

玉米喷灌技术的研究

第一报：喷灌对玉米生育性状及产量的影响

赵化春 杜孝先 冯双

(省农科院机耕所) (通辽县农业局)

玉米由于植株高大茎叶繁茂，生育期棵间蒸发和叶面蒸腾量都很大，因而需水较多。我省大部分地区春季多风少雨，春旱频繁发生。七、八月份正值玉米的吐丝灌浆阶段，此时需水最多。这时虽已进入雨季，但降雨量的年际间变化很大，降雨分布与玉米的需水规律往往不相吻合。立秋后玉米进入灌浆乳熟阶段，往往由于遭受秋旱影响灌浆，致使籽粒不饱满。目前，由于广泛采用喜水耐肥的杂交种，种植密度加大，施肥量增加，产量的不断提高，使玉米的需水量也有所增加。这就对灌溉提出了更加迫切的要求。

喷灌是近年来发展起来的一种先进的灌溉技术。它具有增产、省水、不破坏土壤结构、能调节田间小气候、便于实现机械化乃至自动化等多方面优点。根据我们的试验，喷灌玉米可比沟畦灌溉增产8.4~17.8%；省水40~50%。喷灌可比不喷灌增产16~76%。为保证玉米的高产稳产，摸清玉米的需水规律，采取最优的喷灌技术，成为保证玉米高产稳产的重要措施之一。

为确定玉米的适宜喷灌时期、次数、喷水量；探讨喷灌对玉米生育性状及其产量的影响，我们在风沙干旱的通辽县进行了三年（1976—1978）的有关试验。现将试验结果做一初步总结。

试 验 基 本 情 况

1、试验地自然条件及田间管理情况

试验地面积4140平方米，小区行长50米。地势平坦，土壤为层状冲积土。土壤含N 0.1367%， P_2O_5 0.1171%。土壤容重1.17克/厘米³，田间持水量30.4%。试验用品种为吉单101。亩保苗3000株，追肥水平为80斤/亩（硝铵）。四月下旬播种，九月下旬收获。

2、试验处理

(1) 喷灌七次区(适宜水分区),即采用多次喷灌从出苗至完熟基本保持适宜的土壤水分。

(2) 喷灌五次区,在五叶期、拔节期、抽雄期、灌浆期、乳熟期进行喷灌。

(3) 喷灌三次区,在拔节期、抽雄期、乳熟期进行喷灌。

(4) 不灌水区(对照),全生育期不喷灌。

试验结果及分析

1、不同喷灌水平的产量及其构成因素

从试验结果可以看出,不同喷灌水平的产量结果呈现出有规律的降幂排列。喷灌七次产量最高,为1489斤/亩;喷灌五次的次之,为1312斤/亩;喷灌三次者居第三位,1167斤/亩;不喷灌(对照)产量最低,942斤/亩。我们知道玉米的产量构成取决于单位面积上收获的穗数、每穗粒数、粒重及百粒重。而在密度基本一致的情况下,玉米的产量主要取决于后三者的性状如何。从表一中可以看出,喷灌七次处理的穗粒数比不喷灌者增加22%,比喷灌三次者增加11%。喷灌七次的穗粒重分别比不喷灌和喷三次的增加52%和21%;喷灌七次的百粒重比不喷灌和喷三次的增加34%和17%。从而,我们可以看出,随着喷灌水平的提高,玉米的穗粒数、穗粒重、百粒重随之有规律的增加。统计分析得出,玉米的产量与其单穗粒重、百粒重、穗粒数均呈现显著的正相关。相关系数分别为+0.9935, +0.8922, +0.7895。既然喷灌七次和五次处理的产量构成因素都优于喷灌三次和不喷灌处理,那末,它们的产量较高这是理所当然的。

表1 不同喷灌水平的产量及构成因素

	穗长 (厘米)	穗行数	穗粒数	穗粒重 (克)	百粒重 (克)	产量 (斤/亩)
喷灌七次	21.5	17.4	753	251	35.1	1489
喷灌五次	20.9	16.8	697	228	33.8	1312
喷灌三次	20.0	16.8	677	206	30.9	1159
不喷灌	17.9	16.7	615	165	26.6	942

2、不同喷灌水平的株高

玉米的干物质产量来源于植株的茎叶制造的有机物质。不同水平的喷灌对于玉米株高发育有着显著的影响。从表二看出,从五叶期开始直到抽丝期,喷灌七次处理的株高始终大于其它各处理区。又从各喷灌处理的株高t值测定结果看出,从拔节期开始直到抽丝期喷灌七次的株高与喷灌三次及不喷灌者始终存在着显著的差异,而与喷灌五次的差异不显著。这是与产量结果相吻合的。高水平的喷灌(喷灌七次、五次)不仅使植株发育高大健壮,而且整齐一致。从株高发育的变异系数来看,不喷灌和喷灌三次的株高变异系数开始

时较小，以后则变大而且表现出波动性很大。最后发育成参差不齐。这说明它们更多地受自然降雨所左右。而高水平的喷灌（喷灌七次、五次）其株高的变异系数呈现平稳的下降

表2 不同喷灌处理各时期株高 (厘米)

	喷灌七次	喷灌五次	喷灌三次	不喷灌
五叶期	42.8	42.1	36.0	32.8
拔节期	60.3	56.7	46.9	44.2
孕穗期	120.9	115.7	101.9	99.0
抽雄期	258.8	252.4	231.5	226.4
抽丝期	263.7	257.5	241.5	238.9

趋势。这说明由于环境条件的适宜使植株发育逐渐趋于平衡。从此看出，高水平的喷灌可使植株高大健壮，整齐一致。则为玉米的群体均衡增产奠定了良好基础。

3、不同喷灌水平的叶面积及其发展动态

叶片是重要的光合作用器官。绿色叶片的生长过程，性状和效率是研究产量构成适宜条件的基础。从表三可以看出，随着喷灌水平的提高，群体最大的叶面积指数和单株叶面积都呈现递增的趋势。同时看出，吉单101品种的叶面积指数，在3.5~4.0之间，可以做为产量稳定在千斤以上的生态指标。统计分析结果得出，玉米的产量与单株粒重有显著相关，相关系数为+0.9935，回归方程式为 $Y = -33.8 + 17.2x$ 。同时，单株粒重又与单株叶面积呈现极显著的正相关。相关系数为+0.6037(达到0.1%显著水准)回归方程式为 $Y = -67.3 + 3.21x$ 。这说明采取高水平的喷灌措施造就尽可能大的单株叶面积，则成为玉米高产的基础。从不同喷灌水平的叶面积t值测定结果来看，从拔节期到蜡熟期，喷灌七次

表3 不同喷灌水平的叶面积与产量

	喷灌七次	喷灌五次	喷灌三次	不喷灌
最大叶面积指数*	4.06	3.73	3.60	3.30
最大单株叶面积(米 ²)	0.85	0.82	0.80	0.73
单株粒重(克)	251	228	206	165
产量(斤/亩)	1489	1312	1159	942

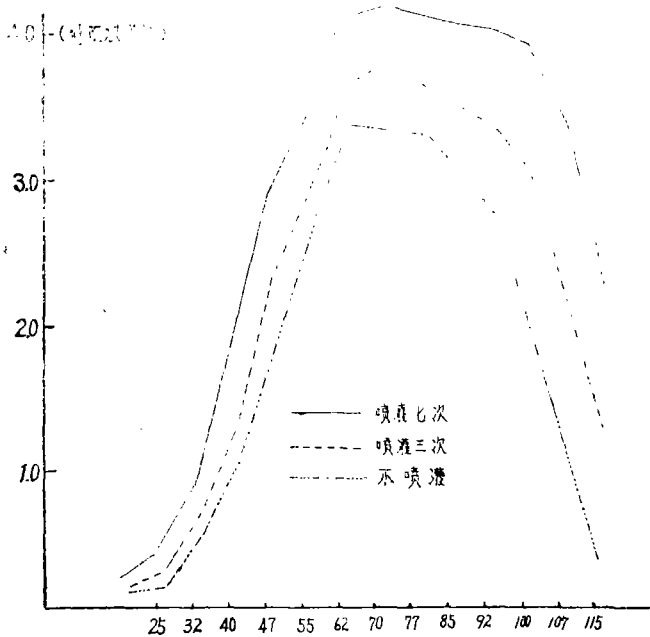
* 叶面积指数：单位土地面积上的绿叶面积为土地面积的倍数

的叶面积与喷灌三次及不喷灌的始终存在着极显著的差异。这说明高水平的喷灌使全生育期土壤水分基本保持适宜，从而使玉米形成了最大的单株叶面积(0.85M²)和最大叶面积

指数(4.06), 进而获得最高的产量(1489斤/亩)。

玉米的高产不仅要有足够大的叶面积, 而且要求叶面积的增长及消减进程合理。我们用喷灌七次、喷灌三次、不喷灌这三个处理来分析不同的喷灌水平对于叶面积发展动态的影响。从而探讨喷灌条件下高产群体的叶面积发展规律。我们从图一中看到, 玉米生育的前半期即出苗后的32天至70天, 喷灌七次的玉米叶面积迅速增长, 呈直线上升趋势, 抽雄之后一周(出苗后77天)即达到了最高峰。然后进入了稳定时期, 成形一个“台”状的曲线状态。喷灌七次的叶面积指数从抽雄期直到乳熟末期(出苗后的70天至107天)在长达37天的时间里稳定在3.85~3.99之间。这一时期正值玉米的灌浆阶段, 较大的叶面积就能

图一、不同喷灌水平叶面积动态



制造大量的光合产物, 源源不断地向籽粒输送, 保证了籽粒饱满。喷灌三次和不喷灌的叶面积发展动态虽然也呈现类似的“台”状曲线状态, 但其高峰值都较小, 且稳定的时间都短。喷灌三次的叶面积指数维持在3.3以上的时间是30天左右。不喷灌的只维持了13天。喷灌七次的直到收获前叶面积指数仍保持在2.2左右; 喷灌三次的是1.2; 不喷灌的只有0.4, 茎叶几乎全部枯黄。根据收获前十天的测定, 茎叶绿色的植株每天可使单株籽粒增重1.56克, 而茎叶枯黄者只增重0.64克。我们认为叶面积的发展动态主要受喷灌水平的影响。在叶面积指数4.0以内, 喷灌七次

的叶面积动态图式是比较理想的。这不仅因为它的叶面积指数大, 而且在生长前期迅速的达到合适的大小, 稳定的时间长, 从而获得高产。

4、不同喷灌水平的光合势

光合产物的多少不仅取决于绿色叶面积的大小, 同时也决定于绿叶工作时间的长短。

表4 产量(Y. 斤/亩)与光合势*(X. M²/日)的关系

生育时期	相关系数	显著程度	回归方程式
拔节—抽雄	0.9001	***	$Y = 1.4 + 3.71x$
抽雄—乳熟	0.9587	***	$Y = -38.2 + 2.29x$
乳熟—蜡熟	0.9213	***	$Y = -133.1 + 2.69x$
全生育期	0.9971	***	$Y = -90.7 + 7.62x$

*光合势: 是在一定土地面积上, 一定时期内, 各天绿色面积的总和, 单位为(平方米·日)

这就是说光合势的大小是决定产量的因素之一。从表四看出，玉米产量与其主要生长发育阶段的光合势均呈现极显著地正相关。产量与全生育期的光合势相关系数达到+0.9971，回归方程式 $Y = -90.7 + 7.62x$ 。而从表五中看出，喷灌七次的玉米从五叶期开始直到完熟期它的光合势始终高于喷灌五次、三次及不喷灌处理。它的全生育期光合势达到了

表 5 不同喷灌水平的光合势及产量

	喷灌七次	喷灌五次	喷灌三次	不 喷 灌
五叶—拔节	1230	1128	1005	825
拔节—抽雄	49045	42196	39375	34975
抽雄—乳熟	75829	64980	58989	47685
乳熟—蜡熟	49693	40309	34542	21294
蜡熟—完熟	22988	19866	15145	7670
全 生 育 期	198785	168479	149056	112449
产 量	1547	1303	1152	878

198,785米²·日。这就说明它拥有大量的绿色叶片进行了长期的工作。同时看出，玉米的光合势在110,000~190,000米²·日的范围内是随着喷灌水平的提高而增大，而产量也随之有规律的增长。

随着耕作栽培水平的不断提高，只要种植密度适宜，若能以高水平的喷灌保持适宜的土壤水分，就能维持较高的光合势，从而获得高产。

5、不同喷灌水平的光合强度

光合强度就是叶片的工作效率问题。有人认为对光合强度影响最大的因素是光照和温度，而这两个因素是人们所不能控制的。也有人认为暂时的干旱可以刺激光合作用并可提高作物的产量。但是，多数学者则认为，作物的光合作用强度与水分状况和施肥密切相关。从表六可以看到，不论是在孕穗期，抽丝期还是灌浆期，喷灌七次处理的光合作用强度都高于其它各处理区。其中以孕穗期为最大28.1 (Co₂mg/dm²/小时)，抽丝期有所降低，而到籽粒灌浆期又有所回升。这个变化趋势对籽粒灌浆十分有利。喷灌七次处理的光合作用强度平均为不喷灌的2倍多。由于其它农业技术措施基本一致，

表 6 不同喷灌水平的光合强度
(Co₂mg/dm²/小时)

	喷灌七次	喷灌五次	喷灌三次	不 喷 灌
孕 穗 期	28.1	25.8	18.0	11.0
抽 丝 期	19.3	17.1	13.4	9.2
灌 浆 期	23.0	20.2	12.2	10.0
平 均	23.5	21.0	14.5	10.1

因而表现在光合强度方面的差异主要是不同喷灌水平造成了土壤水分状况不同。从孕穗期至灌浆期，喷灌七次的土壤水分保持在田间持水量的90.2~94%之间。不喷灌处理的土壤水分仅为田间持水量的50.0~65.7%。我们认为，当充足地供应植株水分时，所有的能量均充裕地被利用于光合作用和水分蒸发。并且与周围环境发生气体交换，避免了叶温升高，造成对植株生命活动十分有利的条件。而不喷灌处理则由于水分不足造成叶片缺水，使气孔开度减小甚至关闭。影响了植株对CO₂的吸收，并使蒸腾减弱引起叶温升高，呼吸消耗增多，从而降低了光合作用强度。从表七中看到，喷灌七次的玉米在灌浆阶段籽粒增长量大于其它各处理区，达到了1.306克/百粒/日，为不喷灌的二倍。这也说明了高水平的喷灌创造了适宜的水分条件，叶片的工作效率大大提高，在单位时间里可以制造更多的光合产物供给植株体的需要。统计分析得出，玉米灌浆期的光合强度与百粒重和产量均呈现

表 7 不同喷灌水平的籽粒日增长量
(克/百粒/日)

	喷灌七次	喷灌五次	喷灌三次	不 喷 灌
12/8	1.179	1.057	1.027	0.721
18/8	1.434	0.961	0.943	0.617
平 均	1.306	1.019	0.985	0.669

极显著正相关。相关系数分别为+0.9619，+0.9584。高水平的喷灌措施提高了玉米的光合作用强度。

综上所述，我们可以认为，不同的喷灌水平造成了不同的土壤水分条件及田间小气候。从而对玉米植株的生长发育，各器官的功能效率，产量及其构成因素等都产生不同程度的影响。随着农业机械化乃至自动化的逐步实现，灌溉水平不断提高。我们将完全有条件采用高水平的喷灌措施，造成玉米生育期间适宜的水分条件；促使玉米植株高大健壮，整齐一致；形成大而适宜的叶面积；维持合理的叶面积发展动态；保持大的光合势及高光合强度；就可以获得玉米的高产稳产。