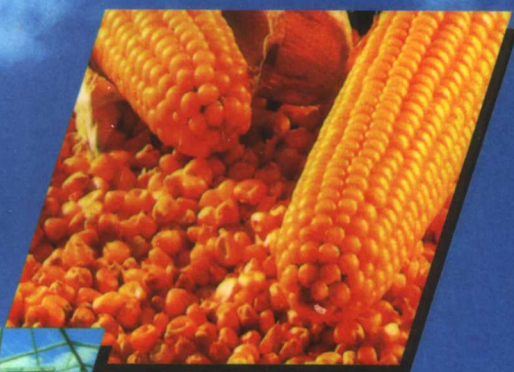


高产 优质 高效

农业气象技术研究

王春乙 于系民 编著



气象出版社

高产、优质、高效 农业气象技术研究

王春乙 于系民 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书是作者在研究“两高一优”农业气象问题和方法的基础上,参考国内外有关文献总结出来的技术材料。主要包括玉米品种气候落区、农业气象种植技术、温室大棚、农业规划、种植结构、农业气候资源开发优先级以及农业气象灾害预测分析与对策等七章。

本书主要供农业气象科技人员阅读,也可供大专院校农业气象、气候、农学、蔬菜、植保、数学等专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

高产优质高效农业气象技术研究/王春乙,于系民编著

北京:气象出版社,1998

ISBN 7-5029-2461-2

I. 高… II. ①王… ②于… III. 农业气象 IV. S16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 02558 号

高产、优质、高效农业气象技术研究

王春乙 于系民 编著

责任编辑:苏振生 终审:纪乃晋

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号 邮编 100081)

北京富瓷快速印务有限公司印刷

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:9.5 字数:235 千字

1998 年 1 月第一版 1998 年 1 月第一次印刷

印数:1-900

ISBN 7-5029-2461-2/S·0322

定价:14.50 元

前 言

本书为“九五”中国气象局重点课题“半干旱半湿润地区(辽宁朝阳市两高一优(高产、优质、高效)农业气象试用模式”研究的部分成果,是全体课题组成员经三年努力完成的。

“两高一优”农业气象技术,是一个很重要、很广泛的论题。事实上,它是利用各种最新的农业气象理论与技术方法为“两高一优”农业生产与农业经济运筹服务的,从而使农作物高产,使其产品优质并提高生产效率的综合集成技术,它不同于以往学科分得过细的农业气象的种种技术方法。因为农业气象科学技术发展到今天,已不只是简单的农业气象观测、预报、农业气候资源分析与区划,而是利用自然科学和现代技术中一切可以利用的先进手段,完善农业气象科学本身,并以此为“两高一优”农业发展提供大量的多层次的优质、高效服务。这也可说是农业气象科学技术本身的“两高一优”。“两高一优”的农业气象技术是随着“两高一优”农业的发展而发展的。“两高一优”农业不断地给农业气象工作者提出各种各样的问题。为了尽快地解决这些问题,需要农业气象工作者多方努力。

作为一种尝试,本书编著者深入东北、华北交界的半干旱半湿润地区,同当地的农业气象工作者以及相关专业的同志们一起进行考察、定点试验研究并利用数学分析、计算数学、概率统计、随机过程以及运筹学等新方法新技术处理“两高一优”农业气象问题。在外业工作的基础上,作了大量的计算工作,并把零星积累的论文、报告加以整理。从中发现:“两高一优”农业气象技术概括起来可以分为两个方面:一方面,充分挖掘并利用一个地区的农业气候资源,如作物品种最优落区的农业气候诊断、规范化的农业气象种植技术以及为作物创造优良的人工小气候环境等措施,使气候资源在高产、高效、优质农业中最大限度地发挥作用;另一方面,尽量减轻气象灾害对“两高一优”农业的危害和威胁,用农业气象的高新减灾技术来保卫“两高一优”农业,尤其是尽可能确切地提出治本的减灾策略。在目前,农业尚离不开自然气候的时代,对上述两项任务,农业气象工作者必须付出极大的努力。我们所做的工作远不能满足社会之需。但毕竟做了这几年的工作,愿把它写出来。本书所描述的成果,对常规的公知公用的方法与技术不多予涉及,而用有限的篇幅讲些新的技术,这些都是从“两高一优”农业生产实践中提炼出来的,经过定性与定量的分析与综合集成,形成理性认识,又反过来回到实践中去。在这个过程中,我们试用概率统计、计算数学、规划论、马氏过程、模式识别及控制论中的有关方法同现代规范化栽培、数值天气预报、种子基因与气象等结合起来,旨在发挥学科交叉优势,服务于“两高一优”农业这个主题。

本书由王春乙、于系民执笔完成。关福来、任喜山、金广涛、张宝玺、梁群、张富荣等多位同志参加了部分试验与研究,最后由王春乙统稿。

鉴于“两高一优”农业气象问题涉及面广,而编著者的知识与能力很有限,加上成书时间较短,书中缺点、错误在所难免,望广大读者及时指正。

编著者

1997年12月

目 录

前 言

第一章 朝阳市高产优质玉米新品种最佳气候落区的优化诊断	(1)
§ 1 玉米良种非等密度气候诊断试验	(1)
§ 2 玉米良种等密度气候诊断试验	(9)
§ 3 依盛夏雨量和相对湿度确定玉米良种气候落区.....	(12)
§ 4 北票玉米品种气候诊断田间试验结果.....	(13)
§ 5 喀左玉米品种气候诊断田间试验结果.....	(15)
§ 6 品种气候落区的风险决策方法.....	(16)
第二章 朝阳市配套组合的农业气象种植技术	(19)
§ 1 春小麦节水灌溉试验研究.....	(19)
§ 2 K 系春小麦规范化栽培	(21)
§ 3 沟植垄盖一膜两用技术.....	(23)
§ 4 玉米增产的综合农业气象技术.....	(25)
第三章 朝阳市温室大棚“两高一优”农业气象技术	(35)
§ 1 辽西农气(LXAM)式日光温室的设计原理、增温效果及茬次利用	(35)
§ 2 优化调控的育苗技术.....	(41)
§ 3 保护地蔬菜优良品种的诊断试验与推广.....	(54)
§ 4 保护地优化栽培技术.....	(60)
§ 5 保护地内黄瓜炭疽病与气象环境关系试验.....	(64)
§ 6 保护地产品市场建设的优化选址.....	(65)
第四章 朝阳市农业发展规划研究	(70)
§ 1 农业系统的环境辨识.....	(70)
§ 2 对人口、劳动力、耕地、水资源的预测,提高农业规划的可信度.....	(72)
§ 3 规划方案及目标的确立.....	(75)
§ 4 农业发展的措施及实施建议.....	(78)
第五章 朝阳市种植业结构调整优化模型研究	(81)
§ 1 引言.....	(81)
§ 2 种植业系统及环境分析.....	(81)
§ 3 朝阳市种植业结构调整优化模型.....	(88)
§ 4 结果分析.....	(97)
第六章 朝阳市农业气候资源开发利用优先级的确定	(102)
§ 1 层次分析法简介	(102)
§ 2 构造判断矩阵及确定开发优先级	(103)
§ 3 结语	(106)
第七章 朝阳市农业气象灾害预测分析及减灾对策	(107)
§ 1 作物气象灾害风险性分析的蒙特卡罗方法	(107)
§ 2 抗灾气象产值的概念、计算方法及相应转移概率.....	(114)

§ 3	甘薯生育期温度灾害条件的句法模式识别	(122)
§ 4	玉米抗灾的农业气象模式分析	(124)
§ 5	以抗灾为目标的农林小气候改善随机化试验模型	(130)
§ 6	用马氏决策规划寻求温室病害防御的气候调节方案	(134)
§ 7	粘虫气象预报经济效益的两类估算	(140)

第一章 朝阳市高产优质玉米新品种最佳气候落区的优化诊断

§ 1 玉米良种非等密度气候诊断试验

一、引言

优良品种在玉米增产中的作用,历来为农业专家和社会各界重视。近 10 多年来,玉米产量猛增,利用良种无疑是其中的重要因素。为夺取一年的好收成,农民总是尽早选购良种。如果在当地买不到适宜品种的种子,则行程百余里乃至数百里去外地购买。80 年代中后期,江西农民来东北买玉米种子,就是一例。但是,在某一年份,针对具体气象条件,究竟选用什么品种最为合适呢?这是一个难题,而又必须及时回答的难题;必须在买种子之前就要给出答案。这是一个牵涉品种自身特征和气象条件的问题。单纯从农业技术方面,或单纯从气象上,都不能回答这一问题。而由农业气象工作者对此作专门的试验研究最为合适。由于玉米育种工作者的努力,玉米新品种在不断涌现,其产量和品质都在不断提高,一些退化的老品种,正在被逐步淘汰,即品种在变化;与此同时,各年的天气气候条件也是不一样的。这两个方面的变化,导致品种气候诊断的复杂性。玉米品种的增产性、优质性和抗逆性,主要取决于它的基因,优质品种总是以它的优质基因为基础的。玉米品种的最大弱点是其基因狭窄性。这种狭窄的基因基础,一般会使优良品种的抗逆性随着时间的推移而减弱,使产量不稳定。一些著名的玉米专家(如中国农业科学院佟屏亚研究员、沈阳农业大学顾慰连教授)曾指出:全世界种植的玉米完全像一座倒转的金字塔,它是建立在极少数的几个亲本系的基础之上,一旦遇到异常天气和病虫害袭击,则后果严重,显著减产。在玉米的栽培史上,本世纪 70 年代,由气象条件诱发的美洲突如其来的叶斑病使具有 T 型雄花不育细胞质的杂交玉米遭到毁灭性减产。此后,许多生物学和农业专家注意到丰富玉米遗传多样性的重要意义,十分注意培育抗逆性强的品种。经过多年努力,杂交玉米的种质基础有所好转。但直至近几年,就大范围而言,抗逆性仍然很有限。1988 年,美国玉米种植区的持续干旱,使玉米减产 40%,使 1988 年成为自 1930 年以来在美国首次出现的粮食消耗量超过粮食生产量的年份。为了保障产量的稳定,应尽可能合理地选用不同气候类型(如半干旱半湿润气候区)条件下的适宜良种。但是,以往由于受经典农业气象教材的束缚,农业气象业务观测与试验研究不太重视品种的基因特性。前些年,在辽宁以致全国,种植面积较大的丹玉 13 品种(组合 MO17×E28)获大面积增产效果。但到 90 年代初,已显现出其遗传基因狭窄性与气象环境协调中的某些弱点,如 1990 年,7~8 月份雨水多、湿度大,导致严重的大斑病,明显减产,以致 1991 年铁岭市(当时包括现已划归沈阳的康平、法库)不再提倡种植丹玉 13,而提出“817”工程(铁单 8,铁育 1,沈单 7)的品种利用的导向;但在夏季雨量、雨日较少且湿度较小的朝阳地区,仍提倡种植丹玉 13。这说明,同一品种在不同气候条件下的抗逆效果是不一样的。本试验即在普遍调查的基础上,在对凌源气候可能适宜的玉米品种(杂交组

合)中选出 7 个有代表性的品种,并观察其作物物候特征与产量表现,结合当年气象条件提出凌源适种玉米品种的气候诊断结果。

一、材料与方法

试验地点:凌源市凌源镇

试验时间:1993 年 4~12 月

供试品种:美国 DK656、6107×丹 340、掖单 13、7352×丹 340、丹玉 13、10904×丹 340、沈单 7。将这 7 个品种按 3 次重复随机排列,在 21 个小区中种植。小区布局为:

A	B	C	D	E	F	G
C	E	A	F	B	G	D
F	D	G	C	A	E	B

每小区面积约 27 平方米,密度因品种而异。按每^{*}株数折算为:美国 DK656,3316.8 株/亩;6107×丹 340,3316.8 株/亩;掖单 13,3316.8 株/亩;7352×丹 340,3316.8 株/亩;丹玉 13,3316.8 株/亩;10904×丹 340,3316.8 株/亩;沈单 7,2270.3 株/亩。上述密度系按当地土肥条件下的实有密度设计,照一般密度水平要偏低。试验地土壤为沙壤土,肥力比较均匀,肥力水平偏低,属于中低产田的土壤肥力水准。5 月 4 日播种,每亩施土粪 2200 千克。间苗两次,定苗时间为 6 月 2 日。人工中耕除草两次,分别在 6 月上旬和 6 月下旬完成。各品种收获期不一样。物候期观测以中国气象局发布的现行《农业气象观测规范》为标准。

二、结果与分析

1. 各生育期农业气象条件评价

(1)播种—出苗期

现将该发育期间各品种气象条件列于表 1.1。

表 1.1 播种~出苗期气象条件

品 种	项 目		播 种 日	出 苗 日	平 均 气 温	最 低 气 温	降 水 量	降 雨 日 数	日 照 时 数
	值		(月·日)	(月·日)	(℃)	(℃)	(mm)		(h)
丹玉 13			5.4	5.15	16.9	5.2	6.2	3	101.5
7352×丹 340			5.4	5.15	16.9	5.2	6.2	3	111.9
10904×丹 340			5.4	5.15	16.9	5.2	6.2	3	101.5
掖单 13			5.4	5.15	16.9	5.2	6.2	3	101.5
美国 DK656			5.4	5.15	17.0	5.2	6.2	3	111.9
沈单 7			5.4	5.15	17.0	5.2	6.2	3	111.9
6107×丹 340			5.4	5.15	16.9	5.2	6.2	3	101.5

• 注 1 亩=666.7m²

温度条件:由于玉米是喜温作物,播种~出苗期要求较高温度,种子发芽温度下限为6~7℃。本试验期间5月4~16日极端最低气温5.2℃,日平均最低地温12.2℃,10厘米日平均最低地温为12.7℃,均出现在5月4日。期间的平均气温16.9℃,能满足出苗需要,故从播种到出苗的持续时间为11~12天,属于正常。其中丹玉13、10904×丹340、掖单13、6107×丹340四个品种在5月15日出苗;美国DK656、7352×丹340和沈单7在5月16日出苗。该期间最低气温为5.2℃,未构成对种子发芽出苗的危害。

水分条件:在播种前的5月3日测定的土壤湿度(5厘米深12.2%,10厘米深14.5%,20厘米深16.5%)完全能够满足播种期间种子发芽对土壤水分的需要;播种至出苗期间,有3天下雨,降水总量为6.2毫米,由于玉米在此期间需水量较少,故能满足要求。

(2)出苗—三叶期

温度条件:此阶段为营养生长阶段的初期,需要较高的温度,以满足玉米的地上部分及地下部分生长的需求。这阶段的持续时间除沈单7为4天外,其余均为3天,平均气温比上一阶段高4~6℃,7352×丹340美国DK656和沈单7为23.0℃,其余品种为20.9℃。最低气温12.4℃,比上一阶段高5.2℃。

水分条件:此阶段没有下雨,但因植株矮小,需水量少,加之前期有一定降水,所以对玉米的生长发育没有不利的影响。5月18日测定的上层(0~5厘米深)土壤湿度较低,仅有6.5%,但5厘米以下各层土壤湿度较适宜,10~50厘米土壤湿度分别为13.1%、17.4%、16.9%、14.7%以及13.9%,对根系发育有利。此阶段玉米的涝害指标为23.0%的土壤湿度。可见,在本试验中,玉米在出苗至三叶期不会发生涝害。

现将该发育期内各品种气象条件列于表1.2

表 1.2 出苗—三叶期气象条件

项 目 品 种	出 苗 日 (月·日)	三 叶 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (℃)	最 低 气 温 (℃)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉13	5.15	5.18	3	20.9	12.4	0.0	0	33.0
7352×丹340	5.16	5.19	3	23.0	12.4	0.0	0	35.1
10904×丹340	5.15	5.18	3	20.9	12.4	0.0	0	33.0
掖单13	5.15	5.18	3	20.9	12.4	0.0	0	33.0
美国DK656	5.16	5.19	3	23.0	12.4	0.0	0	35.1
沈单7	5.16	5.20	4	23.0	12.4	0.0	0	43.1
6107×丹340	5.16	5.18	3	20.9	12.4	0.0	0	33.0

(3)三叶—七叶期

温度条件:此阶段仍处于营养生长阶段。各品种的发育期持续日数均为16天。七叶期出现在6月3~5日,这种差异是由三叶期出现得迟早所至。该16天的平均气温是20.8~20.9℃,最低气温是7.1℃。

水分条件:这16天的时间内,共有2天下雨,雨量为29.0毫米。5月18日测定的5、10、20、30、40和50厘米深的土壤湿度依次为6.5%、13.1%、17.4%、16.9%、14.7%和13.9%,而雨后的6月4日(相当于七叶期)的土壤湿度明显提高,尤其是上层提高得较快。5厘米深提高8.9%(15.4%~6.5%),10厘米深提高3.7%(16.8%~13.1%)。这样的土壤水分条件,对玉米的生长发育也是有利的。

光照条件:此期间,日照对玉米的生育开始显示出重要性。据蒙代斯(Monteith,1965)和冯·艾特萨姆(Van Ittersum,1972)、雷赫纳与库克(Leihner and Cock,1977)的研究,日照时间在12小时以上,对玉米的光合作用有利。在凌源地区,每日实际日照时数大多数品种为9.9小时,而美国DK656品种为8.6小时,均比要求的日照时数(12.0小时/日)要低。

现将该发育期内各品种气象条件列于表1.3

表 1.3 三叶—七叶期气象条件

项 目 品 种	三 叶 日 (月·日)	七 叶 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (°C)	最 低 气 温 (°C)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	5.18	6.3	16	20.9	7.1	29.0	2	159.5
7352×丹 340	5.18	6.4	16	20.8	7.1	29.0	2	158.3
10904×丹 340	5.18	6.3	16	20.9	7.1	29.0	2	159.5
掖单 13	5.18	6.3	16	20.9	7.1	29.0	2	159.5
美国 DK656	5.19	6.4	16	20.8	7.1	29.0	2	138.5
沈单 7	5.20	6.5	16	20.9	7.1	29.0	2	155.4
6107×丹 340	5.18	6.3	16	20.9	7.1	29.0	2	159.5

(4)七叶—拔节期

温度条件:此阶段,玉米正值营养生长阶段的后期。大多数品种的玉米的发育期持续日数均为33天;只有新组合7352×丹340为32天。平均气温一般为21.9°C;而沈单7品种,由于“七叶”和“拔节”两个发育期到来的日期均较迟,平均气温为21.8°C。此期间的温度条件,对于玉米的地下部分与根系的生长发育都是比较有利的。此阶段的最低气温为12.6°C。

现将该发育期内各品种气象条件列于表1.4

表 1.4 七叶—拔节期气象条件

项 目 品 种	七 叶 日 (月·日)	拔 节 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (°C)	最 低 气 温 (°C)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	6.3	7.6	33	21.9	12.6	101.2	15	296.3
7352×丹 340	6.4	7.6	33	21.9	12.6	101.2	15	285.0
10904×丹 340	6.3	7.6	33	21.9	12.6	101.2	15	296.3
掖单 13	6.3	7.6	33	21.9	12.6	101.2	15	296.3
美国 DK656	6.4	7.7	33	21.9	12.6	101.2	15	285.0
沈单 7	6.5	7.8	33	21.8	12.6	101.2	15	291.4
6107×丹 340	6.3	7.6	33	21.9	12.6	101.2	15	296.3

水分条件:在这30多天的时间内,雨日为15~17天,美国DK656和沈单7所经历的雨日分别为16和17天,所获雨量分别为107.1毫米和108.0毫米,比其他品种的101.2毫米要多一些。在此发育期前后,有两次测墒。6月4日测定的5、10、20、30、40和50厘米深的土壤湿度依次为15.4%、16.8%、18.0%、18.3%、17.1%和17.0%;7月7日测定的相应墒情分别为19.8%、20.3%、19.0%、18.6%、17.2%和16.4%。这种有利的墒情条件,主要是降雨条件较好所致。

光照条件:日照时数为285.0~296.3小时,日平均大约为8.6~9.0小时,这个条件对于

光合作用不十分有利。此期间以日照时数 12 小时以上最为有利,所以实际日照只满足较高光合效率的 75% 左右。

(5) 拔节—孕穗期

温度条件:从这一阶段开始,玉米要求较高的温度,以 24~26℃ 为宜。丹玉 13 和沈单 7 品种发育期持续日数均为 8 天,7352×丹 340 等 5 个品种的持续日数为 7 天。平均气温在 22.0℃~22.6℃ 之间,比要求的温度低 1.5~3.5℃。此阶段的最低气温为 15.5℃。

水分条件:在此发育期间,雨日为 4~5 天,即就平均情况而言,至少在两天之内就有一天下雨;各品种玉米所获降雨量在 56.9~63.4 毫米之间,美国 DK656 获 56.9 毫米,沈单 7 获 60.5 毫米,其他品种均获 63.4 毫米。在此阶段,上述降水量和雨日都算是比较合适的,所以土壤湿度条件较好:7 月 7 日测定的 5、10、20、30、40 和 50 厘米深的土壤湿度分别为 19.8%、20.3%、19.0%、18.6%、17.2% 和 16.4%;7 月 14 日(孕穗日前后)测定的相应值分别为 16.6%、18.8%、19.8%、20.3%、19.9% 和 20.3%。

光照条件:此期间日照时数在 43.5 和 58.8 小时之间。接受日照时数最多的是沈单 7,日平均只有 7.35 小时,按最高光合效率对日照时数的要求,只满足其 60% 左右。

现将此期间各品种气象条件列于表 1.5。

表 1.5 拔节—孕穗期气象条件

项 目 种	拔 节 日 (月·日)	孕 穗 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (℃)	最 低 气 温 (℃)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	7.6	7.14	8	22.3	15.5	63.4	5	45.0
7352×丹 340	7.6	7.13	7	22.0	15.5	63.4	5	43.5
10904×丹 340	7.6	7.13	7	22.0	15.5	63.4	5	43.5
掖单 13	7.6	7.13	7	22.0	15.5	63.4	5	43.5
美国 DK656	7.7	7.14	7	22.4	15.5	56.9	4	55.0
沈单 7	7.8	7.16	8	22.6	15.5	60.5	4	58.8
6107×丹 340	7.6	7.13	7	22.0	15.5	63.4	5	43.5

(6) 孕穗—抽雄期

温度条件:此发育阶段,玉米仍要求 24~26℃ 的温度。各品种发育期持续天数不尽相同:沈单 7 为 10 天,丹玉 13 为 9 天,美国 DK656 为 8 天,其他品种均为 7 天。平均气温在 21.9℃~22.8℃,比适宜温度低;所经受的最低气温 15.5℃。

水分条件:在此发育期间,雨日为 4~5 天,也就是说,就平均情况而言,至少在两天之内,就有一天下雨,各品种玉米所获降雨量在 54.9 和 63.4 毫米之间,此发育期的后期(7 月 21 日)测定的 5、10、20、30、40 和 50 厘米深的土壤湿度分别为 20.9%、21.2%、20.4%、19.2%、18.9% 和 18.8%。

现将该发育期内各品种气象条件列于表 1.6。

表 1.6 孕穗—抽雄期气象条件

项 目 品 种	孕 穗 日 (月·日)	抽 雄 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (°C)	最 低 气 温 (°C)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	7.14	7.23	9	22.6	15.5	63.4	5	45.0
7352×丹 340	7.13	7.20	7	22.8	15.5	63.4	5	43.5
10904×丹 340	7.13	7.20	7	22.8	15.5	63.4	5	43.5
掖单 13	7.13	7.20	7	22.8	15.5	63.4	5	43.5
美国 DK656	7.14	7.22	8	22.8	15.5	56.9	4	55.0
沈丹 7	7.16	7.26	10	21.9	15.5	60.5	4	58.8
6107×丹 340	7.13	7.20	7	22.8	15.5	63.4	5	43.5

(7) 抽雄—开花期

温度条件:此发育期是玉米要求较高温度的阶段。各品种持续天数 3~4 天。平均气温在 20.7~22.1°C 之间:美国 DK656 为 20.7°C,丹玉 13 为 20.9°C,沈单 7 为 21.3°C,其他品种均为 22.1°C。此阶段的温度条件未达到要求的指标(24~26°C)。

水分条件:这个时期,玉米植株正值旺盛生长阶段,对水分要求较高。由于前期降水条件和土壤含水量较为适宜,所以这 3~4 天降水对玉米生育尚可基本满足,没有构成“干旱”的威胁。沈单 7 品种,由于该发育期到来较迟(7 月 26 日~29 日),所获降水量 62.0 毫米,雨日 3 天,即处于该发育阶段时,每天都赶上下雨,丹玉 13 和美国 DK656 两个品种雨日均为 2 天,雨量分别为 6.6 毫米和 6.0 毫米。其他品种的玉米,只经过一个雨日,雨量均为 0.3 毫米。

表 1.7 抽雄—开花期气象条件

项 目 品 种	抽 雄 日 (月·日)	开 花 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (°C)	最 低 气 温 (°C)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	7.23	7.26	3	20.9	15.7	6.6	2	16.5
7352×丹 340	7.20	7.24	4	22.1	15.7	0.3	1	25.8
10904×丹 340	7.20	7.24	4	22.1	15.7	0.3	1	15.8
掖单 13	7.20	7.24	4	22.1	15.7	0.3	1	25.8
美国 DK656	7.22	7.25	3	20.7	15.7	6.0	2	12.0
沈单 7	7.26	7.29	3	21.3	18.6	62.0	3	8.9
6107×丹 340	7.20	7.24	4	22.1	15.7	0.3	1	25.8

光照条件:各品种所经日照时数不完全相等。沈单 7,由于赶上雨日,三天总日照时数只有 8.9 小时,平均每天不足 3 小时;美国 DK656 和丹玉 13 分别为 12.0 小时和 16.5 小时;其他品种的玉米均为 25.8 小时,日平均 6.45 小时。总之,此阶段的日照时数都较短,按光合作用的要求是不足的。

现将该发育期内各品种气象条件列于表 1.7。

(8) 开花—吐丝期

温度条件:一般说来,此阶段要求的适宜温度为 22°C~24°C。各品种玉米此发育期持续天数 1~2 天。平均气温在 20.7°C~21.8°C;10904×丹 340 和掖单 13 均为 20.7°C,丹玉 13 为

20.9℃, 7352×丹 340 和 6107×340 为 21.1℃, 美国 DK646 为 21.5℃, 沈单 7 为 21.8℃。总的来说, 此期间的环境温度略低于玉米所需求的适宜温度。

水分条件: 玉米在此发育期仍需一定量水分才可满足生长发育的需要。但此期间, 持续日数只有 1~2 天, 雨日也只有 1~2 天, 除沈单 7 持续两天, 只有一天接受降雨外, 其他品种每天都有降水, 故 7 月 21 日测得的较好的土壤水分条件至此发育期(7 月 25~31 日)仍可维持。此期接受雨量最少的品种为美国 DK656, 0.9 毫米; 接受雨量最多的品种为丹玉 13, 50.3 毫米。

光照条件: 此发育期历时日数较少, 日照时数不太均衡。最少的为 10904×丹 340 和掖单 13, 都是 1.6 小时; 最多的为沈单 7, 1.8 小时。

现将该发育期内各品种气象条件列于表 1.8。

表 1.8 开花—吐丝期气象条件

项 目 品 种	开 花 日 (月·日)	吐 丝 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (℃)	最 低 气 温 (℃)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	7.26	7.28	2	20.9	18.6	50.3	2	2.7
7352×丹 340	7.24	7.26	2	21.1	17.6	6.6	2	9.3
10904×丹 340	7.24	7.25	1	20.7	17.6	5.7	1	1.6
掖单 13	7.24	7.25	1	20.7	17.6	5.7	1	1.6
美国 DK656	7.25	7.26	1	21.5	17.9	0.9	1	7.7
沈单 7	7.29	7.31	2	21.8	17.7	11.2	1	11.8
6107×丹 340	7.24	7.26	2	21.1	17.6	6.6	2	9.3

(9) 吐丝—乳熟期

温度条件: 此期间平均气温为 21.7~21.8℃, 对于各品种来说, 均略低于最适温度范围。持续日数为 24~26 天, 其中沈单 7 品种为 24 天, 掖单 13 品种为 26 天, 其余均为 25 天。

水分条件: 此期间各品种经受的雨日为 10~14 天不等: 沈单 7 为 10 天, 10904×丹 340 为 14 天。降雨量为 57.4~129.1 毫米, 各品种接受雨量不等, 最少为沈单 7, 57.4 毫米, 其次是丹玉 13 为 77.9 毫米, 其他均大于或等于 128.2 毫米。由于此时期玉米对水分利用量较少, 所以一般说来, 该期水分条件尚可满足要求。

光照条件: 此期间各品种接受的日照总时数在 174.7~192.7 小时的范围内, 每天平均只有 7~8 个小时, 按张镜湖研究给出的规律, 日照时灵敏每天在 14 小时以上为宜。可见日照时数对于光合作用来说, 尚不能很好满足。

现将该发育期内各品种气象条件列于表 1.9。

表 1.9 吐丝—乳熟期气象条件

项 目 品 种	吐 丝 日 (月·日)	乳 熟 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (°C)	最 低 气 温 (°C)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	7.28	8.22	25	21.7	11.6	77.9	11	192.7
7352×丹 340	7.26	8.20	25	21.7	11.6	128.2	13	174.7
10904×丹 340	7.25	8.19	25	21.7	11.6	129.1	14	178.8
掖单 13	7.25	8.20	26	21.7	11.6	128.2	13	182.4
美国 DK656	7.26	8.20	25	21.7	11.6	128.2	13	174.7
沈单 7	7.31	8.24	24	21.8	11.6	57.4	10	187.1
6107×丹 340	7.26	8.20	25	21.7	11.6	128.2	13	176.7

(10) 乳熟—成熟期

温度条件:在此发育期,玉米需要 20°C 以上的温度。实际温度 18.7~19.6°C,可以说略低于 20°C,其中沈单 7 为 18.7°C,使籽粒灌浆较缓慢,丹玉 13 为 19.1°C,其他品种虽不足 20°C,但在大于或等于 19.5°C 的温度条件下,故基本可满足籽粒灌浆的要求。

水分条件:根据 Shaw 的研究,在此发育期内,每日水分利用量明显减少。本试验在此发育期持续 27~29 天的时间内,雨日为 5~6 天,降雨量 40.6~43.0 毫米,可满足生长发育之需要。

光照条件:由于晴好天气较多,日照尚较充足,尽管比适宜的日照时数少些。日照时数为 261.3~264.9 小时。

现将该发育期内各品种气象条件列于表 1.10。

表 1.10 乳熟—成熟期气象条件

项 目 品 种	乳 熟 日 (月·日)	成 熟 日 (月·日)	持 续 日 数	平 均 气 温 (°C)	最 低 气 温 (°C)	降 水 量 (mm)	降 雨 日 数	日 照 时 数 (h)
丹玉 13	8.22	9.19	28	19.1	5.5	43.0	6	262.4
7652×丹 340	8.20	9.17	28	19.5	5.5	43.0	6	261.3
10904×丹 340	8.19	9.17	29	19.6	5.5	43.0	6	264.9
掖单 13	8.20	9.17	28	19.5	5.5	43.0	6	261.3
美国 DK656	8.20	9.17	28	19.5	5.5	43.0	6	261.3
沈单 7	8.24	9.20	27	18.7	5.5	40.6	5	261.8
6107×丹 340	8.20	9.17	28	19.5	5.5	43.0	6	261.3

2. 凌源市气候条件下各品种产量差异

在相似的管理条件下,同样气候条件下,单点产量差异应是品种—气候诊断的主要目标之一。本试验给出的结果是:按产量从高到低的次序,排列为:

- (1) 美国 DK656, 871.7 千克/亩;
- (2) 6107×丹 340, 792.5 千克/亩;
- (3) 掖单 13, 787.3 千克/亩;
- (4) 10904×丹 340, 763.3 千克/亩;
- (5) 7352×丹 340, 761.4 千克/亩;
- (6) 丹玉 13, 722.8 千克/亩;
- (7) 沈单 7, 696.8 千克/亩。

在凌源,产量表现最好的品种为美国 DK656,它比产量次高的 6107×丹 340 每亩多产 79.2 千克,按 0.60 元/千克计,每亩多产值 47.5 元。如果推广,效益将会很大。但直到目前,该品种每年的制种量很少,目前尚无法在凌源推广。而产量排第三位的掖单 13,应加大推广力度,其制种量在当地和全国都是很大的。至于 6107×丹 340,在此次试验中,虽比掖单 13 亩产高出 5.2 千克,但据在邻县试验,产量很不稳定,故暂不宜大力推广。其余 4 个品种(杂交组合),产量不高,在凌源最好不种。其中,目前在凌源种植较多的为丹玉 13,最好用掖单 13 取代之。

3. 本地试验与外地对比

在这一题目下,我们主要讨论沈单 7 和丹玉 13 两个品种。

沈单 7 品种,在各地表现不一样。在沈阳和锦州地区产量很高,在凌源和建平两县(市)的产量低于在同样条件下试验的其他品种,在建平的产量很低。在喀左和北票产量居于中等。关于沈单 7 品种在朝阳地区各县的适宜性,尤其是在北票和喀左两县,尚需进一步研究。

丹玉 13 是一个在国内推广面积很大,统治时间较长的品种。近年在辽北等地逐渐被其他一些新品种所取代,但在辽西种植面积仍较大。据观察和利用降水、湿度资料的分析,朝阳地区各县盛夏湿润状况不利于大斑病,所以发病较轻,其他优良特性易表现出来。但在凌源,丹玉 13 的产量居于第六位,不宜继续推广,因为在该市至少有五个优良品种(杂交组合)产量高于该品种,尽管丹玉 13 的产量不算低(722.8 千克/亩)。

4. 问题讨论

在凌源的试验,观测较细,品种间对比比较好,气象数据分析也比较准确。但由于我们在大田条件下进行试验,种植、管理等条件不可能保证很一致,加之试验面积较小,会有一定误差,这只有通过以后的试验、观察予以补充。同时,在诊断的全过程中,不是单纯考虑试验数据这一项内容,还要调查、考察全社会品种利用的大概情况,为此作者调查、访问了一些有经验的农业技术人员和农民。

§ 2 玉米良种等密度气候诊断试验

选用高产、抗逆、耐密的优良品种(杂交组合),是玉米增产的关键措施之一。在自然气候条件较差的地区,各品种的玉米对干旱、水涝以及病害等自然灾害的抗性,是玉米作物产量能否稳定的重要条件。玉米增产的经验和技术路线是现代科学技术与传统精细的农业技艺的结合。由于玉米种质水平的提高和相应的现代模式化栽培技术的发展,近 10 多年来玉米产量的大幅度提高,这一事实是社会各界公认的。我们在 1961 年和 1993 年,即在不同年代的有代表性的田间试验工作,是分别针对农家品种和新的杂交组合的等密度试验。由于年代和品种各异,两者产量相差很大;在同年代,各品种间也存在一定差异。从农家品种到杂交品种的转变,无疑是玉米显著增产的重要原因。著名玉米专家、中国农业科学院佟屏亚研究员指出(见 1995 年 5 月 1 日科技日报):我国玉米杂种优势在遗传增益中起 20%~24% 的作用。但是,这种增益作用,须有适宜的气象条件作为保障。以往的试验给出的许多事实表明:同一杂交品种栽培于不同气候条件下,其生长、发育、抗旱性、抗病性、抗风性以及最终产量,往往有差异,有时甚至相差很多。为能较好地掌握各玉米品种气候适应性的特异规律,我们在辽宁最西部的建平县作过考察与试验。现仅就杂交品种运用前后的两个有代表性的、试验材料比较完备的年份加以分析。

一、材料和方法

为方便起见,我们对 1961 年和 1993 年两个试验年份,分别加以叙述。

1. 1961 年的试验

供试品种:辽农 2、辽农 8、辽农 25、白马牙、金皇后

田间设计:采用顺序排列法,重复三次,小区长 10 米、宽 4 米、行距 0.5 米,株距 0.5 米,小区面积 40 平方米,区组间距 1 米,四周设有保护行。折合密度为每亩 1668 株。试验地设在建平县农业科学研究所东马场地。试验地与气象观测场距离 500 米,故农业气象平行观测资料有效。前茬作物为高粱,产量中等水平。1960 年秋天,木犁合拢,整地细致。

2. 1993 年的试验

供试品种(杂交组合):6107×丹 340、7352×丹 340、10904×丹 340、掖单 13、丹玉 13、沈单 7、铁单 8。

田间设计:7 个品种按随机法排列,三个重复,行长 10 米、行距 0.45 米,每小区 6 行,小区面积 27 平方米,区组间距 0.8 米,周围设保护行。折合密度为每亩 3371 株。试验地点为建平县农业科学研究所东马场地。试验地与气象观测场距离 500 米,故农业气象平行观测资料有效。试验地为沙质黄壤土,肥力均匀。前茬作物为西瓜,产量中等水平,于 1992 年秋季机翻,耕层深度为 25 厘米,早春起垅一次。5 月 11 日播种时,每亩施用土粪 2000 千克。间苗两次,定苗时间为 6 月 4 日、6 月 12 日、6 月 26 日,进行两次人工中耕除草,4 月 29 日灌溉一次。播种时,种子拌甲磷每亩 2 千克,以便防御地下害虫。9 月 26 日收获。

二、结果与分析

1. 各品种表现的一般情况

1961 年,建平县是一个大旱年。虽然 5~9 月总降水量 341.7 毫米,但其中的 5~6 月只有 114 毫米,当时作物品种抗旱能力差,所以表现出春旱严重。6 月份降水量只有 35.9 毫米,月平均气温 22.1℃。由于春旱严重,关键生育期雨水少,致使幼苗生长缓慢,孕穗和灌浆期水分不足,影响了产量。但因各品种玉米抗旱能力有差异,减产程度也有差异。按照小区试验结果,折合的每亩产量,最高者为辽农 8 号,最低者为金皇后。具体排序及每亩产量如下:

- (1)辽农 8:270 千克;
- (2)白马牙:262 千克;
- (3)辽农 2:259 千克;
- (4)辽农 25:214 千克;
- (5)金皇后:186 千克。

2. 杂交种增产优势及杂交种间差异分析

与非杂交种(1961 年试验为代表)相比较,1993 年(杂交品种试验的代表年份)在同样的气候条件下种植的玉米,增产优势是很明显的。就供试品种的平均产量而言,杂交种(7 个品种的平均值)为 779.1 千克/亩,非杂交种(5 个品种的平均值)为 238.2 千克/亩。前者是后者的 3.2 倍以上。非杂交种内部极差为 84 千克,杂交种内部极差为 773 千克。这说明:在相同的气候条件和生产水平下,杂交种之间产量差异很大,非杂交种之间差异小。所以说,在品种利用的过程中,对于杂交种来说,品种气候诊断的重要性远远超过非杂交种。品种选得是否适应当地气候条件,产量可能相差 1500 多市斤,这是远超过当地一般产量的数字!因此,坚持多年做品种

的气候诊断试验,及时地总结当年及前期多年的试验成果,并以此指导次年的品种选择,是非常必要的。

3. 紧凑型杂交玉米在半干旱半湿润气候区应用,表现出明显的优势

1993年试验指出:紧凑型杂交种玉米品种掖单13,在本试验中,居7个品种的产量之冠,亩产1059.4千克,是在本此试验中产量表现最差的品种沈单7的3.7倍。掖单13的品种组合为478×丹340,属于中晚熟大穗紧凑型杂交种。在建平县叶柏寿地区,于5月11日播种,9月5日成熟,9月10日收获,全生育期为122天。建平南部的热量和水分条件基本上可满足其生长发育的需要。在该地,玉米生育期内,大风次数较少。该品种玉米虽然植株较高,但穗位较低,在当年试验的7个品种,穗位高度居中等水平(120厘米),比原产地莱州(掖县)高出35厘米,但由于建平风小,所以未倒伏。秃尖率为33.3%,果穗秃尖长度比为0.03。无论是秃尖率或者是秃尖长度比,在7个供试品种中,掖单13均为最低者。本试验的产量比品种首创人李登海1990年在莱州所创高产记录(1096千克/亩)只低36.6千克。按照李登海的技术,每亩以4500株为创高产的密度指标;本试验密度为每亩3371株,相当于标准株数的74%,每亩少1129株。在建平,如果加大密度,尚可能增加亩产。

4. 同一品种的玉米在不同气候条件下产量有明显差异的原因初探

据我们在辽宁省的铁岭、沈阳和锦州地区的调查、田间试验结果:沈单7品种(5003×E28)表现优良,增产效果显著。但是在建平,该品种产量明显偏低。其主要原因是建平较锦州地区干旱(大气干旱、土壤干旱),且水肥条件较差。沈单7是喜肥品种,如果水分条件和土壤肥力条件较差,在进行具体的品种—气候诊断之前,只能依据1988年和1990年辽宁省和全国品种审定意见来了解该品种。关于沈单7品种的适宜地区,审定结论是:“沈单7号适应性广,在辽宁、山东、河北、山西和四川等省均可推广种植”。这个结论,其实只能说明广阔范围的大概情况。且不说上述5个省份,即使在辽宁省,该品种使用的结果也有很大差异。经以往的大范围调查和本年度的小区试验,说明在锦州地区表现极好的沈单7品种,在建平是不宜采用的。如果不具体分析和试验,人们可能会认为锦州和建平同属辽西,用外推法而引用沈单7品种,如果真的这样做了,就会导致十分错误的结论。

5. 关于密度试验问题

密度、叶片株型和太阳光能利用,这些问题,国外的玉米气象专家早就有试验与理论研究,在1980年世界气象组织召开的玉米气象会议上就有这方面的论文发表。等密度试验是针对具体气候条件,考察耐密程度的一种手段。在建平地区,掖单13等几个品种按每亩3371株的密度种植,生长、发育和产量表现很好,说明该密度在该地气候条件下较适宜。耐密性是紧凑型玉米的优势。而沈单7品种属于非紧凑型玉米,是不耐密的。

6. 品种抗旱性问题

在半干旱半湿润地区,品种的抗旱性是增产的关键。1961年运用的品种,抗旱能力很差;而1993年的杂交品种均有较好的抗旱性能,尽管品种间有相当程度的差异。在今后的选择和气候诊断中,进一步考察品种抗旱能力的差异是有意义的。这种进一步的品种和气候诊断,须从农业气象基本方法出发,多作分析研究,而不能局限于品种审定结论上,因为品种审定都是在定名时完成的,当时只能给出一个定性概念,而未给出能比较的定量结论。

三、小结与讨论

在生产水平、管理等条件相对稳定的前提下,使气候成为相对重要的变化条件的品种—气