

吉林省玉米高产区分高产高效栽培技术与生理指标研究

第三报 公顷产量 11250kg 需要的环境条件与高产潜力分析

吉林省玉米双高栽培技术课题组

(吉林省农科院玉米所等,公主岭 136100)

摘要 通过对吉林省玉米高产区分 1978~1993 年 16 年的小区试验及高产示范田的产量结果分析,明确了公顷产量达到 11250kg 所需的环境条件是:上等肥力平地 5~9 月积温 2900~2950℃·日、降水 370~400mm,岗平地 2900~2950℃·日、400~450mm,平洼地 3000℃·日、370~400mm;中上肥力岗平地 2950~3000℃·日、450~500mm;1060~1232 小时日照能满足高产需要。在吉林省具备上述自然条件的玉米面积 50 万公顷左右,主要集中在长春、四平地区。其产量潜力可达到公顷 13000kg。

关键词 玉米 栽培技术 生理指标 产量 环境条件

在吉林省玉米高产区分,种植耐密型玉米,采用综合配套技术,公顷产量突破了 11250kg⁽¹⁾。达到这个产量水平需要什么样的环境条件、目前全省具备所需条件的玉米面积有多少、近期可能达到的产量水平有多高、进一步提高产量的潜力有多大等,已成为农业生产部门所关心的议题。研究和讨论这个问题,对怎样充分利用自然资源、如何进行物质投入和技术投入,去实现高产再高产具有重要意义。本文就玉米双高栽培技术课题组 1990~1993 年不同环境条件下的产量结果,和玉米所栽培研究室 1978~1993 年的玉米产量资料,对上述问题进行分析。

1 材料与方 法

玉米双高栽培技术课题组的试验,是在吉林省中部玉米高产区分公主岭市的刘房子、陶家屯、杨大城子、省农科院及四平市农科所试验地进行的。每个试验点的试验连续 3~4 年(短期定位),土壤均为黑土。地力、地势为:上等肥力平地、岗平地、平洼地,中上等肥力岗平地。在 1990~1993 年 4 年间分别经历了

平温湿润、高温偏旱、低温干旱和平温偏旱年。1992 年玉米生育期间干旱,5~9 月自然降雨仅 370.3mm,比常年 492.8mm 少 122.5mm,7 月上旬 0~50cm 耕层水分明显减少,岗平地为 10%,平地为 14%,玉米出现萎蔫现象。于 7 月中旬(雌穗小花分化末期)和 8 月中旬(籽粒灌浆中期)进行两次补水灌溉,总灌水量相当于 70~90mm 自然降水。主要营养元素施用量:N220~330、P₂O₅ 80~100、K₂O150~160kg/ha。

省农科院玉米所栽培室 1978~1993 年产量资料,均是省农科院试验地的试验结果。试验地为上等肥力平地,无灌溉。

2 结果与分析

2.1 公顷 11250kg 所需自然条件

对几年获得公顷 11250kg 所处的地势、地力、土壤及不同年份的气候条件进行分析,其结果是:

本文由尹枝瑞、王国琴执笔,在撰写过程中,李维岳先生给予了指导。课题组主要成员:李维岳、尹枝瑞、何志、张宽、张大光、王国琴等。

上等肥力平地,玉米生育期间(5~9月,下同)需积温 2900~2950℃·日、降水 370~400mm,岗平地 2900~2950℃·日、400~450mm,平洼地 3000℃·日、370~400mm;中上等肥力岗平地 2950~3000℃·日、450~500mm。生育期间 1060~1232 小时的日照,可以满足高产需要。

在自然降水分布正常的年份,上等肥力平地、岗平地、平洼地,5~9月 370mm 降水,中上等肥力岗平地 450mm 降水能满足公顷 11250kg 产量需要的结论,通过 1992 年补水

灌溉结果得到进一步证实。即 1992 年玉米生育期间自然降雨 370mm,在上等肥力平地、岗平地无灌溉条件下,获得了公顷 11765~11250kg 的产量,在平地上灌水无增产作用,表明 370mm 水分够用;中上等肥力岗平地,灌水后连同自然降水,总水量达到 438.8mm,公顷产量由不灌溉的 10245kg 提高到 11505kg,说明这种地力、地势下必须有 450mm 水分才能满足高产的需要;在上等肥力平洼地上,灌水无增产作用,表明 370mm 降水,对产量没有限制作用(表 1、2)。

表 1 不同环境条件下玉米的产量水平 (产量:kg/ha)

年 份 与 气 候 地 力 与 地 势				上 等 肥 力		中上等肥力		平 均
				平 地	岗平地	平洼地	岗平地	
5~9月	积温(℃·日)	降水(mm)	日照(h)					
1990	2973.9	506.3	1059.5	12820	11548	10950	11863	11795
	平温湿润							
1991年	3024.1	429.8	1232.4	11486	10490	11922	8961	10715
	高温偏旱							
1992年	2899.8	370.3	1161.4	11765	12152	9450	10245	10903
	低温干旱							
1993年	2977.2	419.1	1155.6	11979	11330	10022	9750	10770
	平温偏旱							
平 均	2968.7	431.3	1152.2	12013	11380	10586	10205	11046
年份间变化	-2.3~	-14.1~	-8.0~	-4.4~	-7.8~	-10.7~	-12.2~	-3.0~
幅度(%)	+1.9	+17.4	+7.0	+6.7	+6.8	+12.6	+16.2	+6.8

注:1971~1993年平均,5~9月积温 2954.1℃·日,降水 492.8mm,日照 1213.2h。

表 2 高产玉米需水量以及与地势地力的关系(1992年) 水量(mm),产量(kg/ha),效率(kg/mm)

项 目 地 点	地 力 地 势	水 量					产 量			耗水量		水分效率	
		灌 水			自然 降雨	水分 总量	灌水	未灌水	灌水增产 (%)	灌水	未灌水	灌水	未灌水
		大口期	灌浆中期	总量									
省农科院 试验地	上等肥力 平 地	42.9	50.0	92.9	370.3	463.2	11617.5	11625.0	0.0	642.8	388.1	1.67	2.00
四平市农科所 试验地	中上等肥力 岗平地	38.5	30.8	68.5	370.3	438.8	11505.0	10245.0	12.3	428.0	377.4	1.79	1.81
陶家屯 试验点	上等肥力 平洼地	62.5	0.0	62.5	370.3	432.8	9598.5	9675.0	-0.1	—	—	—	—

注:灌水量(mm):用 1m³ 水/亩≈1.5mm 推算。

耗水量(mm):播种前土壤水分+自然降雨-收获时土壤水分(含土壤蒸发)

播种前、收获后土壤水分计算公式 $w = v \cdot d \cdot h \cdot 0.1$ 式中 w 土壤水分(mm), V 土壤湿度(%), d 土层平均容重(g/cm³), h 土层厚度(m)

在吉林省玉米高产区上等肥力平地、岗平地上,一般年份可满足公顷 11250kg 的产量水平对养分、温度与水分的需要,年际间产量稳定。而在上等肥力平洼地上,只有在高温

年份,中上等肥力岗平地,只有在湿润年份才有可能满足公顷 11000kg 以上产量的需要,这两种地力、地势条件下,年际间产量不够稳定,其主要原因是,平洼地积温不足,岗平地

水分欠缺。

要求的土壤肥力指标是:0~20cm 耕层有机质 2~3%,碱解氮 105~150mg/kg,速效磷 20~30mg/kg,速效钾 105~150mg/kg (表 3)。

表 3 公顷产量 11250kg 要求的土壤肥力

养分产量 肥力地 势	有机质 (%)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	最高产量 (kg/ha)
平 地	2.737	147.05	24.32	151.10	12820
上等肥力 岗平地	1.980	120.24	28.71	125.10	12150
平洼地	2.788	135.35	24.68	135.21	11922
中上肥力 岗平地	1.890	105.00	21.68	104.21	11863

注:表中为 0~20cm 耕层养分含量。

2.2 吉林省玉米主产区自然条件

2.2.1 气 候

吉林省玉米主产区位于本省中部,气候条件好,绝大多数市县常年 5~9 月积温、降水、日照能满足玉米高产需要(表 4)。

积温:5~9 月积温较高,除东丰县不足 2800℃·日、伊通县不到 2850℃·日以外,其余各市县均在 2856~3005℃·日之间,2850℃·日以上市县的积温平均为 2918℃·日。

降水:降水量比较充沛,除大安、前郭、扶余 3 市县降水不足 400mm 以外,其它各市县均在 400~550mm 范围之内,400mm 以上市县降水量平均为 485.6mm。

日照:本区日照充足,各市县均在 1155~1405 小时之间,平均为 1250 小时。

表 4 吉林省玉米主产区各市县气候条件及玉米面积

市 县	辽源	公主岭	梨树	伊通	双辽	东丰	四平	榆树	农安	德惠	九台	双阳	长春	大安	前郭	扶余	长岭	综合状况
5~9月 积温(℃·日)	2888.6	2961.8	2977.0	2827.4	3004.6	2766.3	2958.7	2856.0	2888.3	2887.3	2891.4	2876.0	2888.3	2931.0	2918.8	2925.0	2922.0	2850℃·日以上的市县平均积温 2918.32℃·日;
降水(mm)	537.0	472.6	483.3	501.3	400.7	542.2	550.4	490.5	446.2	461.7	485.2	511.7	505.5	368.0	396.8	375.8	410.2	400.0mm 以上的市县平均降水 485.6mm;
日照(h)	1155.0	1229.0	1227.0	1162.0	1357.0	1202.0	1259.0	1218.0	1189.0	1251.0	1225.0	1164.0	1221.0	1405.0	1355.0	1303.0	1323.0	2850℃·日及 400mm 以上日照 1234.3h;
面积(万公顷)	共计 160 万公顷																	2850℃·日及 400mm 以上面积 116.0 万公顷

吉林省西部地区(白城、洮安、通榆等),5~9 月积温高(2900~2990℃·日)、日照足(1340~1400 小时),只是自然降水少,不足 370mm,水分不足成为本区玉米产量提高的主要限制因素之一。

东部地区(吉林、通化、延边等)降水充沛,玉米生育期间基本在 530~600mm,个别市县达到 700mm,产量不高的主要原因是热量不够,5~9 月积温仅 2600~2800℃·日。

2.2.2 土 壤

土壤类型:吉林省玉米主产区,地势平坦,大面积连片。主要土壤类型是黑土,还有

少量的河淤土及零星分布的黄土(表 5)。黑土层厚达 30~60cm,有机质含量丰富,自然肥力高,旱涝保收,可耕性好,适宜玉米生产,产量稳定。

土壤肥力分级与面积:依据《吉林省土壤志》^[4]的土壤肥力分级与面积,四平、长春地区肥沃高产稳产 1 级土壤(本文称之为上等肥力土壤)面积为 53.75 万公顷,占该区总耕地面积 24.56%;肥沃高产稳产 2 级土壤(中上肥力)47.83 万公顷,占总耕地面积 21.86%;白城地区土壤肥力偏低,1 级仅占 7.59%,2 级占 19.84%(表 6)。

表 5 吉林省玉米主产区各市县主要土壤类型与面积 (单位:万公顷)

地 区 土壤类型	辽源	公主岭	梨树	伊通	双辽	东丰	四平	榆树	农安	德惠	九台	双阳	长春	大安	前郭	扶余	长岭
黑土类	1.59	19.97	4.88	1.01	1.46	0.21	0.38	20.38	25.89	19.57	12.23	6.35	7.13	2.96	3.82	16.53	8.04
河淤土类	0.38	1.89	1.80	0.91	0.85	0.09	0.18	1.35	1.44	1.63	1.00	0.24	1.16	2.55	3.00	4.81	0.09
黄 土 类	—	—	4.61	2.63	—	2.26	0.82	0.46	—	—	0.85	2.70	0.12	—	—	—	—

注:表中数字分别摘自《吉林省土壤志》表 16-1、17、24-1。

表 6 吉林省玉米主产区土壤肥力分级与面积

(万公顷)

地 区	分 级 面 积	总耕地面积	其中 1 级		其中 2 级		其中 3 级	
			面积	占总面积%	面积	占总面积%	面积	占总面积%
四 平 地 区		94.59	9.84	10.4	15.41	16.29	26.22	27.72
长 春 地 区		124.23	43.91	35.35	32.42	26.10	11.90	9.58
白 城 地 区		132.14	10.03	7.59	26.22	19.84	29.09	22.01
总 计		350.96	63.78	18.17	74.05	21.10	67.21	19.15

注:表中总面积与分级面积摘自《吉林省土壤志》表 27;肥力分级数字越大,表示肥力越低。

2.2.3 气候与土壤均都适宜的玉米面积

吉林省玉米主产区(四平、长春地区和松原市等)玉米面积 160 万公顷,其中 5~9 月积温 $2850^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 以上、降水 400mm 以上的玉米面积 116 万公顷(表 4)。依《吉林省土壤志》不同肥力等级耕地面积占总耕地面积的百分比(表 6)计算,长春、四平地区 116 万公顷玉米面积中:1 级肥力(上等肥力)玉米面积为 26.59 万公顷,2 级肥力(中上肥力)为 23.18 万公顷,1、2 级总面积为 49.77 万公顷。

2.3 吉林省玉米高产区的最高产量

用吉林省农科院试验地良好条件下(高肥、黑土、平地,常年 5~9 月积温 $2954.1^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 、降水 492.8mm,日照 1213.2 小时),选用

高产品种,采用最佳技术措施,16 年的小区试验以及高产示范田的产量结果进行说明。

2.3.1 最高产量

小区试验 在 1978~1993 年 16 年间,产量呈上升趋势;在 1978~1982 年 5 年期间,产量水平较低,最高公顷产量不过 9500kg,平均为 8500kg;1983~1987 年 5 年期间,产量水平有较大提高,基本稳定在 10500kg 水平上下;从 1988 年开始,产量突破了 11000kg;进入 90 年代(从 1990 年开始到 1993 年),平均产量接近 12500kg 水平,最高产量出现在 1990 年,公顷产量达到 13563kg(表 7)。

表 7 吉林省玉米主产区 1978~1993 年小区试验最高产量

年 份	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
产量(kg/ha)	9250	9445	8980	7435	7517	10476	10770	10025	10878	10850	11663	11009	13563	11563	12975	12675
平 均	8525					10600					11336		12444			

注:小区面积 $56\sim 70\text{m}^2$,去掉边际效应,收获面积 $20\sim 23\text{m}^2$ 。籽粒含水量 18%。

高产示范田 在 1978~1993 年期间也呈上升趋势,即 1978~1982 年期间产量水平较低,公顷产量在 7000~8000kg 范围内,到 1983 年超过了 9000kg,进入 90 年代,超过 11000kg,最高产量出现在 1992 年,达到了 12225kg(表 8)。

2.3.2 产量提高的原因

品种因素 1983 年以前种植的品种主要是吉单 101,生育期较短(出苗~成熟 120 天左右),而且是稀植型的,适宜密度为公顷 4.5 万株,产量潜力不大。从 1984 年开始,一些半耐密(如吉引 704)及耐密型玉米(如掖单 13、掖单 51、吉单 209 等)相继种植,密度由公顷 4.5 万株提高到 5.5 万株左右,充分利用了自然资源,发挥了群体的增产优势。

施肥水平 在 1978~1993 年 16 年间,施肥水平呈上升趋势。1989 年前公顷施氮量 112.5~150kg、 P_2O_5 45~75kg,不施钾肥和锌肥。从 1990 年施肥量开始增加,公顷施氮量增加到 220~300kg、 P_2O_5 75~90kg、 K_2O

表 8 高产示范田最高产量

年 份	产量(kg/ha)	地 点
1990	11548	刘房子
1991	11484	陶家屯
1992	12225 11250	杨大城 陶家屯
1993	11874	杨大城

* 籽粒含水量 18%;最高产量面积 2000~3000 m^2 。

90~150kg,并施用锌肥。施肥量增加使高产品种的产量潜力得到发挥。

栽培技术 根据品种果穗(雌穗)大小、植株繁茂程度、株型特点以及生育期长短确定适宜密度;根据需肥规律确定主要营养元素施用量与比例;底肥深施,提高肥料利用率;精耕细种,提高植株与果穗整齐度等。

从1978~1993年的气候条件看,5~9月的积温、降水、日照,在年际间没有趋势性变化,而此期的产量水平却呈上升趋势,特别是在1992年积温 $2900^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$,(常年 $2954^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$)、370mm自然降水(常年492.8mm)的条件下,小区试验与高产示范田的公顷产量分别达到12975kg和12225kg。说明产量逐年提高的主要原因在于科技进步,不在于气候条件。

2.4 进一步提高产量的潜力

2.4.1 自然条件潜力

气候条件 借助公主岭1990和1992年的气候条件与产量水平,来分析吉林省玉米主产区气候条件的产量潜力。1990年公主岭为高温湿润年,小区与高产示范田最高公顷产量分别达到13563kg、11548kg;1992年为低温干旱年,小区与高产示范田最高产量分别达到12975kg、12225kg。吉林省玉米主产区玉米生育期间气候条件逊于公主岭1990年(积温低 $56^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$,降水少20mm),优于1992年(积温高 $19^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$,降水多100mm),日照充足,表明吉林省玉米主产区的气候条件具有公顷13000kg以上的产量潜力(表9)。

表9 吉林省玉米主产区气候条件与产量潜力

项目 区域年份	最高产量(kg/ha)		5~9月气候		
	小区	小面积示范	积温 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$)	降水 (mm)	日照 (h)
公主岭 1990	13563	11548	2973.9	506.3	1059.5
公主岭 1992	12975	12225	2899.8	370.3	1161.4
吉林省主产区 常年	—	—	2918.3	485.6	1234.8

土壤条件 据试验示范及生产考察,在吉林省玉米主产区上等肥力地块上,公顷最

高产量超过13000kg,在中上等肥力地块上,最高产量也在12000kg以上。吉林省玉米主产区玉米面积160万公顷,其中,上等及中上等玉米面积50万公顷,占本区玉米面积三分之一。说明在吉林省玉米主产区有30%玉米面积的土壤肥力具备了公顷13000kg的产量潜力。

2.4.2 技术潜力

品种的增产潜力 近年来玉米育种速度加快,用于生产的品种数量增多,总体产量水平不断提高,这个总趋势将一直持续地向前发展,品种的增产潜力很大。

调整群体结构 研究解决增加密度与叶面积系数过大、群体内透光不良的矛盾。在肥水充足的条件下,要适当控制营养体的繁茂程度,促进生殖生长;在肥水条件较好的情况下,要选择繁茂度适中的品种。确定种植密度时,要以吐丝期最大叶面积系数合理、群体内透光良好为前提,充分合理地发挥群体的增产作用。

科学合理施肥 根据土壤基础肥力、产量指标、需肥规律、品种特性等综合因素,确定施肥数量、时期与方法。

精耕细种提高果穗整齐度 通过整地、选种、播种、田间管理、病虫害防治等一系列综合措施,将小穗株率控制在5%以内。

上述技术措施因地制宜的综合运用,能使玉米高产区良好的自然条件得到充分利用,在较短时期内,达到最高产量潜力指标。

3 讨论

在吉林省玉米高产区,上等肥力平地:高、平、低温,丰、平、欠雨年,上等肥力岗平地:高、平、低温,丰、平雨年,上等肥力平洼地:高温,平、欠雨年,以及中上等肥力:高、平温,丰、平雨年,在良好栽培条件下,种植耐密型玉米,都有可能获得公顷11250kg产量水平。

目前,我国春玉米高产纪录出现在新疆石河子,1990年亩产大面积 (下转第25页)

(上接第22页)过吨粮(15000kg/ha)。吉林省公主岭与新疆石河子相比,两地玉米播种至成熟需积温大体均为 $2900^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 左右,不同之处是,新疆日照充足、昼夜温差大,有利于干物质积累,特别是新疆人工调控灌水,玉米营养生长与生殖生长协调,有利于密植。吉林气候条件明显逊于新疆的是,玉米生产是靠自然降水,降水分布不均,春季干旱,不利保苗,夏季多雨,植株繁茂不利于密植,秋季少雨,影响灌浆。同一品种 sc-704(在吉林称吉引704)在石河子亩产过吨粮,在公主岭亩产仅700kg 上下,主要是气候条件之差造成的。

吉林省玉米主产区,1990年小区最高产量达到13563kg/ha,1992年高产示范田最高产量达到12225kg/ha。吉林省玉米主产区约有30%玉米面积的温、光、水、肥等自然条件具有公顷13000kg 的产量潜力。自然条件方

面的产量潜力需要靠科技进步、物质投入等去开发利用。

本文中的“最高产量”,运用的是小区试验及高产示范田的最高产量,其产量水平平均要高出当年,当地大面积高产田20%左右,用它来代表当时、当地产量水平,显然具有一定局限性。但它是已经实现了的产量,表明目前的自然条件、科技水平、社会因素等,基本具备了实现该产量水平的可能性,或者说已经具有了比这个产量更高的潜力。因此,比用理论产量去探讨最大产量潜力更有实践意义。

参 考 文 献

- [1] 吉林省玉米双高栽培技术课题组,吉林省玉米高产区高产高效栽培技术与生理指标研究,第一报 公顷产量11250kg 栽培技术,《玉米科学》,1994,2:5-19
- [2] 辽宁省气象局编,《辽宁省气象实用手册》,辽宁人民出版社,1981,64-65
- [3] 吉林省气象台,《吉林省农业气候手册》,1980,5
- [4] 吉林省土壤普查鉴定规划工作办公室编,《吉林省土壤志》,1959,10:84-146