

不同土层氮肥配施方式对夏玉米生长发育及 氮肥利用的影响

张美微, 乔江方, 谷利敏, 朱卫红, 黄璐, 代书桃, 王俊哲, 刘京宝
(河南省农业科学院粮食作物研究所, 郑州 450002)

摘要:为明确不同土层氮肥配施方式对夏玉米生长发育及氮素利用的影响,利用改进的玉米深松分层可调施肥精播机,通过设置不同肥料类型、不同土层施肥深度和比例,研究深松分层施肥技术对铁茬播种模式下夏玉米植株叶面积指数、干物质积累、产量和氮肥利用效率的影响。结果表明:在相同施氮量的条件下,使用免耕深松分层施肥技术的玉米叶面积指数、干物质积累量、产量及氮肥利用效率均显著高于传统“一炮轰”施肥技术;产量和氮肥偏生产力均增加了5.5%~7.9%。不同免耕深松分层施肥方式中,大喇叭口期追施尿素的施肥方式均较一次性施用控释肥方式获得了较高的产量、干物质积累量和氮肥偏生产力,但差异未达显著水平;其中,以免耕深松分别在8 cm和12 cm深度,按照3:7比例施入复合肥作为基肥,配合大喇叭口期追施尿素的施肥方式获得最高产量和氮肥偏生产力,产量均较传统施肥方式增加了7.9%。因此,免耕深松分层施肥技术在夏玉米免耕铁茬播种区可以达到节本增效的目的,对提高玉米产量和氮肥利用具有重要意义。

关键词:夏玉米;免耕深松分层施肥技术;产量;氮肥偏生产力

中图分类号:S513 文献标志码:A 论文编号:casb16110078

Influence of Nitrogen Fertilizer Combined Application in Different Soil Layers on Growth Development and Nitrogen Use of Summer Maize

Zhang Meiwei, Qiao Jiangfang, Gu Limin, Zhu Weihong, Huang Lu, Dai Shutao, Wang Junzhe, Liu Jingbao
(The Cereal Crops Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002)

Abstract: The study aims to understand the effect of nitrogen fertilizer combined application in different soil layers on growth development and nitrogen use of summer maize, and improve precision seeder with subsoiling and layered fertilization. The effect of subsoiling and layered fertilization technology on leaf area index, dry matter accumulation, yield and nitrogen utilization efficiency of summer maize were studied under different fertilizer types, fertilizer depths and ratios. The results showed that under the same nitrogen application amount, the leaf area index, dry matter accumulation, yield and nitrogen utilization efficiency of summer maize with subsoiling and layered fertilization technology were higher than that of traditional fertilization technology; yield and nitrogen partial productivity increased by 5.5%–7.9%. In all the subsoiling and layered fertilization methods, topdressing urea at bell stage could obtain higher yield, dry matter accumulation and nitrogen partial

基金项目:河南省科技厅重点科技攻关计划项目“夏玉米免耕深旋松分层施肥精播简化栽培技术研究”(152102110132);2016年河南省农科院自主创新项目“夏玉米高密抗倒机理及氮肥调控技术研究”;“十二五”科技支撑计划重大项目“粮食主产区作物丰产节水节肥技术集成与示范”(2013BAD07B07);国家公益性行业(农业)科研专项“黄淮流域小麦玉米水稻田间节水节肥节药综合技术方案”(201503130);国家自然科学基金项目“基于ETc节水补灌和控释掺混肥对夏玉米水氮高效利用的机理研究”(31601259)。

第一作者简介:张美微,女,1986年出生,河南林州人,助理研究员,博士,主要从事玉米栽培生理研究。通信地址:450002 河南省郑州市金水区花园路116号 河南省农业科学院, Tel:0371-65739084, E-mail:zhangmeiwei1986@163.com。

通讯作者:刘京宝,男,1965年出生,河南虞城人,研究员,硕士,主要从事玉米栽培研究。通信地址:450002 河南省郑州市金水区花园路116号 河南省农业科学院, Tel:0371-65731987, E-mail:jbliu1777@126.com。

收稿日期:2016-11-16, **修回日期:**2017-01-18。

productivity than that of controlled-release fertilizer used as base. The treatment of subsoiling and fertilizer application at layers of 8 cm and 12 cm, with fertilizer ratio of 3:7, and topdressing urea at bell stage obtained the highest yield and nitrogen partial productivity, the yield increased by 7.9%. Therefore, in summer maize areas, subsoiling and layered fertilization technology could save cost and increase efficiency, and had significant meaning to yield increase and nitrogen fertilizer use efficiency.

Key words: summer maize; subsoiling and layered fertilization technology; yield; nitrogen partial productivity

0 引言

河南是中国夏玉米生产大省,在玉米生产中占有重要的地位。随着社会经济的发展,农村劳动力向城市转移,劳动成本逐渐增加。因此,夏玉米机械化生产及配套农艺技术的研究势在必行^[1]。在玉米机械化生产中,施肥作为播种的重要环节,肥料施用量、施肥深度及比例与作物产量和肥料利用关系密切^[2-4]。前人在玉米机械化施肥技术方面进行了大量研究。桑金梅等^[5]研究认为,玉米机械化深施,以肥料全部做底肥,深度20 cm的增产效果最大。同时,玉米机械化肥料深施还可以提高肥料利用效率,延长肥效,有利于作物后期生长^[6]。郭建勋^[7]研究表明,化肥深施可提高15%~20%的化肥利用率。然而,王法政等^[8]和吴景贵等^[9]研究结果显示,玉米分层施肥效果较浅基施和深基施效果更好。另外,农田长期使用旋耕机具导致土壤耕层变浅,保肥保墒能力下降,不利于玉米生长。在黄淮海夏玉米生产区,小麦收获后为争取玉米生长所需积温,一般采取铁茬直播技术,但长期铁茬直播技术也带来一些问题。多数研究显示,农田深松耕作可以通过深松疏松土壤、降低土壤容重、提高土壤通透性,进而促进根系生长发育;同时,有利于土壤肥力的自然恢复,提高肥料利用效率,最终提高作物产量^[10-11]。因此,深松与分层施肥技术相结合更有利于作物对土壤肥料的吸收。王锡久等^[12]和尹博等^[13]对小麦深松分层施肥技术的研究结果均显示,深松分层施肥技术实现了节本增效的目标,促进了肥料施用的机械化转变,使肥料偏

生产力提高了10.34%。在玉米生产上,深松分层施肥技术研究较少。因此,笔者针对河南省夏玉米免耕铁茬播种造成的耕层限制以及肥料利用效率低的问题,采用玉米免耕深松分层施肥精播机,研究复合肥和缓控肥的深松分层施肥技术对夏玉米产量和氮肥利用效率的影响,以期为玉米机械化生产配套农艺措施提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验设计

试验于2016年在河南省新乡市七里营进行。试验设置5个不同施肥处理,处理1为传统方式,“一炮轰”即拔节期至小口期一次性人工施入复合肥;处理2、3、4、5均采用免耕深松分层施肥技术。各处理详细施肥技术见表1。为便于机械化作业,每个处理设置面积338.4 m²(长47 m,宽7.2 m,共12行),各处理重复3次。供试玉米品种为‘郑单1002’,均采用机械等行距60 cm播种,传统施肥技术采用一般农用播种机;其他施肥技术采用改进的玉米免耕深松分层施肥精播机。各处理机播密度均为70000株/hm²,其他管理与一般高产田相同。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 叶面积指数(LAI) 在玉米吐丝期使用美国LI-COR生产的Manual-LAI-2200冠层分析仪在基部对玉米植株叶面积指数进行测定。

1.2.2 干物质积累 在玉米吐丝期和成熟期(分地上部植株和籽粒)取样,各处理选取长势一致的植株10株

表1 5个施肥处理的具体施用技术

处理编号	肥料类型	追肥	施入深度/cm	上下层比例
1	复合肥	—	—	—
2	缓控释肥	—	8、12	3:7
3	复合肥	追施氮肥	8、12	5:5
4	复合肥	追施氮肥	8、12	3:7
5	复合肥	追施氮肥	6、12	3:7

注:复合肥中氮、磷、钾比例为15:15:15,缓控释肥中氮、磷、钾比例为26:10:9;各处理在玉米全生育期内施氮量均为270 kg/hm²,其中,处理3、4、5均在大喇叭口期按基追比5:5进行追施尿素(N含量46%)。各处理磷钾肥均一次性基施,用量保持一致,不足的以过磷酸钙(P₂O₅含量12%)和氯化钾(K₂O含量60%)进行补充。

进行烘干称重。

1.2.3 氮肥偏生产力 氮肥偏生产力(NFPF, kg/kg)=作物经济产量/施氮量。

1.2.4 产量测定及考种 成熟后各小区收获10个果穗测定产量,考察每穗穗行数、行粒数、千粒重等穗部性状。

1.3 数据处理

测定结果使用SPSS 15.0 (Statistical Product and Service Solutions)软件进行数据处理和分析,处理间差异显著性分析采用Duncan多重比较的方法进行。柱形图均由Excel 2007软件完成,误差线为标准偏差。

2 结果与分析

2.1 不同土层氮肥配施方式对夏玉米产量及干物质积累的影响

表2显示了不同土层氮肥配施条件下夏玉米产量及其构成因素。由此可知,不同施肥技术对夏玉米产量有显著影响,而对穗粒数和千粒重的影响则不显著。夏玉米产量在采用免耕深松分层施肥技术的处理2、3、4、5中均显著高于对照(处理1);分别较对照(处理1)增产5.5%、5.8%、7.9%和5.9%,其中以处理4增产效果最大。千粒重在各免耕深松分层施肥条件下也较对照有所增加,分别较对照增加了4.7%、6.7%、8.3%和7.4%。这说明,免耕深松分层施肥方式较传统“一炮轰”施肥能显著提高夏玉米产量;复合肥基施配合后期尿素追氮的方式较控释肥一次性施入增产效果好;以复合肥分别在耕层8 cm和12 cm深以3:7比例施入,结合大喇叭口期追施尿素的增产效果最显著。

表2 不同土层氮肥配施方式对夏玉米产量及其构成的影响

处理	理论产量/(kg/hm ²)	穗粒数/粒	千粒重/g
1	9680.81b	520.67a	315.03a
2	10216.88a	524.67a	329.94a
3	10238.39a	516.00a	336.19a
4	10441.35a	518.32a	341.32a
5	10252.06a	513.36a	338.37a

注:表中数字后不同小写字母表示差异达5%显著水平。

不同免耕深松分层施肥技术对各生育期玉米干物质积累量也有显著的影响。从图1可以看出,各免耕深松分层施肥处理(处理2、3、4、5)的玉米植株在吐丝期、灌浆中期和成熟期的干物质积累量均显著高于对照(处理1),较对照在成熟期分别增加了9.1%、14.0%、18.0%和22.4%。吐丝期玉米干物质积累量在不同免耕深松分层施肥处理间无显著差异;而随着灌浆进程推进,

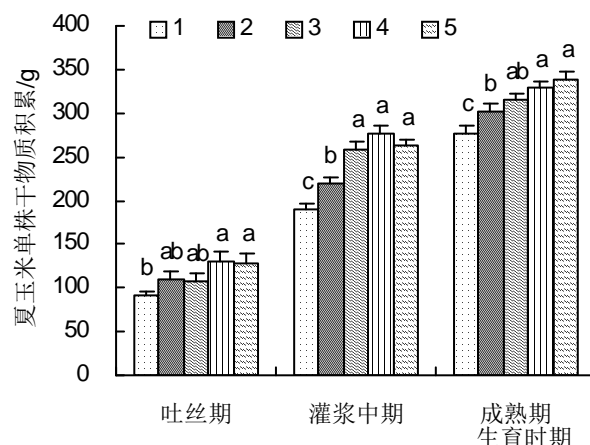


图1 不同生育时期各氮肥配施方式下夏玉米单株干物质积累量

到灌浆中期和成熟期,基施复合肥配合后期追加尿素的分期施肥方式下玉米植株干物质积累量显著高于一次性分期基施缓控肥的施肥方式。这说明,后期追施氮肥对提高玉米植株干物质积累量具有重要的作用;缓控释肥较传统“一炮轰”施肥方式更有利于成熟期玉米干物质积累,但其效果次于大喇叭口期追施氮肥的施肥方式。

2.2 不同土层氮肥配施方式对夏玉米叶面积指数的影响

图2中展示了不同生育时期各免耕深松分层施肥技术下夏玉米叶面积指数的变化情况。由图可知,玉米叶面积指数从吐丝期至成熟期,呈逐渐下降的趋势;其中,以吐丝期玉米叶面积指数最高。在不同施肥技术中,免耕深松分层施肥方式的叶面积指数显著高于传统“一炮轰”技术,但各免耕深松分层施肥方式(处理2、3、4、5)之间无显著差异;以吐丝期玉米叶面积指数的增加效果最明显,处理2、3、4、5分别较对照(处理1)增加了26.7%、34.9%、37.8%和23.8%。因此,免耕深

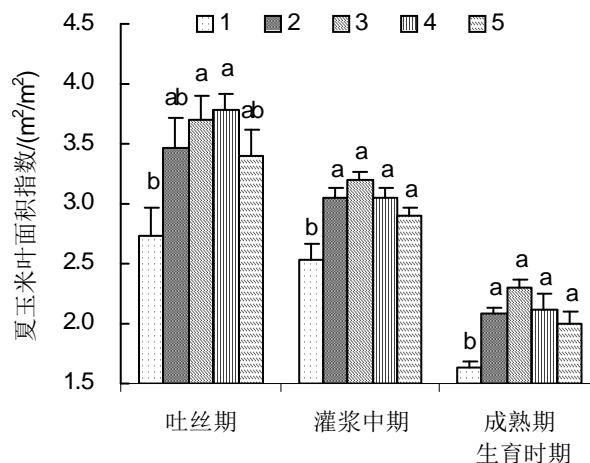


图2 不同生育时期各施肥技术下夏玉米叶面积指数

松分层施肥能有效提高玉米植株叶面积指数,但一次性分层基施缓控肥与分层基施复合肥结合后期追施尿素的施肥方式效果相同;同时,不同分层深度和肥料比例之间也没有差异。

2.3 不同土层氮肥配施方式对夏玉米氮肥利用的影响

在氮肥利用效率评价指标中,氮肥偏生产力从作物增产方面显示了作物对氮素的利用效率。从图3中可以看出,免耕深松分层施肥技术较传统“一炮轰”技术显著提高了玉米氮肥偏生产力,处理2、3、4、5施肥方式分别较对照(处理1)增加了5.5%、5.8%、7.9%和5.9%。4个免耕深松分层施肥方式的氮肥偏生产力之间无显著差异,其中以处理4的氮肥偏生产力最高,较对照的增幅为2.8 kg/kg。这说明,免耕深松分别在8 cm和12 cm深度按照3:7比例施入复合肥作为基肥,配合大喇叭口期追施尿素的施肥方式能够最大幅度的提高氮肥偏生产力。

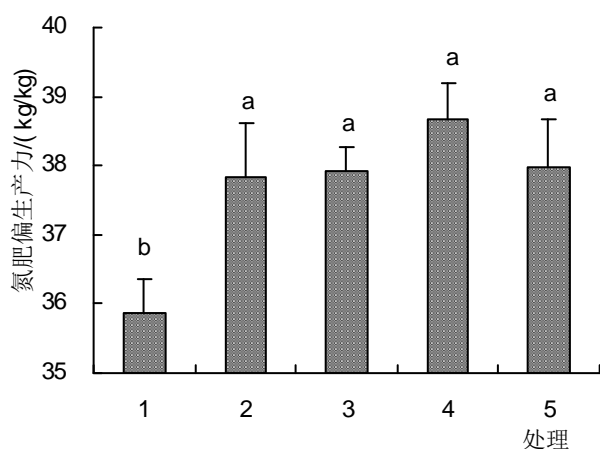


图3 不同土层氮肥配施方式对夏玉米氮肥偏生产力的影响

3 结论与讨论

土壤耕作方式对玉米植株生长发育至关重要,深松耕作可以加深耕层、疏松土壤;增加土壤通透性,促进植株根系下扎,有利于提高作物产量^[10,14]。分层施肥方式改变了传统土壤表层施肥造成的“上肥下瘦”现象,促进根系生长发育,增加作物吸收养分和抗旱能力,提高作物产量^[15]。合理的耕作方式和施肥技术相结合可以改善作物生长环境,增强作物抗旱保墒能力,改善土壤肥力^[16]。王锡久等^[12]通过研究深松分层施肥技术对冬小麦产量的影响,认为深松分层施肥技术可以促进小麦形成冬前壮苗,提高植株抗冻害能力,增加单位面积穗数,进而提高单产。张丽光等^[17]研究认为灭茬旋耕深松全层简化施肥方式可显著提高玉米光合特性、产量和经济效益。本研究结果表明,在相同施氮量的条件下,免耕深松分层施肥方式较传统“一炮轰”,

显著增加叶面积指数、提高植株干物质积累量,最终提高玉米产量;同时,免耕深松分层施肥方式显著提高了氮肥利用效率,使氮肥偏生产力提高了5.5%~7.9%。

缓控释肥能够减慢肥料养分释放速度,延长释放期,在一定程度上达到了氮肥后移的效果。多数研究表明,缓控释肥不仅能够满足植株整个生育期对养分的需求,还能减少肥料损失,提高肥料利用效率^[18-19]。王宜伦等^[20]通过对不同肥料类型的研究发现,缓控释肥促进夏玉米植株对氮、磷、钾养分的吸收,提高了干物质积累量,具有显著的增产效果。本研究中,免耕深松分层一次施用缓控释肥方式较传统“一炮轰”方式具有显著的增产效果;但在不同免耕深松分层施肥方式中,大喇叭口期追施尿素的施肥方式均较一次性施用控释肥方式获得了较高的产量、干物质积累量和氮肥偏生产力,但差异未达显著水平;其中,以免耕深松分别在8 cm和12 cm深度按照3:7比例施入复合肥作为基肥,配合大喇叭口期追施尿素的施肥方式获得最高产量和氮肥偏生产力,均较对照增加了7.9%。

免耕深松分层施肥方式可以提高玉米植株叶面积指数,增加干物质积累量,具有显著的增产效果。该项技术在夏玉米免耕铁茬播种区可以达到节本增效的目的,具有很大的发展前景。一次性施用缓控释肥与复合肥结合后期追肥效果无显著差异;同时本研究中分层施用复合肥的深度和比例之间差别较小,需进一步加大分层深度的研究。

参考文献

- [1] 付洪立.农业机械化在现代农业生产中的作用[J].现代农业科技,2014(10):205-206.
- [2] 李志勇,王璞,魏亚萍,等.不同施肥条件下夏玉米的干物质积累、产量及氮肥利用效率[J].华北农学报,2003,18(4):91-94.
- [3] 战秀梅,李亭亭,韩晓日,等.不同施肥对春玉米产量、效益及氮素吸收和利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(4):861-868.
- [4] 黄绍敏,宝德俊,皇甫湘荣,等.长期定位施肥对玉米肥料利用率影响的研究[J].玉米科学,2006,14(4):129-133.
- [5] 桑金梅,牛淑芳,张玉玲,等.机械深施化肥技术在玉米生产上的应用[J].山西农业大学学报,2003,22(4):328-330.
- [6] 吴广俊.氮肥深施对夏玉米根系分布及氮素利用效率的调控效应[D].泰安:山东农业大学,2016.
- [7] 郭建勋.化肥机械深施与传统施肥和人工施肥对比[J].农业工程,2013,3(1):26-27.
- [8] 王法政,董雅茹.低湿耕地玉米分层配比施肥的研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,1993,7(2):10-13.
- [9] 吴景贵,任成礼,代静玉,等.玉米一次性分层施肥技术研究[J].土壤肥料,1995(1):29-31.
- [10] 吕美蓉,李增嘉,张涛,等.少免耕与秸秆还田对极端土壤水分及冬小麦产量的影响[J].农业工程学报,2010,26(1):41-46.

-
- [11] 郭志军,佟金,周志立,等.深松技术研究现状及展望[J].农业工程学报,2001,17(6):169-174.
- [12] 王锡久,孙茂真,许卫霞,等.深松分层施肥技术对冬小麦产量及其构成因子的影响[J].山东农业科学,2015,47(3):76-79.
- [13] 尹博,张晓辉,冯海明.浅谈小麦深松分层施肥精播机械化技术的推广应用—以山东省日照市为例[J].中国农机化学报,2016,37(8):242-247.
- [14] 张丽,张中东,郭正宇,等.深松耕作和秸秆还田对农田土壤物理特性的影响[J].水土保持通报,2015,35(1):102-106.
- [15] 王振华,张喜英,陈素英,等.分层施肥及供水对冬小麦生理特性、根系分布和产量的影响[J].华北农学报,2008,23(6):176-180.
- [16] 赵金.玉米免耕深松全程施肥精量播种机的研究[D].保定:河北农业大学,2012.
- [17] 张丽光,李丹,刘磊,等.不同施肥种植模式对玉米光合特性、养分效率及产量性状的影响[J].水土保持学报,2013,27(2):115-125.
- [18] 王宜伦,李潮海,王瑾,等.缓/控释肥在玉米生产中的应用与展望[J].中国农学通报,2009,25(24):254-257.
- [19] 卢艳丽,自由路,王磊,等.华北小麦-玉米轮作区缓控释肥应用效果分析[J].植物营养与肥料学报,2011,17(1):209-215.
- [20] 王宜伦,刘举,苏瑞光,等.砂壤质潮土夏玉米适宜的化肥种类研究[J].玉米科学,2014,22(3):121-125.