

# 土壤肥力和施肥对玉米高粱生育的影响 及其早熟丰产栽培措施的探讨

李维岳 田海云 尹枝瑞

(吉林省农科院机械化耕作栽培所)

## 提 要

1977~1978年,以吉单101玉米、吉杂26号高粱为材料,研究不同肥力的土壤、施肥对其生育产量的影响,得出这两个作物在肥力较高的土壤上或施用口肥(氮磷混施或氮肥)表现抽穗(丝)早,成熟早,产量高的结果。认为提高土壤肥力和施用口肥是玉米、高粱早熟丰产的主要栽培措施之一。在选用品种上,除根据热量条件外,还必须考虑地力和施肥水平。对玉米、高粱早熟丰产的植株性状和产量构成因素进行了初步分析。

## 一、试验基本情况

试验是在我省中部黑土三种肥力水平地块上进行的。高肥力区,水解氮含量为53.023p.p.M,速效磷(吉尔萨诺夫法,以下同。)为139.053p.p.M;中肥力区,水解氮为45.980p.p.M,速效磷为74.632p.p.M;低肥力区,水解氮为36.585p.p.M,速效磷10.529p.p.M。

施肥处理有氮磷口肥(每亩硝铵17市斤,过磷酸钙17市斤混施);氮口肥(硝铵34市斤);拔节期追氮(硝铵34斤);灌浆期追氮(玉米硝铵34市斤)和开花期追氮(高粱硝铵34市斤)等处理。重复2~3次。另外,在高肥力区设有不同播种期处理。试验品种,玉米为吉单101,高粱为吉杂26号。种植密度,玉米为3200株/亩,高粱为6500株/亩。

在研究土壤肥力和施肥措施对玉米、高粱生育影响过程中,镜检了穗分化过程。吉单101玉米,雌穗生长点开始伸长期展开叶片数为8~9片;小穗分化期为10~12片;小花分化期为13~16片;雌穗伸长发育期为17~21片。吉杂26号高粱,幼穗膨大期的展开叶片数为7片;第一级分枝到第三级分枝分化期为8~12片;小穗原基分化期为13~14片;雌蕊出现、花丝出现期为15~16片;子房膨大、花序轴迅速生长期为17~20片。玉米、高粱穗分化阶段与植株外部叶片发育动态具有一定对应关系,这种对应关系一般不受土壤肥力的影响。我们用展开叶片的数目作为穗分化过程的外部形态指标。

开花授粉后,对处理间籽粒灌浆速度做了调查。选择生育整齐,抽穗(丝)期相同的植株,在抽穗(丝)后10~12天开始,每隔5天取三个果穗,玉米用穗中部50粒,高粱用

200粒籽实，调查湿重、干重，计算干物质增重情况。

## 二、试验结果

### (一) 土壤肥力对玉米高粱生育和籽粒灌浆的作用。

1、土壤肥力对玉米高粱生育速度的作用。高肥力区生育速度快，中肥力区居中，低肥力区生育慢。对肥力的反应，高粱比玉米更敏感。以1978年调查材料为例(表1)，以高肥力区为对照，玉米在中肥力区抽丝晚4天；低肥力区晚12天。高粱在低肥力区抽穗晚10天。

表1 土壤肥力对玉米高粱生育的影响 (1978年)

土壤肥力等级	作物	出苗期	抽穗(丝)期	相 差
高	玉 米	13 / 5	25 / 7	
	高 粱	16 / 5	29 / 7	
中	玉 米	13 / 5	29 / 7	4
	高 粱			
低	玉 米	13 / 5	6 / 8	12
	高 粱	16 / 5	8 / 8	10

高肥力区抽穗(丝)早是前期生育较快的结果。我们根据叶片出现的时期，分析穗分化各阶段所经历的日数，看到高肥力区的玉米、高粱幼穗分化开始的早，从生长点开始伸长到玉米的小穗分化，高粱的三级分枝分化期间进程快，以后则无差异。以1978年为例，玉米试验区5月13日出苗，高肥力区在6月25日，即出苗后43天雌穗生长锥开始伸长，7月7日小穗分化(第Ⅲ阶段)结束，共用12天。中肥力区在6月27日，即出苗后45天雌穗生长锥开始伸长，7月12日第Ⅲ阶段分化结束，共用15天，比高肥力区晚5天。低肥力区在7月1日即出苗后48天雌穗生长锥开始伸长，7月20日第Ⅲ阶段分化结束，共20天，比高肥力区晚13天。高粱试验区5月16日出苗，高肥力区于6月19日，即出苗后34天幼穗生长锥开始膨大。顶部变尖，进入第Ⅱ阶段，7月5日三级分枝分化完成。低肥区在6月27日，即出苗后42天穗分化才进入第Ⅱ阶段，7月20日三级分枝分化完成，比高肥区晚15天。

2、土壤肥力对玉米、高粱籽粒灌浆的影响。肥力较高的土壤，供给作物的营养物质多，生育前半期形成了健壮的植株和有足够的、维持时间较长的绿色叶面积。抽穗(丝)后，积累在茎秆中的碳水化合物向籽粒输送的数量多、速度快(表2)。

表2 土壤肥力对玉米高粱籽实干物质积累的影响 (1978 玉米)

土壤肥力等级	抽丝期(日/月)	百 粒 重 (克)				
		15 / 8	25 / 8	4 / 9	14 / 9	24 / 9
高	25 / 7	8.94	18.33	25.00	29.78	29.78
中	29 / 7	6.22	10.40	24.08	27.56	27.92
低	6 / 8	—	7.06	12.42	19.54	24.76

(转下表)

土壤肥力	抽穗期 (日/月)	千粒重(克)								
		12/8	17/8	22/8	27/8	1/9	6/9	11/9	16/9	21/9
高	27/7	9.5	15.3	19.0	22.5	25.0	—	29.0	30.2	—
低	8/8	—	1.40	5.3	10.4	11.85	15.85	17.75	20.85	20.90

从表2可以看到,高肥力区的玉米、高粱抽穗(丝)早,籽粒干物质积累快,用高肥力区的晚期播种和低肥力区早期播种的调查材料进行比较,可以看出在抽穗(丝)期一致的情况下,肥力对灌浆速度的作用(表3)。玉米在抽丝后的10~30天期间,肥地的灌浆速度平均为0.84克/100粒·日;薄地为0.69克/100粒·日。第30~50天期间差别不大。高粱抽穗后的10~30天期间,灌浆速度差别不大,第30~50天期间,肥地为0.33克/1000粒·日;薄地为0.20克/1000粒·日。

表3 抽穗期相同,土壤肥力对玉米高粱籽粒灌浆速度的影响 (1978年 玉米)

土壤肥力等级	播种期 (日/月)	抽穗期 (日/月)	百粒重(克)				
			15/8	25/8	4/9	14/9	24/9
高	26/5	2/8	2.28	9.82	19.02	24.10	27.62
低	25/4	2/8	—	9.76	16.12	21.46	25.48

(1978年 高粱)

土壤肥力等级	播种期 (日/月)	抽穗期 (日/月)	千粒重(克)							
			10/8	22/8	27/8	1/9	6/9	11/9	16/9	21/9
高	26/5	1/8	6.35	13.7	19.05	22.75	24.75	27.60	28.25	29.35
低	3/5	31/7	—	—	18.50	21.00	21.85	23.30	24.95	24.95

## (二) 施肥对玉米、高粱生育和籽粒灌浆的作用。

施肥对促进玉米、高粱植株生长,穗分化进程和籽粒灌浆,都有明显的作用。

1、口肥可提早抽穗(丝)期。施用氮磷口肥或氮口肥可以提早玉米、高粱的抽穗(丝)期。在高肥力区,口肥对玉米的抽丝期无作用,高粱的抽穗期提早2天。在肥力中等和较低区内,氮磷口肥提早抽穗、抽丝期4~8天;氮口肥提早玉米抽丝2天(见表4)。拔节期追施氮肥,促进作用不明显。

表4 氮磷口肥和氮口肥对玉米高粱抽穗(丝)期的作用 (1978年 高粱)

土壤肥力等级	施肥措施	抽穗期
高	N P 口肥	27/7
	CK	29/7
低	N P 口肥	31/7
	CK	8/8

(转下表)

(接上表)

(1977—1978年 玉米)

土壤肥力等级	施肥措施	抽丝期
高	N p 口 肥	25/7
	N 肥	25/7
	CK	25/7
中	N p 口 肥	25/7
	N 口 肥	27/7
	CK	29/7
低	N p 口 肥	2/8
	N 口 肥	4/8
	CK	6/8

### 2、口肥提早穗分化开始时期、加快穗分化过程。

以氮磷口肥为例，口肥对促进玉米雌穗分化的作用主要表现在分化开始时间的提前，肥力中等区提前2天，肥力较低区提前3天。其次是加快穗分化第Ⅱ、Ⅲ阶段过程，在肥力中等和较低区，提早1天完成。口肥对高粱分化的作用也是如此，肥力较低区施用氮磷口肥的，穗分化第Ⅱ阶段于6月21日开始，比对照早6天。

### 3、口肥可增加籽粒干物质积累。

从抽丝后一定天数的玉米粒重资料(表5)可以说明施用氮磷口肥，对加快籽粒干物质积累有一定作用。

表5

口肥对玉米籽粒干物重的作用

土壤肥力等级	施肥处理	籽粒干物质重(克/100粒)			
		抽穗后13天	23天	33天	43天
中	氮磷口肥	3.08	11.74	19.76	24.74
	对照	2.70	10.40	16.48	22.68
低	氮磷口肥	—	9.76	16.12	21.46
	对照	—	8.08	13.42	20.68

### (三) 土壤肥力和施肥对玉米高粱产量的作用

土壤肥力的高低，对玉米、高粱籽实产量的作用是明显的。本试验在肥力较高区，玉米亩产994.2市斤，高粱亩产566.7市斤；肥力中等区玉米亩产793.5市斤；肥力较低区，玉米亩产275.2市斤，高粱亩产397.6市斤。

两年试验结果得出，玉米、高粱施用口肥增产效果显著，氮口肥有增产幅度较大趋势(见表6)。

表 6

土壤肥力和施肥对玉米高粱增产的效果

(玉米)

土壤肥力等级	年 份	施肥处理	籽 实 产 量	
			市 斤 / 亩	%
高	1978	氮磷口肥	1073.4	107.9
		氮 口 肥	1081.8	108.8
		磷 口 肥	1054.0	106.1
		拔节氮	1002.2	100.8
		对 照	994.2	100.0
中	1977	氮磷口肥	1102.6	129.2
		拔节氮	1035.2	121.3
		对 照	853.2	100.0
	1978	氮磷口肥	895.6	112.9
		氮 口 肥	989.2	124.6
		磷 口 肥	918.4	115.7
		拔节氮	909.3	114.6
		对 照	793.5	100.0
低	1978	氮磷口肥	390.2	141.8
		氮 口 肥	443.2	161.0
		磷 口 肥	348.2	126.5
		拔节氮	341.9	124.1
		对 照	275.2	100.0

(高粱)

土壤肥力等级	年 份	施肥处理	籽 实 产 量	
			市 斤 / 亩	%
高	1978	氮磷口肥	696.6	122.9
		拔节氮	649.3	114.5
		对 照	566.7	100.0
低	1978	氮磷口肥	488.1	122.7
		拔节氮	398.5	100.2
		对 照	397.6	100.0

### 三、玉米、高粱早熟丰产性状的初步分析

在试验过程中,对玉米高粱早熟丰产的某些性状做了调查,进行了初步分析。

(一) 植株性状 将1977~1978年不同产量水平玉米的植株性状列入表7。亩产千斤左右的玉米,株高在250厘米以上,穗位高占株高百分率较小,在34%以内,单株叶面积7500平方厘米以上。不同层次叶面积占全株叶面积的百分率和产量之间的关系比较密切。下层叶面积百分率在不同产量水平之间比较稳定,为36~40%;中层次之,为

表 7

不同产量水平的植株性状

(玉米)

年 份	产量水平 市斤/亩	株高 (cm)	穗位高 占株高 (%)	单 株 叶面积 (cm <sup>2</sup> )	叶 面积 指数	各层叶面积占单株 叶面积 (%)			穗 位 叶面积 (cm <sup>2</sup> )	第17叶 面 积 (cm <sup>2</sup> )
						上层叶	中层叶	下层叶		
1977	1100	251.2	32.3	7757.2	3.69	32.6	29.6	37.8	756.0	651.1
	800	253.8	35.9	6699.1	3.19	26.9	32.9	40.1	735.0	545.4
1978	1100	270.0	30.4	8338.6	3.97	37.1	27.5	35.4	786.6	671.1
	1000	253.8	33.8	7654.0	3.61	38.0	26.4	35.6	667.1	633.0
	800	235.0	34.0	6459.0	3.07	34.1	29.0	36.9	633.4	511.1
	400	199.2	36.3	5693.8	2.76	34.6	28.5	36.9	558.6	430.2

注：下层1—2叶；中层13—15叶；上层16—20叶。

26~32%；上层差异较大，为27~38%。在同一年份，上层叶面积百分率大的，产量高。如1977年，亩产1100斤的，上层叶面积占32.6%；亩产800斤的占26.9%。1978年亩产千斤以上的占38%，800斤以下的占34%。从表中还看到，穗位叶的大小和第17叶的大小与产量都呈正相关。其中第17叶片面积和产量间关系更密切些。综合两年数字，亩产千斤的，第17叶面积要大于600平方厘米；亩产800斤的，要大于500平方厘米。

高粱早熟丰产的植株性状是：①株高相对低一些。如在高肥力区，亩产560斤的株高235.9厘米；亩产700斤的株高221.6厘米。低肥力区亩产400斤的株高220厘米；亩产500斤的株高192.3厘米。②叶片数少1片左右。如亩产700斤的叶数为18.9片；亩产560斤的叶数为19.9片。③上部5片叶面积较大。上5叶的叶面积与穗粒数的相关系数为+0.638，为极显著。

(二)产量性状 1977~1978年不同产量水平的玉米产量性状列入表8。亩产千斤以上的，穗长在16厘米以上，每穗粒数对产量的影响较大，550粒以上是必需的，百粒重年份之间有变化，须在30克以上，低肥力区，百粒重低20%左右，对产量有一定影响。

表 8

不同产量水平玉米的穗部性状

年 份	产量水平 (斤)	穗 长 (厘米)	穗 粗 (厘米)	每穗粒数	百 粒 重 (克)	单穗粒重 (克)
1977	1100	15.8	—	577.6	33.6	194.1
	800	13.8	—	442.6	31.2	138.1
1978	1100	19.6	4.7	606	31.4	186.0
	1000	18.9	4.4	573	29.7	156.7
	800	16.4	4.5	470	30.1	133.2
	400	12.2	3.3	284	25.1	57.7

#### 四、对玉米、高粱早熟丰产栽培措施的探讨

玉米、高粱是我省中部地区的主要高产作物，低温冷害年份减产对粮食总产量影响较大，在冷害年份，地力差、施肥少、田间管理不及时的社队和地块，贪青晚熟，减产幅度更大。群众经验和我们的两年试验结果说明，玉米、高粱作物和小麦、水稻等不同，在肥力

高的土壤或施肥的地块上，产量高，成熟早。早熟和高产在一定程度上是一致的（我们说的成熟是以生理成熟期为准，瘠薄地上由于肥力不足，叶片和苞叶过早枯黄，是早衰而不是成熟）。

解决玉米和高粱的低温冷害问题，首先是选育早熟耐低温的高产品种，其次是采用早熟丰产栽培技术。

（一）因地制宜选用品种。选用品种，首先必须根据当地热量条件和品种所需要的积温数字来定，避免不顾当地生育期长短，单纯追求高产而盲目引种。但是仅仅按照热量条件来定品种还是不能避免低温的危害。在同一社队甚至同一县份内，气温条件可能没有明显差异，但在生产中有许多因素影响玉米、高粱的生育期。从我省中部地区来看，土地肥力和施肥水平对生育期的影响是主要因素之一。如吉单101玉米，从播种到成熟（出苗期相同）所需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温，在肥力较高的地块上为 $2893.4^{\circ}\text{C}$ ；在中等肥力地块上为 $3007.9^{\circ}\text{C}$ ；薄地上则大于 $3100^{\circ}\text{C}$ 。在中等肥力地块施用氮磷口肥可提早成熟 $2\sim 4$ 天。晋杂26号高粱，从播种到抽穗（出苗期相同）所需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温，肥地为 $1778.8^{\circ}\text{C}$ ；薄地为 $2008.7^{\circ}\text{C}$ 。薄地上施用氮磷口肥可提早成熟 $5\sim 8$ 天。由于肥力和施肥而造成的积温差，有时会大于不同气候区域的积温差。因此，在安排品种时必须注意这一因素。其次，有些洼地、早春不能及时播种，秋霜来的早，土壤潜在肥力高但又不易被利用等问题，也应种稍早熟品种。总之，在确定当地主推品种时，要综合考虑以下几个因素：① 气温条件；② 地力高低；③ 施肥水平；④ 地势等。真正做到因地制宜，把低温危害压到最低限度。

（二）重视“口肥”的早熟增产作用。根据我们试验结果，口肥对玉米、高粱生育的促进作用比较明显。在中等以下肥力（包括中等肥力）的黑土上，播种时用氮磷做口肥或用氮做口肥，玉米成熟提早 $2\sim 4$ 天，高粱成熟期提早 $5\sim 8$ 天。在拔节期追氮肥的，提早抽穗（丝）、成熟的作用不大。

两年的试验结果，口肥的增产作用均大于追肥。施口肥的，增产 $20\sim 40\%$ ；拔节期追肥的，增产 $15\sim 20\%$ 。因此，要重视口肥的作用，特别是在中等肥力和比较瘠薄的地块上。如果化肥数量较少，满足不了口肥和追肥的用量时，也应考虑把用做追肥的分出一部分做口肥施用。

（三）调整种植密度和种植方式。当前生产上在制定玉米、高粱的种植密度和种植方式时，往往是根据当地高产社队的经验，高产社队的技术措施是与其地力、肥料、机械和劳畜力等基本条件相适应的，这些条件比较优越，为一般社队所不具备。在这些条件没有得到改善前，搬用其密度和种植方式是不行的。一些试验资料证明，密度较大时，玉米延迟抽丝期，籽粒灌浆慢，这在低温年份就成为减产的因素。需要根据地力和肥料条件来定密度。

玉米一垅双株、高粱一垅三株等种植方法，一般都有 $20\%$ 左右的小苗和弱苗，不能及时成熟。单株种植，生育比较整齐一致，田间管理方便，应提倡。