

中国北方旱地作物 节水增产理论与技术



冷石林 韩仕峰等 主编
中国农业科技出版社



中国北方旱地作物 节水增产理论与技术

冷石林 韩仕峰 主 编
王立祥 陶毓汾

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

中国北方旱地作物节水增产理论与技术/冷石林,韩仕峰等主编.
北京:中国农业科技出版社,1996.8
ISBN 7-80119-148-X

I. 中… II. 冷… III. 旱作农业—节约用水—增产—技术
IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 09222 号

责任编辑
技术设计
出版发行

王涌清

中国农业科技出版社
(北京海淀区白石桥路 30 号)

新华书店北京发行所发行

北京农业大学印刷厂

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

787×1092 毫米 1/16 印张:21.00

1—1000 册

字数:524 千字

1996 年 8 月第一版

1996 年 8 月第一次印刷

30.00 元

编 委 会

主 编: 冷石林 韩仕峰 王立祥 陶毓汾

副主编: 陈 阜 赵聚宝 高焕文 曹广才

编 委: (以姓氏笔划为序)

王立祥 冷石林 陈 阜 陈尚谟 张镜清

赵聚宝 徐祝龄 高绪科 高焕文 陶毓汾

曹广才 韩仕峰

专题参加人员

专 题 主 持 人: 冷石林 韩仕峰 王立祥

专题技术负责人: 信乃诤 陶毓汾

子专题负责人: 陈 阜 陈尚谟 赵聚宝 徐祝龄 高焕文

高绪科 曹广才

专 题 参 加 人: (以姓氏笔划为序)

山 仑 习耀国 王 勇 王小彬 王宏广

王砚田 王耀发 毛瑞洪 牛瑞明 史竹叶

石培华 刘忠民 刘巽浩 刘恒耀 杜 兵

李 哲 李玉娥 李玉霞 李洪文 李建国

吴东兵 巫新民 张立峰 张志田 张宪初

杨志谦 金 利 钟兆站 赵二龙 洪晓强

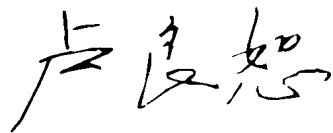
徐长金 唐海英 梁连友 寇志强 梅旭荣

蒋 骏 廖植樨 樊丙戌 薛军红

序 言

旱地农业是依靠天然降水从事的农业,它是我国北方干旱偏旱区、半干旱区和半湿润偏旱区主要农业生产方式。我国北方旱农地区主要分布在沿昆仑山脉、秦岭、淮河一线以北大约 15 个省、市、自治区的大部分地区。这个农业区地域辽阔,地形复杂,气候多样,自然资源丰富。它不仅是我国粮、棉、油、豆的重要产区,也是我国最大的林业、牧业基地。但本地区水资源短缺,资源利用率低,自然灾害频繁,农业生产环境脆弱,产量水平不高,严重制约着农业和农村经济的进一步发展。因此,深入、广泛、持续地研究、开发、利用和保护北方旱地农业资源,对促进我国粮、棉、油、肉综合生产能力上新台阶有着重要意义,有利于我国中西部农村经济全面、持续、协调发展。

“中国北方旱地作物节水增产理论与技术”一书,是中国农业科学院农业气象研究所、中国科学院西北水土保持研究所和西北农业大学等十多个单位的科技人员,以国家科技攻关项目——旱地农业研究为基础,结合近期其它研究成果的最新进展,总结编写而成的。本书从北方旱地综合持续发展出发,就北方旱地农田水分生产潜力及潜力开发对策、北方旱地农田水分平衡及水分调控技术、北方旱地保护性耕作及配套机具、北方旱地主要作物生育规律及栽培技术体系进行了系统论述,资料丰富,区域性、科学性、实用性和针对性强,是一部理论与实践相结合的专著。希望该书的出版,能为推动北方旱地农业研究持续开展做出贡献;能为北方旱农地区农业资源综合治理和集约开发利用,促进农业持续发展起到积极作用。



一九九六年五月二十二日

前 言

旱地农业是世界性的问题,我国已将发展旱地农业列为全国农业发展的重要内容,从“七五”开始,连续10年安排为国家重点科技攻关课题,在改造中低产田方面,取得了明显进展。

北方旱地农田水分平衡及提高作物生产力研究是国家旱农攻关课题中一个专题,重点研究提高有限降水的水分利用效率问题,为农业持续发展提供可行的科学依据和一定的科学储备。在“八五”期间,本专题由中国农业科学院农业气象研究所、中国科学院水土保持研究所和西北农业大学主持,联合北京农业大学、北京农业工程大学、河北农业大学、张家口农业专科学校、陕西省农业科学院、辽宁省农业科学院、中国农业科学院作物所和土肥所、洛阳农科所等12所高校与科研机构的46名科技人员,进行多学科攻关,在半干旱偏旱、半干旱和半湿润偏旱三个旱农类型区布置了十多个试验点,五年来,深入研究了11种作物的水分生产潜力、开发程度、影响因素及其进一步提高水分生产潜力的对策;本地区9种作物地的水分动态规律、水分收支状况、水分亏缺量、亏缺时期、亏缺强度及对应的水分调控技术;旱地农田少耕、免耕、残茬覆盖等保土保水耕作技术及其配套机具;提高主要旱地作物生产力的栽培技术体系及对应的关键技术。

本专题经过协作攻关,按期完成任务,取得重大进展,已通过国家组织的验收,给予较高评价。为使本专题的研究成果更好地为旱农研究和旱地农业发展与治理服务,决定编辑成书。本书突出第一手实验积累和理论总结,由专题组成员分工执笔完成。全书共分十二章五十三节。各章节执笔人如下:第一章陶毓汾;第二章冷石林、梅旭荣、石培华;第三章、第四章陈 阜、陈尚谟、蒋 骏;第五章第一节毛瑞洪,第二节赵聚宝,第三节徐祝龄,第四节韩仕峰、徐祝龄,第五节薛军红,第六节韩仕峰、史竹叶,第七节张宪初;第六章第一节韩仕峰、史竹叶,第二节赵聚宝,第三节徐祝龄,第四节张宪初,第五节徐祝龄,第六节胡 芬,第七节徐祝龄;第七章王立祥、王龙昌;第八章张镜清、蔡典雄;第九章高绪科、廖植樨、樊丙戌;第十章高焕文、王耀发、王兴文;第十一章和第十二章曹广才、李建国、梁连友、牛瑞明、赵二龙、吴东兵。本书经冷石林、韩仕峰、王立祥、陶毓汾、陈 阜、陈尚谟、赵聚宝、徐祝龄、高焕文、高绪科、曹广才审稿,由冷石林统稿。

本书是对“八五”攻关研究成果进行的详细总结,是一本继“七五”研究成果《中国北方

旱农地区水分生产潜力及开发》专著的延续、深入和发展。其特点：一是与前期旱农水分研究密切联系，具有系统性和一致性；二是代表北方旱区范围内的旱地农田水分，具有较大范围的区域性；三是来自实践的理论总结，具有可靠的科学性；四是从提高区域旱地水分利用率出发，突出增产粮食的潜力和技术，具有提供宏观决策依据的能力；五是实行农艺与农机相结合，单项保水技术与栽培技术体系相融合，保水和保土相结合，蓄、深、用相结合，具有可操作性和明显的增产效果及生态效益。它是本类专题攻关研究的第二本理论专著。

本书对国内外旱农研究和专业教学均有重要参考价值，也可供农业主管部门、生产部门制定农业发展规划计划，及旱农技术推广中参考。

本书所用材料，仅限于本试验研究的内容，水分生产潜力模拟模型只反映出半湿润偏旱地区结果，保护耕作配套农机具的使用范围仅在半湿润偏旱地区，作物栽培体系只涉及到冬小麦、春小麦和春玉米三类作物，更多的内容尚有待于今后继续攻关完成。

本专题在立项和执行过程中得到中国农业科学院陈万金副院长、杨炎生副院长、信乃谄局长，以及史锁达、张绍丽、张燕卿、陈绍逢、尹燕芳等同志的支持和指导，在此一并表示感谢！

本书在编辑出版过程中，承蒙中国工程院副院长卢良恕院士的鼓励 and 关心，同时得到中国农业科技出版社的大力支持，使本书得以及时与广大读者见面，对此谨表示衷心的感谢！

鉴于北方旱农地区地域辽阔、类型复杂、气候多样和编著者的知识与经验有限，难免书中有一些错、漏、不当之处，恳请读者批评指正，并向广大读者表示诚挚的谢意。

冷石林

1996年3月31日

目 录

第一章 我国北方旱地农业生产现状及发展前景	(1)
第一节 我国旱地农业发展的历史	(1)
第二节 我国旱农地区的农业类型分区	(3)
第三节 我国北方旱地农业生产现状和存在问题	(9)
第四节 我国北方旱地农业开发前景	(14)
第二章 我国北方旱地农业的生态环境	(18)
第一节 我国北方旱农地区自然条件	(18)
第二节 我国北方旱农地区气候特征	(22)
第三节 我国北方旱农地区水资源的农业评价	(36)
第三章 北方旱地农田水分生产潜力	(42)
第一节 北方旱地农田水分生产潜力研究方法	(42)
第二节 半干旱偏旱区旱地农田水分生产潜力	(47)
第三节 半干旱区旱地农田水分生产潜力	(52)
第四节 半湿润偏旱区旱地农田水分生产潜力	(58)
第四章 北方旱地农田水分生产潜力开发对策	(66)
第一节 开发北方旱地水分生产潜力的主要限制因子	(66)
第二节 开发北方旱地水分生产潜力的技术途径	(72)
第三节 北方旱地农业生产潜力开发前景与适度开发对策	(76)
第五章 北方旱地农田水分状况	(80)
第一节 北方旱地冬小麦农田水分状况	(80)
第二节 北方旱地春玉米农田水分状况	(88)
第三节 北方旱地春小麦农田水分状况	(96)
第四节 北方旱地马铃薯农田水分状况	(104)
第五节 北方旱地春谷子农田水分状况	(112)

第六节	北方旱地胡麻农田水分状况·····	(119)
第七节	北方旱地甘薯农田水分状况·····	(126)
第六章	北方旱地农田水分调控技术·····	(133)
第一节	合理轮作调控土壤水分技术·····	(133)
第二节	秸秆覆盖节水增产技术·····	(143)
第三节	等高耕作种植的截水增墒技术·····	(150)
第四节	旱地深耕蓄水保墒技术·····	(155)
第五节	抗旱剂 I 号的节水增产技术·····	(162)
第六节	地膜覆盖栽培技术·····	(166)
第七节	旱地深施磷肥调控水分技术·····	(172)
第七章	北方旱农地区农业生产结构和种植制度·····	(177)
第一节	农林牧生产和种植制度现状·····	(177)
第二节	调整结构、改革种植制度的原则与方法·····	(184)
第三节	农业优化种植结构·····	(186)
第四节	效益型农业基地建设·····	(196)
第八章	北方旱地土壤培肥措施与农田施肥技术·····	(199)
第一节	水分胁迫对作物营养的影响·····	(199)
第二节	北方旱地农田土壤肥力状况·····	(203)
第三节	北方旱地农田施肥培肥原则·····	(207)
第四节	保持旱地农田的土壤有机质平衡·····	(210)
第五节	肥料对主要作物的增产作用·····	(217)
第九章	北方旱地保护性耕作·····	(223)
第一节	水土保持理论概述·····	(223)
第二节	旱农地区土壤侵蚀与保护性耕作·····	(231)
第三节	北方旱地保护性耕作的土壤水分变化·····	(237)
第四节	主要作物保护性耕作基本原理及技术·····	(241)
第十章	北方旱地保护性耕作配套机具·····	(249)
第一节	北方旱地保护性耕作配套机具·····	(249)

第二节	小麦和玉米免耕播种机·····	(254)
第三节	深松机具·····	(262)
第四节	喷药机具·····	(265)
第五节	保护性机械作业技术经济分析·····	(269)
第十一章	北方旱农地区主要农作物生育规律·····	(273)
第一节	北方旱地冬小麦生长发育规律·····	(273)
第二节	北方旱地春小麦生长发育规律·····	(283)
第三节	北方旱地春玉米生长发育规律·····	(288)
第十二章	北方旱农地区主要农作物栽培技术体系·····	(300)
第一节	北方旱地冬小麦栽培技术体系·····	(300)
第二节	北方旱地春小麦栽培技术体系·····	(308)
第三节	北方旱地春玉米栽培技术体系·····	(313)
主要参考文献 ·····		(321)

第一章 我国北方旱地农业 生产现状及发展前景

第一节 我国旱地农业发展的历史

中国是世界农业起源中心之一,早在 8000 年以前新石器时代初期,我国就有了种植业。从大量文化遗址的发掘中可以明显地看出,在黄河流域出现了粟、黍等旱粮作物的生产(表 1-1)。

表 1-1 我国新石器时代遗址出土的炭化粟、黍*

省别	遗址名称	谷物	年代(公元前)	文化类型
河北	武安磁山	粟	5405	磁山文化
山西	万荣荆村	粟、黍	4000~5000	仰韶文化
陕西	西安半坡	粟	4770	仰韶文化
陕西	宝鸡北首岭	粟	4085	仰韶文化
河南	洛阳王湾	粟	3390	仰韶晚期
甘肃	秦安大地湾	黍	4010	仰韶文化类型
甘肃	东乡林家	粟	2740	马家窑文化
甘肃	兰州青冈岔	糜	2675	马家窑文化半山类型
甘肃	永靖大何庄	粟	2010	齐家文化
青海	乐都柳湾	粟	2415	马家窑文化

* 引自梁家勉主编,中国农业科技史稿,农业出版社,1989 年

表中所列这些地区至今仍是我国主要的旱农地区,粟、黍、糜都是典型的旱农作物,由此可以证明,我国旱农作物栽培至少已有 7000 年以上的历史了。

公元前 5400 年有了木制、骨制的耒耜,开始以耜耕逐渐代替了原始的刀耕火种,出现了旱农耕作。

公元前 17~11 世纪商代出土的甲骨文中出现有禾、粟等文字记载和“黍年有足雨”(黍丰收有足够的雨吗?)、“禾有及雨?”(谷子有及时雨吗?)等卜辞,说明当时人们在农业生产中对雨量、降雨时期是十分关注的,这也是旱农生产的一种见证。耒耜的文字记载始见于西周。中国古代早期的旱农耕作制是撂荒制,到夏、商、西周休闲耕作制逐步代替了撂荒制。春秋时代开始出现铁制农具犁、铧、锄等。由于牛耕的出现,畜力耕作逐渐取代人力。

周朝至春秋时代出现了畎亩法,即垄作。其技术要点是:上田弃亩,下田弃畎”(见《吕氏春秋》任地篇),意思是:高旱田种子种于垄沟,不种垄背;低湿地种垄背,不种垄沟。通过

垄作调节农田水分的再分配。

公元前 1 世纪,西汉时代由于牛耕和铁制农具的广泛使用,我国北方旱农业生产较前期有了显著提高。这一时期的旱农耕作制在畎亩法的基础上发展为代田。“畎播则垄休,岁岁易之,以畎处垄,以垄处畎,故曰岁代处。”这种耕作方式由于沟、垄每年更替,有利于农田水分、养分的有效利用与保蓄。

西汉时代成书的《汜胜之书》对当时黄河流域的旱农技术有较系统的记载,其中比较重要的发展是区田法的出现。以方形区田为例,将农田挖成 6~9 寸见方的方坑,坑深 6 寸,坑内种植作物。区的间距 1~3 尺。根据地力水平,确定坑的大小和间距。带状区田则是将农田先分成带状的町,町宽 10.5 尺,町间留 1.5 尺的人行道,再垂直于町每隔 1 尺挖一条 1 尺宽、1 尺深的沟,土堆沟间,沟内种植作物。区田法其目的在于汇集雨水,减少农田径流,改善作物种植区的农田水分状况。

这一时期已经出现冬季积雪保墒技术。《汜胜之书》中有“冬雨雪止,辄以蔺之,掩地雪,勿使从风飞去。后雪复蔺之,则立春保泽,冻虫死,来年宜稼;”“冬雨雪止,以物蔺麦上,掩其雪,勿令从风飞去,后雪复如此,则麦耐旱多实。”同时有了用雪水浸种等种子处理技术;因时因土耕作、耙压保墒技术,在抗旱栽培方面有了丰富的经验。《汜胜之书》全书已年久失传,仅从其它农书片断的引文不难看出,该书堪为古代的一部旱农著作。反映出 2000 多年前中国旱农技术的梗概和水平。

公元 533 年后魏贾思勰的《齐民要术》是我国现存最早、最完整、系统的一部农书,在这部书中能够全面反映当时我国北方旱农技术的面貌。该书在总结前期旱农技术、耕作方法的基础上形成了较为完整的耕、耙、耨为中心的旱地保墒耕作技术体系;雨后“接湿种”、春旱时“仰垄待雨”等抗旱播种技术;开始注意选用抗旱作物、抗旱品种。仅种谷篇就介绍了 14 种早熟耐旱的谷子品种;记载了旱地黍稷、高粱、大豆、小豆、麻、大小麦、旱稻,多种经济作物、瓜、菜类的旱作栽培技术。这一时期畜力牵引的农具有了较大发展,旱作农具已配套成龙。说明这一时期我国旱农栽培已经达到相当高的水平。

隋唐时期旱地耕作注重耙耨保墒和顶凌耙地。南宋时期旱农耕作的特点是强调多耙、细耙。开始出现梯田。明清时期旱农耕作出现浅—深—浅耕作法即“初耕宜浅,次耕渐深,转耕勿动生土。”(清 杨 岫:知本提纲)。

到 1949 年全国解放时,我国约 15 亿亩耕地中水田不足 3.5 亿亩,旱地 11.3 亿亩,其中水浇地仅 0.48 亿亩。也就是说,有 10 亿亩以上的农田完全依靠自然降水进行生产,占全国耕地面积的 70% 以上。其后,随着农业机具水平的提高,旱地耕作技术也有了提高。

旱地农业在我国虽然历史悠久,在农业生产中占有很大比重,但是由于其靠天吃饭,且生产水平低下,往往不被人重视,还常被视为落后的农业生产方式,长期对其缺乏认真的研究和总结。

1949 年以后,我国农业有了长足的发展,生产水平不断提高。其中 50、60 年代主要是发展灌溉农业。到 1980 年全国水浇地面积达到了 3.36 亿亩,约占旱地的 30%,较 1949 年增长了 6 倍。与此同时,出现了一系列的问题。由于不适当的拦蓄径流,过度开采地下水,使得我国北方广大地区不少河水断流,井水干涸,海水倒灌,地下水位不断下降,水量日减。以前一些能够保浇的农田也往往得不到足够的水分供应。农业水资源的严重短缺唤醒人们水路不通走旱路,发展旱地农业。

1980 年在西安召开了黄土高原综合治理学术讨论会;1981、1982 年在陕西武功分别

召开了渭北旱塬农业生产学术讨论会和干旱、半干旱地农业学术讨论会,以及在山西、辽宁召开的旱作农业和旱地区农业学术讨论会。1982年中国自然辩证法研究会农业专业组也在太原召开了北方地区旱地农业发展战略学术讨论会。1983年农业部在延安召开了北方旱地农业工作会,至此,发展旱地农业已逐渐受到广泛的重视。1984年中国农业科学院、中国农学会组织对东北、华北、西北地区旱地农业进行了科学考察。与此同时,中国农业科学院组织了北方旱地农业类型分区及其评价研究。上述各项工作为我国北方旱农研究与旱区开发起到了很大推动作用,为我国旱地农业发展打下了良好的基础。“七五”期间国家科委把旱地农业增产技术列为国家攻关课题,在我国北方主要旱农类型区设置了6个试验区和2个专题,对北方旱地农业进行了系统研究,并为不同旱农类型区的治理树立了样板。“八五”期间,旱地农业综合发展研究升为国家攻关项目,试验区扩展到8个及2个专题,为我国北方旱农地区农林牧综合发展探索治理的途径和技术。我国旱地农业研究的水平有了很大提高。

随着旱农研究和治理的不断发展,旱农的概念和内涵也有了一些变化。最初,旱农研究多着眼于雨季收墒,耕作保墒,在水字上做文章。随着研究工作的深入发展,人们已经注意到抗旱作物、抗旱品种、施肥管理等旱地作物栽培中的重要作用,旱农研究向综合栽培技术体系方向发展。在我国农村经济体制改革以后,以粮食为主的单一种植格局被打破,为适应农村经济的平衡发展,旱农栽培已不适应旱区的综合治理,因而旱农研究的着眼点转移到农林牧综合发展方面来,探索旱农区最佳的农业生态、经济、技术体系。1993年国务院发布了我国90年代农业发展纲要,为适应我国农村经济向市场经济转变,提出了农业综合持续发展,高产优质高效问题。在我国北方旱农地区探索综合持续发展,高产优质高效,农村经济奔小康的道路已经列入议事日程,成为我国旱农研究的核心。但是,作为旱农经济基础的以作物种植业为主的第一性生产,其地位和作用并未因此而有所削弱,只是着眼点更高了。因此,对旱农地区农作物节水增产技术的探讨仍是十分必要的。

第二节 我国旱农地区的农业类型分区

我国旱农生产有着悠久的历史,但是对于旱农的研究则是近代的事。不同的学者从不同学科的角度考虑问题,故对旱农的定义、内涵认识很不一致,其类型划分也有所不同。

旱地有两种概念,其一是将耕地分为水田和旱地。农田经常保持一定水层的称为水田,如稻田;凡经常不保持水层的农田,包括灌溉农田和旱作农田统称为旱地;其二系专指无灌溉条件,依靠天然降水的农田。

旱区农业:泛指北方缺水地区的农业,包括依靠自然降水的旱作农业,也包括旱区灌溉农业。

雨养农业:无论是丰水地区还是缺水地区,依靠天然降水从事的农业总称。

旱地农业:或旱作农业、旱农是指在水分不足地区依靠天然降水从事的农业。

南方湿润地区的雨养农业和北方干旱地区完全依靠灌溉的“绿洲农业”不属于旱地农业的范畴。

旱农地区系指以旱地农业为主要生产方式的农业地区。

概念明确了,旱农类型及分区就好讨论了。本节着重讨论的是旱地农业或旱作农业的

类型和分区。

旱地农业既然分布于“缺水地区”又是“依靠自然降水”的农业生产,水分条件或降水条件就成为突出的矛盾。所以旱地农业类型的一级划分都是以水分条件为依据。

在我国对水分条件的分区分类研究已有不少成就。早在 1957 年,我国气候学家张宝壁根据各地的干燥度将我国划分为很湿、湿润、半湿润、半干旱、干旱等区域(表 1-2)。

表 1-2 干燥度与湿润状况

湿润状况	干燥度	自然景观	灌溉状况
很 湿	<0.49	森 林	排 水
湿 润	0.5~0.99	森 林	水分过多
半湿润	1.0~1.49	森林草原	季节性缺水
半干旱	1.5~3.9	草地、干草原	需灌溉
干 旱	>4.0	荒 漠	无灌溉就无农业

引自《中国气候区划》,科学出版社,1957,张宝壁

1984 年由科学出版社出版的《中国自然地理·气候》一书中气候大区的划分指标与张宝壁区划类似(表 1-3)。

表 1-3 气候大区划分指标

气候大区	年干燥度	自然景观
A 湿 润	<1.0	森 林
B 亚湿润	1.0~1.6	森林草原
C 亚干旱	1.6~3.5	草 原
D 干 旱	3.5~16.0	半荒漠
E 极干旱	>16.0	荒 漠

也有人用年水分盈亏量作为水分分类指标(表 1-4)。

表 1-4 中国农田水分盈亏分区一级区分类指标

类 别	年水分盈亏量	意 义
I	>600mm	年水分盈余多
II	400~600mm	年水分盈余次多
III	0~400mm	年水分盈余
IV	-400~0mm	年水分亏缺
V	-800~-400mm	年水分亏缺次多
VI	<-800mm	年水分亏缺多

引自:侯光良等,中国农田水分盈亏分区,中国农业气象,1988 年 2 期 21 页

1988 年出版的《中国农业气候资源和区划》一书对中国北方旱区的湿润状况作了分类评价。

表 1-5 中国北方旱区湿润状况

干湿状况	湿润度	年降水量(mm)	年亏水量(mm)	对农业影响
干 旱	<0.3	<250	510~1000	没灌溉就没农业 牧场全年缺水
半干旱	0.3~0.7	250~500	300~500	没灌溉产量低而不稳 牧草季节性缺水
半湿润	0.7~1.0	500~800	<300	旱作季节性缺水 林牧生产稳定

1993 年山仑等《黄土高原旱地农业的理论与实践》一书中农业气候区的干湿指标如表 1-6 所示。

表 1-6 农业气候区干湿指标

干湿带	干湿指标		植被类型	农业特征
	干燥度	年降水量		
半湿润	1.0~1.99	400~700	森林草原	旱农较稳定,农果结合
半干旱: 轻半干旱	2.0~2.99	300~399	典型草原	旱农欠稳定,农牧结合
重半干旱	3.0~3.99	200~299	荒漠草原	旱农不稳定,以牧为主
干 旱	>4.0	<199	草原化荒漠	不能旱作,以牧为主

总结我国关于水分条件的分区指标大体有:年降水量或生长季降水量;降水量与可能蒸散量的比值,即供需程度,一般以干燥度(E_0/P)或湿润系数(P/E_0)表示;以降水量与可能蒸散量(需水量)的差,即供需差或亏缺量表示。以上三类表示干湿的方法基本上是气候学的方法。以这些指标作为旱地农业类型及分区指标各有所长,也各有不足之处。降水是旱地农业基本的水分来源,其数量多少直接关系到旱农生产,比较直观,但降水量只能反映供水,不能反映作物需水,在大范围旱农分类时就显得有不足之处。干燥度或湿润系数是建立在水分平衡基础之上的,可以反映作物水分的供需关系,但却都是相对值,不能反映实际的供水量。而供需差或亏缺量对灌溉农田作用较为直接,但对旱地农业就不好使用。所以,我国科技工作者在进行旱地农业分区分类时多是以一种水分指标为主,同时参考其它水分指标。

《中国大百科全书·农业卷》旱农条就是以年降水量和干燥度将我国旱农区分为:年降水量 250~400mm,干燥度大于 1.5 的地区为半干旱地区;年降水量 400~800mm,干燥度 1.00~1.49 地区为半湿润地区。

1986 年由中国农业科学院区划所、农业气象所主持,北方各省(区)参加所完成的《北方旱地农业类型分区》是我国较系统的旱地农业分区。其一级区划指标如表 1-7。

表 1—7 北方旱地农业类型分区指标

区域	80%保证率年 降水量(mm)	干燥度	水分盈亏 (mm)	熟制	自然地带	林业特征	农业综合特征
干旱区	<200	>3.5	<-220	一年一熟	荒漠	散生荒漠灌木	以牧为主,没 灌溉就没农业
半干旱偏旱	200~250	3.0~3.49	-130~-100	一年一熟	半荒漠	散生灌木	以牧为主,旱 农分布下限
半干旱	250~400	1.6~2.99	-60~20	一年一熟	干草原	灌木丛	半农半牧,旱 农潜力大
半湿润偏旱	400~500	1.3~1.59	20~110	一年一熟 二年三熟	森林草原	灌木为主, 兼有乔木	以农为主
半湿润	500~600	1.0~1.29	>110	一年一熟 二年三熟 一年两熟	森林— 森林草原	乔木、灌木普遍	以农为主,复种 时需补充灌溉

可以说,我国旱地农业类型及分区基本上是以水分(或干旱)的自然、气候分区、分类为基础进行划分的。严格地讲,还是属于旱区农业类型的区划。

我国旱农区的南界不同学科、不同的区划一致以干燥度 1.0,水分亏缺量为 0,年降水 700~800mm 的等值线为界,大体是淮河、秦岭、昆仑山一线。这也是我国不同学科公认的干湿分界线。旱农区的东界在大兴安岭以北和京哈线铁路一线。我国旱农区的下限(西界或北界)旱区和旱农区概念不同,界限也不一样。旱区范围包括整个西北地区,而旱农区的下限比较普遍的见解是年降水量小于 250mm,干燥度大于 3.5 或 4.0,年水分亏缺量 ≥ 500 mm 的区域,没有灌溉就没有种植业。有灌溉条件的农田属绿洲农业,因而不属于旱地农业的范畴。因此,可以将上述水分指标的等值线作为旱地农业区域的下限。但是,在旱农区上下限之间,也就是在我国北方旱农区内要不要再划分类型区,如何划分,用什么为指标划分则看法分歧较大,反映出我国在这方面的研究尚不够成熟。

旱农类型区的划分是客观类型的反映,既要根据农业生产的需要,又不是人为的任意切割。目前我国旱农分区有下面几种情况。

1. 沿用地理气候的干湿分区,把我国的旱农区划分为半干旱区和半湿润区。这样做与中国的自然区划相吻合,但作为我国旱农分区似失之过粗。

2. 也有人在地理干湿分区的基础上按干燥度再进一步分割为半干旱偏旱区、半干旱区、半湿润偏旱区、半湿润区等,或重半干旱区、轻半干旱区、半湿润区。这种分区基本上属于干旱程度区划。

3. 将我国旱农区按地貌划分为风沙半干旱、丘陵半干旱、高原半干旱等几类。这样的分类,自然地理条件考虑得多,作为自然分区是可以的,但作为旱农分区农业因素考虑得不够。

北方旱地农业类型分区及其评价课题协作组完成的《我国北方旱地农业类型》中,除按水分指标将我国北方旱农区分为五个一级区以外,又综合考虑了地貌、热量、农业干旱成因(如水土流失、风沙等)和农业产值结构(农、林、牧产值的百分比),作为二级分区指

标,划出了 57 个二级类型区(见表 1—8)。

表 1—8 我国北方旱地农业类型分区方案

一级区	二级区
I 干旱区	1 阴山北麓高原干旱牧区 2 河套平原干旱灌溉农区 3 内蒙古西部高原风沙干旱牧区 4 宁夏北部干旱灌溉农区 5 陇西黄土高原北部干旱农牧区 6 河西走廊干旱灌溉农区 7 柴达木盆地干旱牧农区 8 阿尔泰山南坡天山东部干旱牧林区 9 南疆干旱灌溉农区 10 吐鲁番盆地炎热干旱灌溉农区 11 天山北坡干旱灌溉农区 12 准葛尔西部山地干旱农牧区
II 半干旱偏旱区	1 内蒙古东北部高原半干旱偏旱牧区 2 阴山北部丘陵半干旱偏旱农牧区 3 内蒙古鄂尔多斯高原风沙半干旱偏旱牧区 4 陇中黄土高原西北部半干旱偏旱农牧区 5 青海东部低山丘陵半干旱偏旱农林牧区 6 祁连山北麓高寒半干旱偏旱牧、水源林区 7 柴达木盆地东南部山地半干旱偏旱牧区
III 半干旱区	1 大兴安岭西麓高原半干旱牧区 2 松嫩平原东北水土流失半干旱农区 3 松嫩平原中西部半干旱农牧区 4 吉林西部平原半干旱农牧区 5 大兴安岭东南麓科尔沁低山丘陵半干旱牧农区 6 科尔沁沙地半干旱农牧区 7 西辽河平原半干旱灌溉农区 8 辽宁西北低山丘陵水土流失及风沙半干旱农区 9 燕山北部山地丘陵水土流失半干旱农林牧区 10 晋北冀西北山地半干旱农林牧区 11 河北黑龙港半干旱农区 12 太行山东麓半干旱灌溉农业区 13 阴山南麓丘陵山地半干旱农牧林区 14 太原沂定盆地半干旱灌溉农区 15 土默特平原半干旱灌溉农区 16 吕梁北段黄土丘陵半干旱农区