

特早熟**棉花**高产栽培 及其生理基础研究

任天佑 任小俊 著



气象出版社

特早熟棉花高产栽培 及其生理基础研究

任天佑 任小俊 著

气象出版社

内 容 简 介

这是一本关于棉花栽培的科技专著。本书分 20 个专题介绍 40 年来,特别是近 20 年来关于特早熟棉花高产栽培规律及其生理基础的研究成果。书中从光合作用和物质生产角度论述特早熟棉花高产生理规律,研究与特早熟棉花产量密切相关的科学技术问题以及综合高产配套栽培技术体系等。本书适于农业科研、农业院校和农业推广部门的科技工作者参阅。

图书在版编目(CIP)数据

特早熟棉花高产栽培及其生理基础研究/任天佑,任小俊编著. - 北京:气象出版社,1999,9

ISBN 7-5029-2788-3

I. 特… II. ①任… ②任… III. ①棉花-生理 ②棉花-早熟栽培 IV. S562

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 43751 号

特早熟棉花高产栽培及其生理基础研究

任天佑 任小俊 著

责任编辑:王元庆 终审:刘树泽

封面设计:陈敬泽 责任技编:刘祥玉 责任校对:姜会飞

气象出版社出版

(北京市海淀区白石桥路 46 号 邮编 100081)

华能集团万全印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:8.625 字数:220 千字

1999 年 9 月第一版 1999 年 9 月第一次印刷

印数:1~500 定价:12.00 元

ISBN 7-5029-2788-3/S·0353

前 言

我国北部特早熟棉区及西北内陆棉区的北疆和甘肃河西走廊,其气候特点是:无霜期短(150~170天),年平均温度低(6~10℃),高温期(24~25℃)不长,自7~8月上旬仅一个多月。棉花是喜温作物,开花结铃要求温度较高(24~25℃)。棉花开花结铃的生物学规律是由下往上,由里往外呈圆锥形上升。内层部位开花后正赶上7~8月上旬的高温期,生长快铃期短,大部可在霜前成熟。但外层部位开花后多错过7~8月上旬的高温期,处于秋天不利低温条件下,生长慢铃期长,有的甚至没有长到应有大小就遇到霜冻,成为“剥桃花”,棉花生育和气候环境因素间存在着比较尖锐的矛盾。因此,在无霜期较短的这类特早熟棉区要想获得棉花早熟优质高产稳产,首先要求种植生育期较短的特早熟类型棉花品种,在此基础上再配合相应的早熟高产栽培技术。近年来在我国无霜期较长、年平均温度较高的黄河流域棉区,由于生产条件改善和科学技术进步,正在迅速发展麦棉两熟制栽培。在麦棉两熟制栽培条件下,棉花生长期较短,也需要推广种植相适应的短季棉品种,亦即特早熟棉花品种。栽培特早熟类型棉花品种有其自身的规律性。因此,研究特早熟棉花品种高产栽培规律及其技术体系,不仅对我国无霜期较短的特早熟棉区和西北内陆棉区的北疆,就是对无霜期较长的黄河流域棉区推广麦棉两熟制也具有重要的现实意义。

作者于本世纪50~90年代在山西从事特早熟棉区棉花高产栽培技术研究工作。先后承担和主持山西省农业科学院有关这一方面的科技攻关课题。在科技攻关过程中,以高产为目标,从以下三个方面进行研究:一、与棉花产量密切相关的重大技术关键;二、棉花高产栽培技术规律及其技术体系;三、棉花高产栽培的生理学和生物学基础。研究方法采用了所内与所外相结合,试验与示范相结合,田间试验与实验室化验分析相结合的方式。在特早熟棉区棉花主要产棉县选择有代表性的村镇作为专业科研基点常年蹲点。在蹲点过程中对山西特早熟棉区的自然地理环境、植棉历史和生产存在问题以及传统植棉经验等进行全面调研。在此基础上对与高产相关的重大科学技术问题进行深入研究。取得的科研成果及时与当地农业技术推广部门协作进行多点示范和重点推广,以点带面。

40年的科研工作取得了较为丰富的技术储备和有价值的科研成果。其中以密矮栽培为中心的科研成果,在山西特早熟棉区棉花生产上曾经作出重大贡献,获得省人民政府重大科研成果奖,并载入1994年出版的《山西通志·农业志》,有关论文由国外《植棉业》转载。80~90年代以棉花高产系列化栽培为中心的阶段性成果在山西特早熟棉区推广已收到良好成效,社会效益显著。有关棉花栽培生理研究,进一步阐明了特早熟棉区棉花高产的生理规律,从而在一些方面发展了以光合作用和物质生产为基础的高产栽培理论和育种理论。有关论文1995年曾被发表在外文刊物上的文章的作者加以引用,具体引用情况为国际学术界公认的检索刊物SCI刊载。在科技攻关过程中山西省农科院始终给以热情关怀,并给以经费资助;在科研成果示范推广过程中,山西省农业厅、有关地市县农业局和农业技术推广站均给以热情关怀和大力支持。为集中反映40年来棉花高产栽培技术研究的进展情况,现以论文形式整理出对特早熟棉花高产具有现实意义的栽培技术规律共20篇汇编成册,命题为《特早熟棉花高产栽培规律及其生理基础研究》。

著 者

目 录

前 言

特早熟棉区气候特点及其在山西的分布	(1)
特早熟棉区棉花生产潜力及其在山西的布局	(4)
棉花高产生理研究	(9)
棉花生长发育研究(一)——棉花生育进程与高产	(16)
棉花生长发育研究(二)——棉花生育进程与栽培技术	(21)
棉花高产品种及其生理基础研究	(27)
附件:山西省自育特早熟棉花品种简介	(31)
棉花矮化型品种及其生理基础研究	(38)
地膜覆盖棉花高产栽培技术规律及其生理基础研究	(43)
棉花种植密度与留果枝数合理配置及其生理基础研究	(49)
特早熟棉区棉花打正顶技术研究	(58)
棉花施肥规律及其生理基础研究	(64)
棉花保苗技术体系研究	(73)
防止阴雨低温引起棉苗死亡的调研	(78)
棉花需水规律与灌溉	(81)
棉花密矮栽培技术研究(一)——王继成植棉经验研究综述	(84)
论王继成密矮植棉经验中的辩证法	(91)
附件:特早熟棉区植棉技术的新发展	(94)
棉花密矮栽培技术研究(二)——三矮栽培技术研究综述	(100)
井灌区棉花超高产系列化栽培技术研究	(107)
河灌区棉花高产系列化栽培技术研究	(114)
麦棉多作高效种植技术研究	(122)
主要参考文献	(128)

特早熟棉区气候特点及其在山西的分布

提要:本文论述了山西特早熟棉区的自然气候特点以及棉花生育过程中与自然气候条件间存在着的矛盾、矛盾的普遍性和特殊性,并就棉区的区划进行探讨。

关键词:特早熟棉区 气候特点 区划

1 山西特早熟棉区的自然气候特点

山西特早熟棉区,迄今已有近百年之植棉历史。该棉区包括晋中、吕梁、忻州地区及晋南和晋东南的一部分,共有45个植棉县,植棉面积40~50万亩^①,历史最大面积曾达100万亩,约占全省棉田面积的四分之一,在山西省棉花生产中占有重要地位。

山西特早熟棉区,北起内长城(北纬39°40'),南至韩侯岭,集中分布在晋中、忻定盆地。盆地中央有汾河、文峪河、漳沱河纵贯其中,为我省特早熟棉区棉花集中产区,包括汾阳、文水、交城、孝义、介休、平遥、祁县、太谷、榆次、清徐、定襄、忻州等县。此外,黄河沿线西部黄土丘陵地区临县、离石、柳林、中阳、蒲县、隰县、大宁、石楼、永和、乡宁、河曲、保德、兴县等和东部土石山区孟县和昔阳县也种植一部分棉花。

山西特早熟棉区的气候有以下四个特点:第一、年平均气温低,高温期不长,无霜期短,年平均气温为8~10℃左右,1月份最低为-7℃,7月份最高为24~25℃、夏季极端最高气温为40.2℃。本区秋霜开始日期一般为9月27日至10月5日,春季霜冻终止日期为4月下旬至5月上旬;无霜期一般为140~160天。第二、春季多风,蒸发量大。春季多大风,大风持续时间较长。全年蒸发量为1200~1800毫米,约为降水量的3~5倍。第三、春季干旱,降雨集中夏秋,年平均降雨量为400~600毫米,12月至翌年2月总降水量仅占全年降水量2%,而7、8月份总降水量占全年降水量的47%。夏季,由于空气对流作用强,多形成旺盛的对流云。因此,多雷阵雨和有时出现暴雨天气。全年暴雨天气最多年份达到50天,一日最大降水量各县都在90毫米以上。第四、日照充足,阴天日数少,平均日照时数在2681小时,各月都在200小时以上,阴天日数按总云量统计为80~100天,按低云量统计一般为6~16天。

本区气候条件对棉花生长来说有它有利的因素。这些有利因素是:第一、春季气温上升快。棉花原产热带,是喜温作物,棉花各生育阶段对温度要求较高,种子发芽期最低12~15℃,最适20~30℃;苗期最低15℃,最适25~30℃;蕾铃期最适25~30℃。本区温度上升情况是:播种出苗阶段(4月下旬至5月上旬)达14~17℃;幼苗生长阶段(5月中旬至6月中旬)达18~22℃;现蕾开花阶段(6月下旬至7月上旬)达23~24℃,基本上可以满足棉花种籽发芽、幼苗生长和现蕾开花对温度的要求。第二、夏季温度高,7月至8月上旬,气温可上升到24~25℃,此时正值棉花大量开花座桃,利于棉铃迅速生长。第三、昼夜温差大,白天温度上升快,夜间温度下降也快,棉花白天制造有机养料多,夜间消耗有机养料少,有利于养分积累。第四、日照充足,可使棉花制造更多养分,让棉花多座桃,少脱落,减少僵瓣和烂铃。

本区气候条件对棉花生长也有它不利因素。这些不利因素是:第一、高温期不长,无霜期

^① 1亩=666.6米²

短。棉花属无限花序,开花座桃的顺序由里往外,由下往上,呈圆锥形上升。中下部内层部位开花以后,正赶上7月和8月上旬的高温期,生长较快,从开花到吐絮只需50~60天。秋季降霜以前,大部可以正常吐絮。但上部外层部位开花后,大多错过7月和8月上旬的高温期,而处于秋天不利的低温条件下(20℃以下),生长缓慢,从开花到吐絮,需要70天以上。这样,有的还没有长大就遇到秋季降霜,只能收到一些霜后花和剥桃花,甚至毫无收成,有桃无收,群众称之为“水桃”(指一捏一泡水),从而限制了棉花的充分发展,使棉花的生育和这里气候条件之间产生了尖锐的矛盾。第二、本区春季干旱多风,蒸发量大,两者综合起来,常造成十年九春旱,不利棉花抓全苗。上述这些不利因素,又给高速发展棉花生产带来一定困难。这是本区棉花生长发育过程中矛盾的普遍性。

在山西特早熟棉区,要夺取棉花高产,必须充分利用本区气候条件的有利因素,克服其不利因素,从自然里得到自由。

2 山西特早熟棉区栽培区划

2.1 河灌区

本区包括汾河、漳沱河及其支流流域,分布于汾阳、孝义、文水、交城、清徐、榆次、太谷、祁县、平遥、介休、定襄、忻县等县,为我省特早熟棉区的主要产棉区。

盆地中央河流较多,水源丰富。例如晋中盆地,汾河从太原上兰村流入,到介休义棠出口,纵贯盆地中央,全长165公里。此外,直接汇入汾河的一级支流有肖河、文峪河、磁窑河、昌源河、龙凤河、惠济河、白石河等7条。二级支流有七里河等共15条。根据水文资料计算,每年流入晋中盆地的水量为11.2亿吨(其中汾河5.65亿吨,文峪河1.16亿吨,昌源河0.65亿吨,肖河1.81亿吨,崞峪河0.28亿吨,磁窑河0.8亿吨,乌马河0.65亿吨,沙河0.22亿吨),而从灵石流出的年平均流量为6.5亿吨(以上皆指地上径流)。各河流河水的矿化度都在0.37%以下,水质优良,适于灌溉,所以成为吕梁、晋中地区棉粮主要产区。这里引河灌溉的历史,已相当久远,根据历史传记,在两千年前,已有引汾灌溉之说。但至1396年(明代)始有详细记载,以此推断,灌溉历史已达五百年以上,但近百年来才有比较大规模的发展。解放前一直是大水倒闸漫灌,每年只在冬春灌水一次。解放后,新建了田面工程,改进了灌水方法,使灌溉面积逐年扩大。进入70到80年代,许多地方开展打井,成为井、河双灌。

本区虽多灌溉之利,但由于长期大水漫灌,这就给灌区带来一些“后遗症”:第一、地下水位抬高:大水漫灌,河道缺口,边山渠道渗漏,以及自然降水,大大补给了地下水源,以致补给量超过了排水量,使地下水位抬高。第二、土地下湿阴冷:大水漫灌使地下水位抬高,土地下湿阴冷。据观测,灌区春浇(或秋浇)后4月下旬至5月上旬土壤含水率5~10厘米土层常达18%~21%;10~20厘米土层常达21%~23%,最高超过25%。土地下湿,导致地温降低,特别是春季地温回升缓慢。据4至5月份观测(1965年),河灌区5厘米地温比井灌区一般低0.4~0.6℃,最低温度要低2.5~3.5℃。河灌区水源丰富,水质优良,土层较厚,土壤肥沃,棉花生产潜力是很大的。而从另一方面来看,棉花的生产潜力又受到限制。因为,首先是缺苗,由于大水漫灌,土壤结构变差。本区农田大部是春浇,浇后土壤受到水的压力,变得更加紧实。当表土层达到适宜耕地的湿度时,正值春季干旱风,表土层失水很快,所以这种适宜耕地的湿度只能维持几天的时间,以后很快就形成严重龟裂而过干,致使耕后弄成很多的大坷垃和小坷垃。有些地方畜力不足,不是耕的早了,就是耕的晚了,早耕弄成湿坷垃,晚耕又弄成干坷垃,造成棉花缺苗断垅。此外,这里土地下湿阴冷,棉籽在土里的发芽率低,特别是遇到刮西北风和连

阴雨天气,地温下降更快,常常引起大量烂籽死苗,严重的缺苗达 50%~60% 以上。其次是晚苗:这里的土地下湿阴冷,不发小苗,棉花的生育一般要比井灌区推迟 5~7 天,在无霜期本来就很短的特早熟棉区,晚苗的这种现象,就使棉花的个体发展受到很大限制。第三是“碱窟窿”(盐斑):本区蒸发量大于降水量 3~5 倍,由于地下水位高,地下水矿化程度在蒸发大于淋洗的反复作用下逐渐增大,超过临界深度的矿化地下水,通过土壤毛细管作用上升地面,水分蒸发,盐分在地面积累起来,久而久之土壤便盐渍化,形成了“碱窟窿”(盐斑),大者一二百亩,小者三五亩,有时一块地里仅有一小片。碱窟窿使棉花的缺苗和晚苗现象更加突出。这是河灌区棉花生育过程中矛盾的特殊性。

2.2 井泉灌区

地下水位低于河灌区,为 3~10 米或更低。土地较干燥,地力较肥沃,园田化程度较高,耕作管理较细致,但井灌区水源常感不足,常常遭到伏旱和秋旱。

本区在春季多进行蓄水灌溉。棉花播种以后,土壤湿度一般可以满足棉籽发芽出苗的要求。本区夏秋两季经常遇到不同程度的伏旱和秋旱,水源不足的地方,导致棉花蕾铃脱落增多。

2.3 平坡旱地区和西山黄土丘陵区

平坡旱地区,分布于盆地的边沿地带。西山黄土丘陵地区,地处高原,包括离石、临县、柳林、中阳、蒲县、大宁、隰县、石楼、永和、乡宁、河西、保德、兴县等,为沟壑纵横的黄土高原地。本地土地资源丰富,但水土流失严重,经常出现春旱、伏旱和秋旱,甚至连续的干旱,造成十年九旱。由于水土流失严重,再加肥料不足,所以土地瘠薄。据山西省水保局估测,每亩农田平均每年流失土壤达 4000 公斤左右,其中含氮素 1.5~2 公斤,磷素 2~3 公斤,钾素 65 公斤,致使土壤养分(尤其是氮素)十分缺乏。耕层土壤有机质含量一般仅为 0.3%~0.8%,含氮量为 0.02%~0.04%。平坡旱地区和黄土丘陵区,棉花生长过程中矛盾的特殊性就是“早、薄、粗”。

我省特早熟棉区属于高寒棉区,是棉花生产的艰难地带。但只要我们能够克服其不利因素,充分利用其有利因素,是完全可以夺得棉花早熟高产优质,大面积生产实践也证实了这一点。本世纪 80 年代曾出现百斤皮棉县,并创造了众多的亩产 75~100 公斤皮棉的高产纪录。

特早熟棉区的棉花生产潜力 及其在山西的布局

提要:本文论述了山西特早熟棉区棉花生产潜力及其在山西的合理布局。

关键词:特早熟棉区 合理布局

1 山西特早熟棉区气候特点与棉花生产潜力分析

山西特早熟棉区,包括晋中、吕梁地区以及晋南和晋东南一部分,主要集中在汾阳、文水、交城、孝义、榆次、太谷、平遥、祁县、介休、忻县、定襄等县,植棉面积历来约占全省棉田总面积四分之一左右,地处山西棉区之北缘,气候条件对棉花生产总的来说,是较为严厉的。

山西特早熟棉区的气候条件,对棉花生产来说,有它的不利因素:高温期不长(自7月至8月上旬仅一个多月),无霜期短(150~160天),秋霜来临早(10月上旬前后)。棉花属无限花序,开花座铃的顺序由里往外,由下往上,呈圆锥形上升。中下部内层部位开花后,正赶上7月和8月上旬的高温期,大部分都能正常成熟,但中上部外围部位开花后大多错过了7月和8月上旬的高温期,处于秋天不利的低温条件下(20℃以下),棉铃生长缓慢,从开花到吐絮,需要70天以上,有的没有长到应有的大小就遇到秋霜,只能收到一些霜后花和剥桃花,甚至有桃无收,从而限制了棉花个体的充分发展,使棉花生长发育和气候条件间产生了尖锐矛盾。但山西的气候条件也有它的有利因素:一、春季温度上升快,夏季温度高。棉花属喜温作物,各生育阶段对温度要求较高,种子发芽期,最低为12℃,最适20~30℃;苗期最低15℃,最适20~30℃;蕾铃期最适25~30℃。本区温度上升情况是:播种至出苗阶段(4月下旬至5月上旬)达14~17℃;幼苗生长阶段(5月中旬至6月中旬)达18~22℃,现蕾开花阶段(6月至7月上旬)达23~24℃;基本上可以满足棉花种子发芽、幼苗生长和现蕾开花对温度的要求。二、夏季温度高,至7月至8月上旬,温度可上升到24~25℃,此时正值棉花大量开花座桃,利于棉铃迅速生长。三、日照充足,日照时数各月均在200小时以上,昼夜温差大,白天温度上升快,夜间温度下降快,棉花白天制造有机养料多,夜间消耗有机养料少,有利养分积累,因此棉花蕾铃脱落较低,僵瓣和烂铃较少。

在上述气候条件下的不利因素与有利因素共同作用下,山西特早熟棉区棉花生产潜力究竟是怎样的?为了说明这个问题,引用作者自50年代至80年代连续31年(缺1968年)在这一棉区所进行的棉花栽培试验的逐年平均的产量结果如下:

	年 份	试验地点	产量(皮棉) (公斤/亩)
50 年 代	1955	本 所	61.5
	1956	本 所	37.3
	1957	本 所	45.9
	1958	本 所	43.1
	1959	基 点	76.1

续

	年 份	试验地点	产量(皮棉) (公斤/亩)
60 年 代	1960	基 点	54.5
	1961	基 点	65.6
	1962	基 点	41.0
	1963	基 点	44.5
	1964	基 点	80.5
	1965	基 点	44.4
	1966	基 点	37.8
	1967	基 点	62.9
	1968	—	—
	1969	本 所	68.5
70 年 代	1970	本 所	76.4
	1971	本 所	87.5
	1972	本 所	86.1
	1973	本 所	96.0
	1974	基 点	101.0
	1975	基 点	96.0
	1976	基 点	80.5
	1977	基 点	57.0
	1978	基 点	37.9
	1979	基 点	60.7
80 年 代	1981	基 点	92.4
	1982	基 点	100.5
	1983	基 点	90.8
	1984	基 点	98.5
	1985	基 点	104.9
	1986	本 所	90.6
	1987	本 所	91.2

上述试验田,面积一般5~10亩,均为水浇地,水肥条件较好,田间管理精细,除个别年份(1966年),一般虫害防治及时,因此,试验田的产量结果,排除了非气候因素的干扰(如水、肥、土等生产条件),基本上可以反映出山西特早熟棉区特定气候条件下的生产潜力。从试验田的产量结果可以看出如下一些规律性:

不同气候年份间,棉花单位面积产量变化较大,高产年(开花结铃期,雨量适中,气温高,日照充足,秋霜晚)与低产年(开花结铃期间,气温低,多雨,日照少,秋霜早)每亩皮棉产量最多可相差一倍以上。说明特早熟棉区气候条件对棉花产量的影响较大,也说明在特早熟棉区气候条件下,棉花产量的不稳定性。

虽然不同气候年份间棉花产量变化幅度大,但从绝对产量看,棉花单产水平还是较高的,每亩平均皮棉产量31个年份中平均达71.3公斤,最低37.3公斤,最高104.9公斤。说明在特早熟棉区气候条件下,棉花生产是具有一定潜力的。

自50年代至80年代,不同年代间棉花产量是有些差别的,随着年代的变迁,棉花单位面积产量有逐步增高的趋势,平均单产水平(每亩皮棉),50年代为53.5公斤,60年代为55公斤,70年代为78.4公斤,80年代为95.9公斤,这是合乎规律的。随着年代的增长和科研的进展,我们对特早熟棉区的棉花丰产规律逐步有所认识,栽培技术水平也逐步提高。50年代,试验品种为早熟小铃类型的中产品种金字棉、611波等。在栽培技术上采用增施肥料、合理密

植、适时整枝、防治病虫害等一般性丰产措施。自 1955 ~ 1959 年,五年中遇到两个高产年、两个中产年和一个低产年。五年试验平均单产为 53.5 公斤皮棉,出现 50 公斤皮棉以上的年份占总年份的 40%。60 年代,试验品种仍为早熟小铃类型的中产品种金字棉、611 波等,但在栽培技术上,由于研究成功以“高度密植,少留果枝”为中心的高产栽培措施,栽培技术水平有所提高,在一定程度上解决了气候条件与棉花生长发育间的矛盾,单产水平也提高了。自 1960 ~ 1969 年,九年中(1968 年未进行试验),遇到三个高产年、五个中产年和一个低产年,九年试验的平均单产为 55 公斤皮棉,出现 50 公斤皮棉以上的年份占总年份的 55.6%。70 年代在品种上改用了我所自育的早熟中铃类型高产品种晋中 169、矮 1222、矮 1548 等,在栽培技术上研究成功以“三矮”栽培为中心的高产措施,栽培技术水平又有进一步提高,在较大程度上解决了气候条件与棉花生长发育间的矛盾。自 1970 至 1979 年,十年中遇到三个高产年、一个中产年和六个低产年,虽然气候条件不利,十年试验的平均单产为 78.4 公斤,出现 50 公斤皮棉以上的年份占总年份的 90%,75 公斤皮棉以上的年份占总年份的 63.6%。80 年代,在品种上培育成功(我所自育的)早熟大铃高衣分类型品种“晋棉 5 号”等。在栽培技术上采用了以地膜覆盖为中心的高产栽培新技术。大铃高衣分类型棉花新品种与地膜覆盖栽培为中心的高产高效新技术,二者间相得益彰。大铃高衣分类型品种,熟期略晚,只有在地膜覆盖栽培条件下,才能充分发挥大铃高衣分类型品种的生产潜力。反之,地膜覆盖栽培也只有在采用大铃高衣分品种的前提下,才能更好地发挥这一栽培方法的增产潜力。植棉技术水平上升到一个新的阶段。1981 ~ 1986 年中,在不同气候年份,均获得相当高的产量,平均单产皮棉达到 95.9 公斤,出现 75 公斤皮棉以上的年份占总年份的 100%。

2 山西棉花合理布局与特早熟棉区

山西植棉已有悠久历史,远在明末清初晋南已盛产棉花,及至 1918 年前后晋中已普遍植棉,形成了迄今山西的两大棉区,即晋南和晋中棉区。晋南棉区(运城、临汾地区),年平均气温较高,无霜期较长,属中熟和中早熟棉区,棉田面积约占全省棉田总面积 3/4。晋中棉区(晋中、吕梁、忻州地区),年平均气温较低,无霜期较短,属特早熟棉区,棉田面积约占全省棉田总面积 1/4。

为振兴山西农业,目前一个时期棉花合理布局应该怎么搞?是稳定现存布局,继续保存晋南与晋中两大棉区?还是调整布局,实行棉区南移?70 年代末 80 年代初在我省棉花学术界曾经有过这样的争论,这确是山西农业生产上的一个带有战略性的重大问题。

正如大家所知道的,合理布局农作物的总原则,应是充分发挥本地区自然优势,扬长避短,确保粮食与经济作物持续均衡增产。山西是我国煤碳能源基地,建国 40 年来,山西的粮食生产是取得显著成绩的。但由于人口增长速度快,粮食生产还不能做到富足有余。合理布局棉花,不能单纯就棉花论棉花,必须考虑到山西粮食生产的这样一个重要特点,棉区南移也好,继续保留晋南、晋中两大棉区也好,究竟那一种布局合理?衡量这个问题的标志,应是既有利发展山西棉花本身,又有利于发展全省粮食生产,特别是小麦生产,同时还要有利轮作倒茬,培肥地力。总之,就是有利于山西整个农业生产。根据上述原则,试就两种棉花布局的利弊做一些粗浅分析。

山西的两大棉区,晋南与晋中,有一个共同点,这两个棉区,既是棉花集中产区,又是粮食集中产区,既是商品棉基地,又是商品粮基地(晋南是麦、棉产区,晋中是杂粮、麦、棉产区)。不同之处是,晋南棉区的气候条件有利于棉花生长发育,但晋南棉区的水地比晋中棉区少,旱地

棉田比率比晋中棉区大,假如北棉南移,把晋中几十万亩棉花转移到晋南,这些棉花可能有多少面积安排到水地是值得考虑的。如果不能把较多棉田安排到水地,那么晋中几十万亩水地棉花转移到晋南,其中相当多数是放到旱地,这对全省棉花生产竟有多大好处,是需要认真研究的。此外,棉区南移后,晋南扩大了几十万亩棉花,就要相应减少粮田面积(主要是小麦面积)。为了平衡全省小麦生产,晋中势必相应扩大麦田,实行棉花南下,小麦北上。晋中水利条件比较优越,水地小麦单产也较高,但自70年代以来,小麦面积逐步扩大,水肥条件较好的灌区麦田已扩大到相当程度(约占田总面积的50%~80%),进一步扩大麦田的潜力当然是有的,但已不会很大。因此,从全省角度看,小麦北移,麦田面积能落实到什么程度,对全省小麦生产能有多大好处,也是值得慎重考虑和研究的。

棉花生产布局的调整,对整个农业来讲,是牵一发而动全身的大事。在晋南与晋中农业生产基本条件还没有得到进一步改善以前,在上述可能发生的一些问题还没有得到妥善解决之前,目前一个时期,继续保持历史上形成的晋南与晋中两大棉区,对棉粮以及整个农业生产全局可能利多于弊。

从各个方面条件看,发展山西特早熟棉区也是可能的。为什么是可能的呢?

(一)山西特早熟棉区的棉花生产具有一定的潜在力,该棉区有它自己的优势,农业生产基本条件较优越,土地平坦肥沃,水利资源较丰富,80%以上棉田具有灌溉条件(井灌河灌或井河两灌)。该棉区也有它自己的劣势,气候条件不利棉花生产,但不利气候因素中,也要看到气候条件的有利因素(春季气温上升快,夏季气温高,日照充足,昼夜温差大)。在棉花生产中,如能充分发扬水肥土农业条件优势之长,在栽培技术上,充分发挥气候条件的有利因素,克服不利因素,较好地解决气候条件与棉花生长发育间的矛盾,是可以使棉花获得较高产量的。从大面积生产实践看,正如前面已经提到的,该棉区在不同类型区均曾涌现出众多的棉花高产单位,而在一些水肥条件好的地方,还创造过亩产100公斤皮棉高产纪录。(二)山西特早熟棉区具有丰富而宝贵的植棉技术经验,该棉区已有近百余年的植棉历史,广大农民群众在长期的生产实践中曾积累丰富而宝贵的植棉技术经验,我们于60年代总结研究推广了《王继成植棉经验》,年推广面积达一百余万亩,经过20多年大面积生产实践考验,证明它是特早熟棉区夺取棉花早熟丰产的一项基本技术经验,受到国内外重视。此外,如河灌区交城县段村的《早、密、矮高产技术经验》,旱地区孝义下吐京《旱地高产植棉技术经验》;介休县义安沙堡村的《盐碱地植棉经验》;孝义县梧桐科研站的《梧棉三号高产技术经验》,再加近年来研究成功的《塑膜地面覆盖棉花》以及其他先进植棉技术,都具有重要的实践和理论价值。上述这些植棉技术经验,如能认真推广,对促进此类棉区的棉花生产是会起到积极作用的。(三)山西特早熟棉区开始有发展棉花生产的条件。近年来,由于农业生产责任制的落实,此类棉区的粮食生产状况已得到进一步改善,温饱问题已得到解决,农民群众迫切要求增加经济收入达小康。同时,国家又调整了售棉政策,提高了商品棉价格,调动了农民群众的种植积极性,为发展山西特早熟棉区创造了条件。

发展山西特早熟棉区也是必要的。这是因为:(一)棉花是该棉区一种重要的经济作物,农民群众历史上就是依靠种棉花来增加经济收入;(二)棉花也是该棉区的一种主要油料作物之一;(三)棉花是一项消耗地力较少的作物,是高粱、玉米等禾本科作物的良好前茬。棉花作为一项重要作物,已纳入该棉区农业轮作体系中,棉花南移,不但为当地农民群众增加经济收入带来问题,而且势必打乱该地区农作物的合理布局与轮作倒茬。

那么恢复和发展山西特早熟棉区的前景可能会是怎样的?目前,由于人口增长速度快,山

西粮食生产还不能做到富足有余,发展粮食生产是一丝一毫也不能放松的。发展粮食生产,一靠适当扩大粮田,二靠努力提高单产。为了保证粮田面积,山西特早熟棉区棉田面积不大可能恢复到历史上最大面积(100~120万亩),然而从长远考虑稳定在50万亩左右还是较为可行的。在稳定面积基础上,提高单产的潜力还是较大的,只要各方面工作赶上去,加强植棉领导,落实植棉政策,推广植棉先进技术,总产恢复或超过历史最高水平是能够实现的。因此,发展山西特早棉区应遵循稳定面积,努力提高单产的方针。

棉花高产生理研究

提要:历经8年进行14个田间栽培试验从事棉花高产生理研究,重点探索与高产有关的生理规律。本文从光合系统的物质生产角度,论述了光合物质生产量与经济系数,叶面积动态发展与光强分布,棉株含氮物质代谢水平与叶绿素含量,可溶性糖含量与蕾铃脱落等生理规律及达到高产水平的生理模式。

关键词:叶面积指数 净同化率 光强分布 叶绿素

1 生物产量与收获指数

在植物生活中具有极其重要意义的光合作用是指植物自大气中吸收 CO_2 ,并通过根部吸收水分,经由叶子叶绿体中的叶绿素利用太阳光能以合成糖类、淀粉等有机物质。进行光合作用合成有机物质是植物干物质生产的基础。农作物的干物质生产总量(生物学产量)又是形成经济产量的基础。此外,干物质在植株各部位的分配比例(营养器官/生殖器官)也是影响经济产量的重要一环。Donald 采用收获指数(HI)作为[产量:总重量]比率,并指出产量(Y_{econ}) = 干物质总生产量(Y_{biol}) $\times$ 收获指数(HI)。研究棉花高产途径首先要考虑的是增加生物产量,在增加生物学产量基础上提高收获指数(经济系数)。对棉花高产栽培试验进行了生物产量和收获指数(经济系数)的相关分析,结果表明($n=48$),生物产量与经济产量呈中度正相关,相关系数 $r=0.59$,达极显著水准。直线回归方程为 $Y=34.04+0.1x$,回归系数 $b=0.1$ 。生物产量增加50公斤,经济产量相应增产5公斤皮棉。在特早熟棉区棉花亩产100公斤皮棉,生物产量应达每亩750公斤。

据各年试验结果,经济系数之平均值为13.8%,即每50公斤生物产量,出皮棉6.9公斤。分析结果表明($n=48$),经济系数与经济产量呈高度正相关,相关系数 $r=0.67$,达极显著水准,即经济系数高,其经济产量亦高。经济系数之高低与光合产物之积累与分配有密切关系。在特早熟棉区增加生殖器官干物质之早期积累对提高经济系数有重要意义。

2 叶面积指数与净同化率

2.1 叶面积指数

叶面积指数的阶段性变化:生长分析法认为:干物质生产量 = 叶面积指数 $\times$ 净同化率。这个学派学者们大体一致的见解是“叶面积的大小能够强烈左右着植物生长量”。棉花在田间呈群体状态生长,由叶子总体构成光合作用系统。在光合作用系统中叶面积的发展动态是影响生物产量和经济产量的一个重要因素。从试验结果看,特早熟棉区棉花叶面积指数的阶段性变化规律如下:

苗期至初花期叶面积指数小,叶面积指数范围,初蕾期0.2~0.3,盛蕾期为0.4~0.9,初花期为1.1~2.2,至盛花期达最大值为1.9~3.2,盛铃期以后又有所减小,为1.7~2.5。棉花不同生育阶段叶面积指数与生物产量及经济产量的相关关系不同,初蕾期相关不大,盛蕾期至初花期有正相关趋势,但未达显著水准,盛花期相关密切,当叶面积指数小于3,二者呈高度正相关,并达极显著水准,即叶面积指数大,生物产量和经济产量亦高,但当叶面积指数大于3时,

二者虽呈正相关趋势,但不达显著水准。盛铃期二者仍表现出密切的相关关系,及至末铃期二者间的相关已不大。

表 1 棉花不同生育阶段叶面积指数与经济产量的相关

生育阶段	试验编号	叶面积 指数范围	与经济产量 相关系数 (r)	与生物产量 相关系数 (r)
初蕾期	试验 1	/	/	/
	试验 2	0.2~0.3	-0.45	0.06
	试验 3	/	/	/
盛蕾期	试验 1	0.2~0.4	0.17	0.45
	试验 2	0.4~0.7	0.18	0.21
	试验 3	0.6~0.9	0.03	0.33
初花期	试验 1	/	/	/
	试验 2	1.1~1.7	0.16	0.15
	试验 3	1.7~2.2	0.24	0.28
盛花期	试验 1	1.0~2.1	0.92	0.99
	试验 2	1.9~2.8	0.56	0.93
	试验 3	2.6~3.2	0.24	0.45
盛铃期	试验 1	1.3~2.4	0.79	0.87
	试验 2	1.7~2.1	0.46	0.91
	试验 3	2.0~2.5	0.16	0.79
末铃期	试验 1	1.0~1.7	0.27	0.53
	试验 2	1.3~1.8	0.01	0.37
	试验 3	/	/	/

表 2 盛花期最大叶面积指数与经济产量的相关

试验编号	最大叶面积 指数范围	与生物产量相 关系数(r)	与经济产量相 关系数(r)
试验 1	1.0~2.1	0.99	0.92
试验 2	1.9~2.8	0.93	0.56
试验 3	2.8~3.2	0.45	0.24
试验 4	1.5~2.3	0.99	0.99
试验 5	1.5~2.4	0.90	0.71
试验 6	2.2~2.8	0.78	0.87
试验 7	1.6~2.4	0.67	0.87
试验 8	2.4~3.2	0.63	0.96

盛花期最大叶面积指数与经济产量的相关如下 ($n=53$, 10 个试验):

最大叶面积指数 经济产量 (皮棉 公斤/亩)

$$\bar{x} \pm t 0.05 S \bar{x}$$

1.0~1.5 (平均 1.3) 40.4 ± 7.8

1.6~2.0 (平均 1.9) 49.7 ± 18.4

2.1~2.5 (平均 2.4) 69.2 ± 28.2

2.6~3.0 (平均 2.9) 79.4 ± 16.7

3.1~3.5 (平均 3.2) 71.3 ± 12.2

3.6~4.0 (平均 3.8) 70.4 ± 2.7

从以上结果可以明确:棉花在盛花期间最大叶面积指数保持在 3.0 左右较适宜,经济产量可达每亩 100 公斤皮棉。

2.2 净同化率

干物质生产量 = 叶面积指数 $\times$ 净同化率。净同化率也是光合性能中影响生物产量和经济产量不可忽视的一个因素。分析结果表明:盛花期最大叶面积指数与净同化率呈中度负相关,相关系数 $r = -0.47$, 达极显著水准。为获高干物质生产量,需求得叶面积指数与净同化率之最大相乘积。

在盛花期间最大叶面积指数与净同率相关如下 ($n=35$, 4 个试验)

最大叶面积指数 净同化率 (克/米²/日)

$$\bar{x} \pm t 0.05 S \bar{x}$$

1.16~1.45 (平均 1.36) 5.684 ± 1.552

1.60~2.07 (平均 1.87) 4.894 ± 2.178

2.10~2.58 (平均 2.37) 3.547 ± 2.111

2.70~3.05 (平均 2.89) 3.537 ± 2.264

3.11~3.37 (平均 3.21) 3.783 ± 2.710

从以上结果可以明确:棉花在盛花期叶面积指数保持在 3.0 左右,其叶面积指数与净同化率相乘积可得最大值。

3 群体叶面积与光强分布

太阳辐射是农作物进行光合作用之能源。农作物群体在生育初期光的透射率一般较高,随着生育进程的进展,生长愈加繁茂,光的透射率便显著降低。

照射到农作物群体表面的光在透进叶层内部过程中,随着叶层加深,光照强度趋于显著减弱。门司和佐伯 (Monsi 和 Saeki) 认为:“任何群体中相对光照强度均自上层向下层呈指数函数减低”。我们于盛花期群体叶面积指数达最大时期测定了群体内相对光照度,结果表明:行间平均相对光照度,中上层均较强,至下层则急剧减弱。

棉花群体内相对光照度,特别是下层光照度与叶面积指数有密切关系,分析结果表明 (4 个试验 $n=21$), 盛花期最大叶面积指数与下层行间光照度呈高度负相关,相关系数 $r = -0.7$, 达极显著水准。盛花期最大叶面积指数愈大,下层行间平均光照度亦愈低。相关关系如下:

最大叶面积指数 下层平均光强 (为自然光%)

$$\bar{x} \pm t 0.05 S \bar{x}$$

1.6~2.0 (平均 1.8)	7.63±2.34
2.1~2.5 (平均 2.4)	4.96±3.15
2.6~3.0 (平均 2.9)	4.60±2.77
3.1~3.6 (平均 3.4)	4.13±1.24

棉花群体下层光照强度强烈地影响着生在棉株中下部内层圆锥部位蕾铃的脱落。当群体下行行间平均光照强度低于自然光4%以下，棉株中下部内层圆锥部位蕾铃脱落即显著增多。自然光之4%上下的行间平均光照强度可以认为是确保下部蕾铃的最低光照度。棉花的现蕾开花顺序是由下往上，由里往外，呈圆锥形上升。在无霜期短的特早熟棉区棉株中下部蕾铃开花吐絮早，是形成产量的骨干蕾铃，具有重要经济价值。确保中下层蕾铃是夺得棉花早熟高产的关键。当棉花群体下层行间平均光照度恰恰处于确保棉株中下层蕾铃之最低光照度时，该群体的叶面积可能就是最适叶面积。具有这样叶面积的群体光合作用系统（盛花期最大叶面积指数在3.0左右）下、中、上各部位蕾铃脱落相对较少，生物产量和经济产量可达最大值。

表3 群体光强分布

植株密度 (株/亩)	盛花期最大叶面积指数	群体光强分布 (自然光%)	
		上 层	下 层
8000	2.60	20.6	7.1
10000	3.15	20.2	5.9
12000	3.06	18.5	4.6

注：上层为植株2/3高度以上。

下层为植株1/3高度以下。

4 含氮物质与叶绿素含量

4.1 含氮物质

棉株体内含氮物质的代谢制约着营养生长与生殖生长，影响经济产量。棉株叶片含氮物质的阶段性变化规律是：初蕾期和盛蕾期含量较高，全氮含量分别为4.41%~4.76%和4.10%~4.79%，花期以后开始降低，初花期为4.03%~4.29%，盛花期为3.53%~4.27%。末花期降至3.05%~3.25%。

棉花不同生育阶段，叶片全氮含量水平的高低与经济产量的相关关系不同。生育前期相关不大，至初花期呈负相关趋势，但未达显著水准；至盛花期相关密切，当叶片全氮含量<4.2%时，二者间呈高度正相关，并达显著水准；但当叶片全氮量>4.2%时，二者则呈高度负相关。表明盛花期叶片全氮含量水平高，则同化产物积累增多，经济产量也相应增高，然而当叶片全氮水平过高(>4.2%)，则同化产物用于营养生长多而减少对生殖生长的供给，经济产量也趋于降低。

盛花期叶片全氮含量与经济产量的相关关系如下 ($n=57$, 10个试验):

叶片全氮含量 (%) 经济产量 (皮棉公斤/亩)

$$\bar{x} \pm t 0.05 S_{\bar{x}}$$