或霜冻等自然灾害，既可种谷子，又可改种其他作物，回旋的余地大，对旱区群众口粮有一定保证作用。又如玉米，既有春播、春夏播品种，又有夏播的品种。这些作物均能适应旱区灾害多的特点。有些秋作物播种期从春季开始可以延长到7月，如糜子、荞麦等，7月后还可以种植秋菜。秋作物又便于间作、套种和混播，对夺取秋粮高产又有一套相应的耕作和栽培措施，也是旱区逐渐形成以秋作物为主的另一个原因。

（陕西省农业科学院 梁宏儒执笔）

二、北方旱区秋作物生育期间的 降水与土壤水分状况

(一) 自然降水特点

1. 降水量的地理分布和季节分配不均匀 从降水量的地理分布看, 东北的松嫩平原为478—531毫米, 朝阳、阜新为486—539毫米。长春和四平降水较多, 在600毫米左右。华北地区, 黄河下游降水量较多, 约600毫米, 郑州为640.9毫米, 济南为685.0毫米。黄河中游, 晋西北, 吕梁山降水量较少, 一般在400毫米左右。河南北部, 山东西北部, 年降水量也较少, 在500毫米左右。河北的东北部和燕山以南包括北京市雨水较多, 年降水量在600毫米以上。但承德、张家口坝上高原又是一个少雨区, 年降水量只有427—559毫米。内蒙古地区年降水量约200—400毫米, 呼和浩特年降水量为417.5毫米。西北地区由于深居内陆, 具有强烈的大陆性气候, 年降水量少而分布不均。兰州年降水量为327.7毫米。西宁为368.2毫米, 乌鲁木齐为277.6毫米。宁夏的南部山区, 西、海、固及甘肃中部的定西地区年降水量约200—400毫米。

降水量在一年内的分配也很不均匀, 东北地区, 夏季降