

施肥量及施肥方式对夏玉米产量及 相关性状的影响

肖兴中 闫 妞 孙迷平 赵玉玲 马朝喜 陈 坤 卢娇娇 岳竞之 蔡友敏
(河南省济源市农业科学院, 济源 459002)

摘要:为减少化肥施用量,探索夏玉米高效施肥技术,在中高肥力大田条件下,通过设置双因素随机区组试验,对郑单 958 进行不同施肥量及施肥方式的试验研究。结果表明:施肥量和施肥方式均对产量有显著影响,在一定范围内产量随着施肥量和施肥次数的增加而增加,但施肥量 40kg/667m²与 50kg/667m²处理、施肥 2 次与施肥 3 次处理之间产量差异不显著。因此建议在当地中高产田夏玉米整个生育期内施肥总量为 40kg/667m²,分 2 次施入:底肥施 16kg/667m²,8 叶期追肥 24kg/667m²。

关键词:玉米;施肥量;施肥次数;产量

Effect of Fertilization Rates and Method on Yield and Related Characters of Summer Maize

XIAO Xing-zhong, YAN Niu, SUN Mi-ping, ZHAO Yu-ling, MA Zhao-xi,
CHEN Kun, LU Jiao-jiao, YUE Jing-zhi, CAI You-min
(Jiyuan Academy of Agricultural Sciences, Henan province, Jiyuan 459002)

化肥是现代农业生产中的重要生产资料,施用化肥是提高农作物产量的重要措施^[1-2]。有数据表明,施用化肥对粮食增产的贡献率可达 40% 以上^[3-4]。玉米是 C4 作物,产量高,需肥量大,吸肥能力强,适应性广,是我国第一大粮食作物。随着劳动力成本的提高,生产者为了增加产量,经常会一次性施入大量化肥。不仅降低其利用率,增加生产成本,而且会降低土壤的理化性质、增加有害气体及温室气体的排放量、污染地表及地下水^[5-7],对环境造成了严重的不良影响^[8]。据联合国粮食及农业组织的相关资料显示,1998-2015 年中国化肥用量增长了 57.8%,而粮食产量只增加了 29.1%。提高肥料的利用效率是我国农业生产中亟待解决的问题,不仅有利于环境保护,而且对现代生态农业的可持续发展也具有重要意义。

好的施肥技术是提高肥效的重要措施之一,目

前主要通过深施、分层施肥、施缓释肥及水肥一体化等技术来提高其利用率^[9-13]。本文简单探讨了在中高肥力试验地条件下,不同施肥量及施肥次数对夏玉米产量及相关性状的影响,为济源市在玉米生产中合理高效地施用化肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 该试验于 2020 年 6-10 月在河南省济源市农业科学院玉米试验地(35°05' 8.34" N, 112° 38' 21.65" E)进行,该地区海拔 146m,属暖温带季风气候,夏季炎热,降雨集中,年平均气温 14.3℃,年降雨量在 650mm 左右,无霜期 213.2d^[14]。前茬作物为冬小麦,肥力中上。试验地土壤肥力状况:有机质 16.5g/kg,全氮 0.12%,有效磷 28.1mg/kg,全钾 2.24%,速效钾 236mg/kg,阳离子交换量 16.5cmol/kg,铜 28.2mg/kg,锌 80.6mg/kg,全硒 0.28mg/kg。除阳离子交换量较低外,其余各项指标均达到北方旱作高产土壤标准^[15]。

1.2 供试材料 供试玉米品种为郑单 958,由河南

金娃娃种业有限公司提供;复合肥为济源市产丰田复合肥 28-6-6 (N-P₂O₅-K₂O)。

1.3 试验设计 采用双因素随机区组设计,3个施肥量水平分别为 30kg/667m²、40kg/667m²和 50kg/667m²,3种施肥方式分别为播种前一次性施入,播种和8叶期分2次施入,播种、3叶期和8叶期分3次施入。共9个处理(表1),3次重复,小区面积为 28.8m² (3.6m×8m),行距 60cm,株距 27cm。

1.4 试验方法、数据采集 6月5日机械开沟并第1次施肥,人工摆播;第2次施肥于6月19日3叶期施入;第3次施肥于7月9日8叶期施入。散完粉后在各小区中间2行,每行选取具有代表性的植株5株,利用塔尺对株高、穗位高进行测量。10月3日生理成熟后收中间2行测产,随机取10穗考种。

试验期间及时中耕除草及病虫害防治^[15-16],具体管理措施与当地大田生产基本相同。

1.5 数据处理 采用 Microsoft Office Excel 2016 和 SPSS 21.0 进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 双因素随机区组试验方差分析 由表2可以看出,整个模型的 *F* 统计量为 2.537, 概率水平是 0.048, 达到显著水平。判定系数为 0.530, 说明施肥量、施肥方式及两者的交互效应可以解释 53% 的产量变异。其中施肥量和施肥方式对产量有显著影响, 但两者的交互效应对产量影响不显著。

2.2 不同施肥量对产量及其相关性状的影响 由表3可以看出,不同施肥量处理对穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、百粒重、株高、穗位高性状影响不显著。仅在产量和行粒数2个性状上各处理间存在不同差异,施肥量 30kg/667m² 处理的产量和行粒数显著或极显著低于 40kg/667m²、50kg/667m² 处理; 40kg/667m² 与 50kg/667m² 处理间产量和行粒数差异不显著。由图1可以看出施肥量 40kg/667m²、50kg/667m² 处理,施肥3次较施肥2次增产幅度降低。

2.3 不同施肥方式对产量及其相关性状的影响 由表4可知,不同施肥方式对穗长、穗粗、秃尖长、穗

表1 施肥处理实施方案

处理	施肥量(kg/667m ²)	施肥方式
T1	30	播种前一次性施入
T2	30	随播种施总施肥量的40%;8叶期施总施肥量的60%
T3	30	随播种施总施肥量的20%;3叶期施总施肥量的30%;8叶期施总施肥量的50%
T4	40	播种前一次性施入
T5	40	随播种施总施肥量的40%;8叶期施总施肥量的60%
T6	40	随播种施总施肥量的20%;3叶期施总施肥量的30%;8叶期施总施肥量的50%
T7	50	播种前一次性施入
T8	50	随播种施总施肥量的40%;8叶期施总施肥量的60%
T9	50	随播种施总施肥量的20%;3叶期施总施肥量的30%;8叶期施总施肥量的50%

表2 各因素方差分析

源	III型平方和	df	均方	F	P
校正模型	30352.637a	8	3794.080	2.537	0.048
截距	11171084.759	1	11171084.759	7468.446	0
施肥量	14135.817	2	7067.909	4.725	0.022
施肥方式	14512.732	2	7256.366	4.851	0.021
施肥量×施肥方式	1704.088	4	426.022	0.285	0.884
误差	26923.878	18	1495.771		
总计	11228361.274	27			
校正的总计	57276.515	26			

R²=0.530 (调整 R²=0.321)

表3 不同施肥量处理间差异显著性分析

施肥量 (kg/667m ²)	产量 (kg/667m ²)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数	行粒数	百粒重 (g)	株高 (cm)	穗位高 (cm)
30	611.25bA	17.52aA	5.03aA	1.38aA	15.07aA	34.84bB	39.579aA	273.00aA	120.24aA
40	654.94aA	17.62aA	5.01aA	1.24aA	15.58aA	35.88aAB	39.369aA	274.22aA	119.69aA
50	663.5aA	17.56aA	5.06aA	1.27aA	15.47aA	36.54aA	39.938aA	272.56aA	120.00aA

同列不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著

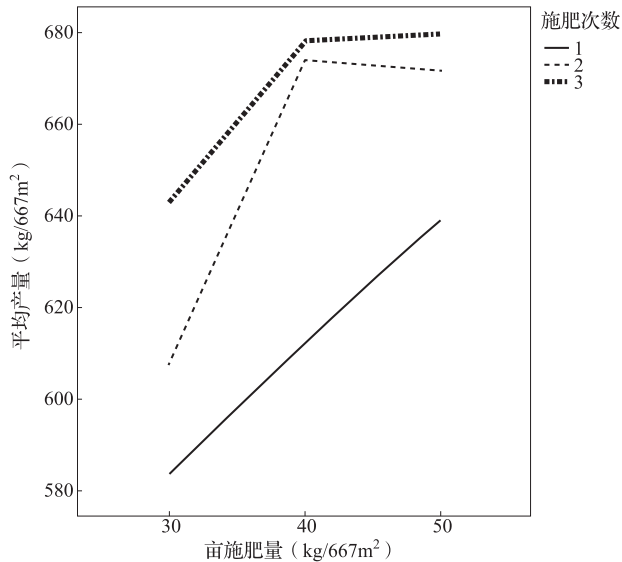


图1 不同施肥量及施肥方式与产量关系

行数、株高、穗位高性状影响不显著。产量、行粒数与百粒重性状在各处理间存在不同差异:施肥1次的产量、行粒数和百粒重显著或极显著低于施肥3次处理的,低于或显著低于施肥2次处理的,产量相关结果与刘勋甲等^[17]不同施肥次数对超甜玉米产量影响的研究结果一致。

2.4 产量与各处理因素及产量相关农艺性状相关性分析 如表5所示,产量与农艺性状相关程度和方向为行粒数(0.664) > 百粒重(0.550) > 施肥方式(0.489) > 施肥量(0.463) > 穗粗(0.434) > 穗行数(0.196) > 穗长(0.091) > 穗位高(0.075)呈正相关,其中产量与行粒数、百粒重、施肥方式呈极显著正相关,与施肥量、穗粗呈显著正相关;与株高(-0.114) > 秃尖(-0.282)呈负相关。施肥量和行粒数呈极显著

表4 不同施肥方式处理间差异显著性分析

施肥方式 (次)	产量 (kg/667m ²)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数	行粒数	百粒重 (g)	株高 (cm)	穗位高 (cm)
1	611.76bB	17.49aA	5.04aA	1.26aA	15.47aA	35.30bA	38.304bB	272.11aA	119.40aA
2	651.01aAB	17.49aA	5.04aA	1.36aA	15.40aA	35.70abA	39.822aAB	273.89aA	121.89aA
3	666.92aA	17.72aA	5.02aA	1.27aA	15.24aA	36.27aA	40.759aA	273.78aA	118.64aA

表5 产量、处理及产量相关性状的相关性分析

	产量	施肥量	施肥方式	穗长	穗粗	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	株高	穗位高
产量	1										
施肥量	0.463*	1									
施肥方式	0.489**	0.000	1								
穗长	0.091	0.018	0.127	1							
穗粗	0.434*	0.151	-0.070	0.077	1						
秃尖长	-0.282	-0.153	.008	0.101	-0.273	1					
穗行数	0.196	0.247	-0.137	-0.334	0.449*	-0.430*	1				
行粒数	0.664**	0.643**	0.366	0.396*	0.255	-0.275	0.190	1			
百粒重	0.550**	0.096	0.654**	0.419*	0.219	0.142	-0.234	0.490**	1		
株高	-0.114	-0.025	0.093	-0.058	-0.346	0.040	-0.160	-0.280	-0.015	1	
穗位高	0.075	-0.015	-0.045	-0.582**	-0.025	-0.142	0.266	-0.317	-0.158	0.493**	1

*, ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著相关

正相关,施肥方式与百粒重呈极显著正相关。表明施肥量和施肥方式从不同方面影响产量。

3 结论与讨论

为了满足粮食需求及提高经济效益,农业生产中的化肥施用量逐渐增加,不合理的施肥条件下,施用量越大,其利用率越低^[18],表现为粮食增产率随化肥施用量的增加而逐渐递减^[19-20]。本研究表明中高肥力大田条件下,施肥量一定的前提下,适当增加施肥次数可以显著提高夏玉米行粒数和百粒重进而提高产量。蔡翠萍^[21]和曾荔波等^[22]的研究认为,施肥次数并非越多越好。综上,在中高产田条件下,与一炮轰的施肥方式相比,生育期增加施肥次数即便总施肥量有所减少,玉米也不减产。综合环境保护、肥料及人工成本、施肥机械等条件,建议济源地区中高产田夏玉米生育期内每667m²施肥总量为40kg,分2次施入:底肥施16kg,8叶期施肥24kg。

对于不同施肥方式的效果,不同研究者的观点大相径庭。高强等^[23]认为在干旱条件下一次性施肥显著降低玉米的产量;杨俊刚等^[24]的研究认为在高肥力条件下一次性施肥玉米产量降低;屈仁燕等^[25]、纳斯如拉·克热木^[26]研究认为玉米产量随着施肥次数的增加而增加,与本研究结果基本一致。孙克刚等^[27]、王宜伦等^[28]和葛均筑等^[20]的研究认为一次性施肥有助于提高部分化肥元素的利用率,进而提高产量。研究结果的差异可能与试验地土壤类型、肥力差异、气候状况、所施用的肥料种类、玉米品种及种植方式等有关。鉴于此,各地区推广施肥技术之前,应因地制宜地进行更为详细的研究。

参考文献

- [1] 金继运,李家康,李书田. 粮食作物对化肥的需求分析. 磷肥与复肥,2006(3): 1-6
- [2] 辛良杰,李秀彬. 2000-2010年我国农业化肥施用的时空格局演变. 中国农业大学学报,2013,18(5): 21-27
- [3] 奚振邦. 化肥与农业——简析化肥对现代农业的作用. 磷肥与复肥,2003(2): 5-10
- [4] 曾宪坤. 中国化肥工业的现状和展望. 土壤学报,1995(2): 117-125
- [5] 关连珠. 土壤肥料学. 北京:中国农业出版社,2001
- [6] 喻文秀,任景明,刘磊,王如松. 我国化肥污染的演变趋势及防治对策 //2009中国可持续发展论坛暨中国可持续发展研究会学术年会论文集(上册). 北京:中国可持续发展研究会,2009
- [7] 任世鑫,李二玲,邓晴晴,崔之珍. 中国三大粮食作物化肥施用特征及环境风险评价. 长江流域资源与环境,2019,28(12): 2936-2947

- [8] 朱利群,王珏,王春杰,张培培. 有机肥和化肥配施技术农户采纳意愿影响因素分析——基于苏、浙、皖三省农户调查. 长江流域资源与环境,2018,27(3): 671-679
- [9] 白由路. 植物营养与肥料研究的回顾与展望. 中国农业科学,2015,48(17): 3477-3492
- [10] 申向东,赵曦阳,艾鹏慧,冀保毅. 传统农业施肥的不足及现代农业施肥的发展方向. 河南农业科学,2016,45(12): 77-81
- [11] 徐萍,杨宪杰,邓学斌,杨震,孙彦玲,张正斌. 遁耕分层施肥对夏玉米产量形成的调控效应. 中国生态农业学报(中英文),2022,30(3): 389-398
- [12] 周宝元,王新兵,王志敏,马玮,赵明. 不同耕作方式下缓释肥对夏玉米产量及氮素利用效率的影响. 植物营养与肥料学报,2016,22(3): 821-829
- [13] 崔吉晓,檀海斌,吴佳迪,刘占卯,隋鹏,闫鹏,沈亚文,陈源泉. 微喷灌水肥一体化对河北夏玉米生长及产量的影响. 玉米科学,2017,25(3): 105-110
- [14] 肖兴中,孙迷平,赵玉玲,闫妞,马朝喜,陈坤,卢娇娇,岳竞之. 追施有机肥或复合肥对夏玉米产量及部分相关性状的影响. 农业科技通讯,2022(9): 31-33
- [15] 肖兴中,孙迷平,张利,岳竞之,张春荣,于金林,李家富. 玉米主要虫害防治技术. 现代农业科技,2012(16): 138-139
- [16] 肖兴中,于金林,张莉,岳竞之,张春荣,孙迷平,李家富. 中早熟玉米杂交种济研118高产栽培技术. 中国种业,2012(10): 75-76
- [17] 刘勋甲,高翔,董淑萍,汪自松,胡巍. 不同播种密度及不同施肥次数对超甜玉米产量的影响. 长江蔬菜,2000(10): 37-39
- [18] 张夫道. 化肥污染的趋势与对策. 环境科学,1985(6): 54-59
- [19] 李玉霞. 种植密度和施氮量对不同株高夏玉米产量的影响分析. 中国农业文摘-农业工程,2018,30(1): 78-79
- [20] 葛均筑,展茗,赵明,李建鸽,李淑娅,田少阳. 一次性施肥对长江中游春玉米产量及养分利用效率的影响. 植物营养与肥料学报,2013,19(5): 1073-1082
- [21] 蔡翠萍. 不同播种密度及施肥次数对超甜玉米产量的影响. 农业灾害研究,2021,11(12): 116-117
- [22] 曾荔波,母秋容. 遵玉207不同栽培密度及不同施肥次数对产量的影响. 耕作与栽培,2009(1): 46
- [23] 高强,李德忠,汪娟娟,白百一,黄立华. 春玉米一次性施肥效果研究. 玉米科学,2007(4): 125-128
- [24] 杨俊刚,高强,曹兵,陈新平. 一次性施肥对春玉米产量和环境效应的影响. 中国农学通报,2009,25(19): 123-128
- [25] 屈仁燕,邓卫民,黄岗,刘开燕,刘永杰,黄健. 不同施肥量、施肥方式、种植密度对玉米产量的影响试验初报. 四川农业科技,2022(4): 24-26
- [26] 纳斯如拉·克热木. 不同追肥次数对玉米产量的影响. 南方农业,2014,8(9): 24-25
- [27] 孙克刚,杨焕焕,张琨,和爱玲,杜君. 冬小麦、夏玉米高效施肥技术研究. 河南农业科学,2017,46(10): 38-43,59
- [28] 王宜伦,李潮海,谭金芳,韩燕来,张许. 超高产夏玉米植株氮素积累特征及一次性施肥效果研究. 中国农业科学,2010,43(15): 3151-3158

(收稿日期: 2022-10-10)