

春玉米创最高产纪录栽培技术的研究

陈国平 赵久然

(北京市农林科学院, 北京 100081)

张经武 王玉林

(延庆县农业局, 北京 102100)

朱士明 孙 宝

(怀柔县农业局, 北京 101400)

卢志云 段成民

(密云县农业局, 北京 101500)

玉米是高光效的 C₄ 植物, 是自然界干物质生产能力最强的作物。1989 年全世界玉米平均亩产比小麦高 83.1 公斤 (52.3%), 比水稻高 11.3 公斤 (5%)。世界玉米最高产纪录是 1985 年美国伊利诺伊州农民华索创造的亩产 1554 公斤, 比小麦的 1013 公斤, 水稻的 1014.8 公斤高出一大截。

我国辽南、冀北、北京长城以北、晋北、宁夏河套地区、甘肃河西走廊和新疆北部灌区, 光照充足, 昼夜温差大, 是玉米最容易高产的地区。如何充分利用这些地区优越的光热资源创玉米高产, 对挖掘玉米增产潜力, 具有典型引路的现实意义。

1 材料和方法

本项研究于 1992~1994 年在北京市延庆、怀柔和密云三县同时进行。研究从单项栽培试验入手, 三年来研究了高产玉米的品种

筛选、合理密度、最适施肥量和灌溉技术等项骨干措施。每项试验一般都有两年 6 个点的试验结果, 小区面积 0.05~0.1 亩, 重复 3 次, 随机区组排列, 试验处理将在以下相关部分介绍。除品种筛选每年采用 5 个品种外, 其余三项试验均采用中晚熟种掖单 13。

在各单项试验取得初步成果的基础上, 把这些成果组装配套, 综合运用指导高产田的栽培管理, 每年年终总结经验, 使高产栽培技术得以不断改进与完善。高产田每年都组织专家验收。

2 结果与分析

2.1 高产田的产量与产量结构

由各单项栽培技术综合运用结果, 三年 12 块高产田多数平均亩产达到 1000 公斤左右, 有 7 块超过了 1000 公斤, 5 块接近 1000 公斤, 详见表 1。

表 1 春玉米高产田的产量及产量结构

地 点	面积(亩)	品种	亩穗数(个)	穗粒数(粒)	千粒重(克)	穗粒重(克)	产量(公斤/亩)
延 庆 永 宁	5.0	掖单 13	6153	564.4	339.2	191.6	1179.0
怀 柔 东 帽 湾	5.0	掖单 13	5523	602.2	369.2	222.2	1227.1
怀 柔 北 甸 子	5.0	掖单 13	6085	485.0	346.4	164.7	1001.9
延 庆 大 榆 树	5.0	掖单 13	5936	568.0	326.8	185.6	1101.9
延 庆 康 庄	5.0	掖单 13	5689	489.6	382.0	187.3	1065.7
延 庆 大 榆 树	3.5	掖单 13	4916	692.9	387.3	268.3	1319.2
延 庆 大 榆 树	1.5	京科 59	4466	700.7	392.8	275.2	1229.2

如表 1 所示, 由于大穗型的掖单 13 对密度有较强的调节能力, 每亩从 4466 穗到 6153 穗都可以获得 1000 公斤以上的高产。

三要素调节的结果, 亩穗数多则果穗小, 亩穗

数少则果穗变大。但从3块亩产1200公斤以上的情况来看,比较合理的高产产量结构是:每亩定苗5000~6000株,每亩实收4466~5523穗,尤以5000穗左右较为适宜,每穗600~700粒,千粒重370~390克,穗粒重220~270克。凡是亩穗数超过6000穗的,穗粒数和千粒重都大幅度下降,穗粒重不超过200克。

1994年延庆县大榆树两块地的高产很有启发意义。这两块地群体适应,亩穗数大体是4500~5000穗,充分发挥了掖单13穗的增产潜力,每穗达700粒,千粒重高达390克

左右。其主要原因是开花期间雨水充足,籽粒灌浆期间土壤水分适宜,光照充足,故粒多、粒重。这点告诉我们,玉米高产再高产的途径是,在确保合理亩穗数的基础上,力争增加穗粒数和提高千粒重。

在7块高产田中,产量最高的是延庆县大榆树乡1994年在3.5亩上创造的平均亩产1319.2公斤。这大概是迄今为止我国有专家正式验收的最高产纪录。

超高产田的物质投入较多,生产成本较高,但产量比一般田高出1.5倍,亩产值相应较高,故纯收益也较多,这从表2可以看出。

表2 超高产田和一般田经济效益比较

田 别	产 量 (公斤/亩)	开 支 (元/亩)							收 入 (元/亩)			纯收入 (元/亩)	
		种子	粪肥	化肥	地膜	农药	浇水	用工	合计	籽粒	秸秆		合计
怀柔东帽湾	1227.1	9.6	37.5	134.2	20.0	1.5	10.0	70.0	287.3	766.3	54.6	790.5	503.0
延庆大榆树	1319.2	7.8	30.0	195.7	—	1.5	60.0	70.0	375.0	1319.2	60.0	1379.2	1004.2
一 般 田	600.0	9.6	30.0	46.0	20.0	1.5	5.0	30.0	142.1	360.0	27.5	387.5	245.0

高产田和一般田种子、地膜、农药的费用支出是一样的,主要是肥水投入多,管理更精细,故成本要比一般田高得多。但由于产量比一般田高出1.05~1.20倍,故亩产值高出402.5~991.7元。扣除生产成本,每亩纯收益增加257.8~758.8元。可见,只有高投入,才能高产出,多收益,进行高产栽培在经济上还是合算的。

2.2 高产田的气候条件

高产田所在地区的光热资源对产量形成有决定性意义。所有高产田都位于长城以北,北纬40~41°之间,海拔300米以上。这些地区光照充足,年日照量2800小时,昼夜温差很大,虽然年降水量只有500mm左右,略感不足,但只要有灌溉条件,同样能获得高产。在这样优越的光热资源下,玉米叶片光合强度大,而呼吸消耗少,可以更有效地积累干物质。

而在长城以南的平原地区,由于光照不足,昼夜温差小,即使采用最好的栽培技术,春玉米产量也很难超过750公斤。所以,超高

产栽培应选择在光照充足,昼夜温差大的地区进行。

2.3 高产田的土壤条件

土壤肥力是作物所需养分的主要来源,所以,高产田必须选择在土层深厚,结构中等,养分含量较高的壤质土上进行。我们的高产田多数是根据这样的原则选择的。密云县不老屯高产田有机质含量1.4009%,速效磷8.131mg/kg,速效钾125mg/kg;怀柔东帽湾高产田有机质含量1.8093%,速效磷13.36mg/kg,速效钾93.44mg/kg,pH值7.15;延庆县永宁有机质含量1.86%,速效磷8mg/kg,速效钾145mg/kg。

这些高产田共同的特点是有机质和速效钾的含量都比较高,而速效磷的相对不足,可通过施磷肥而得到补充。相比之下,延庆康庄的高产田是沙土地,土壤肥力较低,即使施了大量肥料,浇了4~5水,1993年平均亩产967.6公斤,1994年达到1065.7公斤。可见,选择高肥地对获得高产的重要性。

我们认为,适于创高产的理想土壤条件

是:土层深厚的壤土,有机质含量 1.5%~1.8%,速效磷 20~30mg/kg,速效钾 120mg/kg 以上,pH 值 7。

2.4 高产田的叶面积发展和干物质积累

干物质是籽粒产量形成的物质基础,而干物质又是叶片光合作用的产物。因此,研究高产玉米的叶面积发展和干物质积累动态有重要意义。

1992 年我们曾对永宁(亩产 1179 公斤)和怀柔东帽湾(亩产 1227.1 公斤)两块高产田的叶面积和干物质积累进行了动态测定,结果见表 3。

表 3 高产田玉米的叶面积发展及干物质积累

生育期	叶 面 系 数			亩干物质(公斤)		
	永宁	东帽湾	平均	永宁	东帽湾	平均
3 叶展	0.08	0.08	0.08	11.2	—	11.2
6 叶展	0.68	0.91	0.75	123.6	160.2	141.9
13 叶展	5.51	6.07	5.79	407.0	644.3	525.7
吐 丝	7.51	7.69	7.60	866.5	920.5	893.5
吐丝后 15 天	6.68	7.46	7.07	1045.5	1288.7	1167.5
30 天	6.14	6.96	6.55	1443.4	1564.8	1504.1
45 天	5.18	5.10	5.14	1735.5	1867.8	1801.7
成 熟	1.89	2.82	2.36	2114.5	2319.6	2217.1

从表 3 看出,怀柔东帽湾的高产田叶面系数始终高于延庆永宁高产田,因而能利用光能生产出较多的干物质。就最高产的怀柔东帽湾高产田的资料看,高产玉米各生育期的适宜叶面系数是:3 叶展 0.08,6 叶展 0.8 以上,13 叶展(大喇叭口期)6 以上,吐丝期 7.6 以上,吐丝后 45 天 5.1,成熟时仍保持 2.82。这样的叶面积发展动态意味着前期叶面积上升快,提早封行,可以减少漏光损失;而吐丝之后叶片保绿期长,叶面积缓慢下降,较有利于灌浆。

以吐丝为界,玉米的一生可划分为开花前和开花后两大阶段。开花前生产的干物质少,且大多数用于器官建成;开花后生产的干物质数量大,主要用于籽粒灌浆,所以,提高花后干物质积累的比重对争取高产有重大意义。永宁高产田吐丝——成熟阶段只积累 1248 公斤干物质,占最后干物质总重的

59%;而东帽湾高产田同一期间积累了 1399.1 公斤干物质,占最后干物质总重 60.3%,生物学产量增加 205.1 公斤,籽粒产量增加 48.1 公斤。如果亩产想达到 1250 公斤以上,则总干物质产量应达到 2500 公斤以上,经济系数 0.5。高产玉米开花前后两期生产的干物质比例应该是 4:6。

2.5 高产配套技术

2.5.1 新品种筛选:

由于第一年没有经验,高产田采用的品种是生产上推广的掖单 13。与此同时,进行了三年的品种对比试验。试验采用“擂台赛”的方式,在 5 个参试品种中,每年保留前两名的品种,增加 3 个新品种。如第一年试验后,保留了掖单 13 和北农 3527,淘汰了矮秆 138、掖单 11 和唐山 285;第二年补充了北农 4027、北农 3138 和中试 8,这一年试验结果保留了掖单 13、北农 4027 和北农 3138,淘汰了中试 8 和北农 3527。1994 年的试验结果尚未出来,根据田间观察,以掖单 13 和京科 59 表现较好。

根据上述试验结果,三年的高产田一直把掖单 13 作为主栽品种,只有 1994 年在一块高产田中启用了京科 59。

试验和经验证明,创高产必须采用掖单 13、京科 59 这类紧凑大穗型的品种。因为株形紧凑可以密植,每亩定苗 5000~6000 株,方可收到 4500~5500 穗,而大穗则可以有较多的粒数和较高的粒重。掖单 13 和京科 59 每穗有 16~18 行,每穗小花数达 800 朵以上,结实可达 700 粒,而千粒重可达到 350~390 克,在亩收 5000 穗的高密度下单株产量可达到 200 克以上,亩产 1000 公斤以上是比较有把握的。

2.5.2 合理密植:

在一般产量水平的密度问题已有不少研究,但在亩产 1000 公斤以上的高产水平下究竟应种多大密度迄今未明确。为此,我们以掖单 13 为材料进行了 6 个点的不同密度试验。试验设亩种 4200、4700、5200、5700 和 6200 株等 5 个处理,小区面积 0.05 亩,重复 3 次,随机区组排列,两个试验

结果见表 4。

表 4 春玉米不同密度试验结果 (6 点平均)

密 度 (株/亩)	亩穗数 (个)	穗粒数 (粒)	千粒重 (克)	穗粒重 (克)	产 量 (公斤/亩)
4200	4200	595.8	342.0	203.2	853.6
4700	4610	567.9	332.0	188.4	868.7
5200	4938	546.3	332.2	181.3	895.2
5700	5339	524.0	321.7	168.2	897.9
6200	5576	426.0	308.2	151.9	847.0

如表 4 所示,亩穗数随密度的增加而增加,但每亩超 5700 株后增加的幅度变小,而穗粒数和千粒重则随密度的增加而有规律地下降。三个产量构成要素相互调查的结果,产量以定苗 5200~5700 株,实收 4938~5339 穗的最高。过稀、过密产量均告下降。这同农业部紧凑型玉米栽培协作组所得的结论是一致的。

表 5 不同 N、K 用量对春玉米产量的影响 (公斤/亩)

处 理 年份	N ₀ K ₀	N ₀ K ₁₅	N ₀ K ₃₀	N ₂₀ K ₀	N ₂₀ K ₁₅	N ₂₀ K ₃₀	N ₄₀ K ₀	N ₄₀ K ₁₅	N ₄₀ K ₃₀
1992	671.7	739.9	768.3	927.3	987.2	1004.1	909.1	994.5	1015
1993	743.4	792.0	851.5	847.8	862.2	777.9	884.7	844.0	906
平均	707.6	766.0	809.9	887.6	924.7	891.0	896.9	921.3	960

从表 5 看出,玉米产量以 N₄₀K₀ 处理最低,以 N₄₀K₃₀ 处理最高。N 肥的增产效果大于 K 肥。不管 K 肥用量如何,每亩施 20 公斤 N 的,比不施 N 的增产 139.9 公斤,平均每公斤 N 增产 7 公斤,但当施 N 是由 20 公斤增加到 40 公斤,增产幅度降为 25.3 公斤,平均每公斤 N 只增产 1.26 公斤。而在都不施 N 的条件下,每亩增施 15 公斤 K₂O,每亩增产 58.4 公斤,平均每公斤 K₂O 只增产 3.89 公斤;施 K₂O 量再增加到 30 公斤,每亩增产 43.9 公斤,年均每公斤 K₂O 增产 2.93 公斤。可见,高产玉米仍要重视施用 N 肥。

依据多元线性回归关系,对籽粒产量与施 N、K₂O 之间建立数学关系模式。又根据各关系系数求出导数,得出各点获得最高产量的施肥量为: N33.5 公斤, P₂O₅12.5 公斤, K₂O31.4 公斤;经济上最合算的施肥量为 N21 公斤, P₂O₅12.5 公斤, K₂O11.15 公斤。

根据上述试验结果,几年来我们提出高产田每亩定苗 5500~6000 株,实收 5000~5500 穗。但由于各地块操作上的差异,有的密度高于 6000 株,有的则少于 5000 株。从产量结果来看,仍以亩收 5000~5500 穗的产量最高,只有 1994 年延庆大榆树京科 59 因下种量少而定苗少于 5000 株的例外。

2.5.3 最佳施肥量:为了探索亩产 1000 公斤以上的最适施肥量,我们采用德国最优施肥试验设计,两因素三水平,根据过去的经验,我们把各处理的 P₂O₅ 用量都固定为 12.5 公斤, N 设亩施 0、20、40 公斤三个水平, K₂O 设亩施 0、15 和 30 公斤三个水平,共组成 9 个处理,即 N₀K₀、N₀K₁₅、N₀K₃₀; N₂₀K₀、N₂₀K₁₅、N₂₀K₃₀; N₄₀K₀、N₄₀K₁₅、N₄₀K₃₀。两年共进行 7 个点的试验,结果见表 5。

本项研究的目的是获得最高产量,故施肥量仍以争取最高产量制订,提倡每亩施 N30 公斤, P₂O₅15 公斤, K₂O20 公斤。N、K 肥之所以施得较少,主要考虑到 3000 公斤有机肥尚能提供部分养分。所有高产田大体上都按这个方案施肥,但不同地块根据地方水平也略有不同,例创全国最高产量的延庆大榆树高产田实际上每亩施 N32 公斤, P₂O₅12.3 公斤, K₂O30 公斤,微肥 1.5 公斤。

在施肥技术上,3000 公斤有机肥,全部 P、K 肥和 1/3N 肥,1.5 公斤微肥于播前底施,2/3N 肥在拔节、大喇叭口分两期追施。

2.5.4 灌溉技术:北京长城以北年降水量仅 400~500mm,经常出现春旱,初夏旱和秋旱,浇水是玉米高产的必要措施,但农民对浇水尚不习惯。为了明确春玉米浇水的增产效果及其适宜的时期,两年在三县 6 个点进行了浇水联合试验。由于春旱时不浇水根本出

不了苗,故各处理都普遍浇了底墒水,试验结果见表6。

表6 高产玉米浇水试验结果 (6点平均值)

处 理	亩穗数 (个)	穗粒数 (粒)	千粒重 (克)	产 量 (公斤/亩)
对 照	4915	470.3	292.9	665.5
拔 节 水	5102	521.9	311.4	819.2
灌 浆 水	5009	493.9	319.9	792.4
拔节水+灌浆水	5096	563.8	321.1	925.6

表6所示,浇水对三个产量构成要素都有良好的作用,其中尤以对穗粒数和千粒重的影响最为明显。浇拔节水的作用是改善穗分化阶段的水分供应,促进小花分化和授粉结实,每穗增加51.6粒或11%,同时对增加亩穗数(+3.8%)和提高千粒重(+6.3%)也有一定作用,每亩比对照增产153.7公斤或23.1%。浇灌浆水的主要作用是改善灌浆期间的土壤水分状况,有利于防止叶片早衰和提高叶片的光合能力,促进灌浆、千粒重提高27克或9.2%,而对增加穗粒数(+5%)也有一定作用,而对增加亩穗数(+1.9%)则作用甚微。

而同时浇拔节水和灌浆水的,则兼有两个时期浇水的作用,每亩增加181穗(+3.7%),每穗增加93.5粒(+19.9%),千粒重提高28.2克(+9.6%),每亩比对照增产260.1公斤或39.1%。

由此可见,浇水是实现春玉米亩产1000公斤以上的必要措施。只浇一次底墒水的,只能获得665.5公斤的产量,而浇拔节、灌浆两水的,可以得到接近1000公斤的产量。因此,在高产田的实践中,我们特别强调了要浇水。在干旱的年份,不仅是浇两水,而是浇了底墒、拔节、开花和灌浆等四水,使土壤供水始终保持良好的状态。

高产田除运用上述种、密、肥、水等骨干措施外,大部分地块还采用了地膜覆盖栽培技术。因为这些高产田都地处长城以北冷凉干旱山区,而地膜覆盖则具有增温保墒的作用。根据过去的试验,地膜覆盖可增加 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温200~300 $^{\circ}\text{C}$,可提高土壤含水量

3%~5%,增产粮食30%以上。

3 讨 论

3.1 在研究种、密、肥、水等单项措施的基础上,把各项研究成果组装配套,综合应用于指导高产田的栽培管理,取得良好的效果,多数地块亩产1000公斤左右,最高的亩产1319.2公斤,创造了我国一季春玉米最高产的纪录。

3.2 目前世界春玉米最高亩产记录是1554公斤,比我国最高产纪录尚有234.8公斤的差距。1991年9月我们曾访问了美国伊利诺伊大学参与美国创高产研究的专家。两相比较,找出我们玉米产量不如美国,主要差距是土壤肥力和种子质量。美国创高产地块的有机质含量为6%,而我们一般还不到2%;美国的玉米种子纯度都非常高,植株生长得象仪仗队一样整齐,而我国的玉米因纯度低生长参差不齐,必然会出现空秆和小穗。而在光照、昼夜温差和浇水条件方面,我国长城以北地区则优于美国。所以,今后若要想进一步提高玉米产量,就非在培养地力和种子质量上下功夫不可。

3.3 在玉米诸项增产措施中,种、密、肥、水是关键性的增产措施。良种和合理密植组成了一个能够高效率进行光合作用的群体,而肥水管理则能促进壮苗早发,使叶片尽早封行,到达高峰期后又缓慢下降,尽量延长叶片的保绿期,并高效率地进行物质生产。灌浆期间的干物质生产对籽粒产量的形成具有决定性的意义,灌浆期所积累的干物质必须占生物学总产量的60%以上。

参 考 文 献

- [1]陈国平,美国的玉米生产和高产栽培技术,第四届全国玉米栽培学术讨论会论文汇编,1992
- [2]陈国平,玉米的生产能力及三个高产技术原则,《玉米高产理论与栽培技术》,农业出版社,1992
- [3]M. Tollenaar, 探索玉米生产力的上限 Better crops, 1986, 6-8.
- [4]H. Warsaw, Heres How Herman Warsaw Produced 370bu/A Corn yield, Better crops. 1986. 12-13