



任冬雪,杨志会,梁秋华,等. 新型肥料硅谷复合肥在玉米生产中的应用[J]. 黑龙江农业科学,2023(7):35-40.

新型肥料硅谷复合肥在玉米生产中的应用

任冬雪,杨志会,梁秋华,穆云森,李 一,李青松

(承德市农林科学院,河北 承德 067000)

摘要:为探究新型肥料硅谷复合肥在玉米生产中的应用效果,以传统施肥方式(底肥+追肥)为对照,选择新型肥料硅谷复合肥、包衣尿素及玉米专用缓释肥 3 种肥料田间试验,通过比较各处理的干物质积累量、籽粒灌浆速率、产量及经济效益等指标评价各种肥料的效果。结果表明,肥料种类显著影响玉米干物质的积累,硅谷复合肥能促进玉米植株地上部干物质的积累、增加籽粒灌浆速率,玉米成熟期地上部干物质积累量较对照增加 10.93%,最大籽粒灌浆速率较习惯施肥对照增加 2.27%,平均籽粒灌浆速率较对照增加 1.28%,其通过增加行粒数及百粒重来提高玉米产量,行粒数较习惯施肥对照增加 4.90%,百粒重较习惯施肥对照增加 1.19%,较习惯施肥对照增产 11.09%,净收益增加 305.52 元 $\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 。施用硅谷复合肥能提高产量、增加收益,可在玉米生产中推广应用。

关键词:硅谷复合肥;灌浆特性;干物质积累;产量;经济效益

根据国家统计局发布的数据显示,2012 年全国玉米产量为 20 812 万 t,增产 1 534 万 t,玉米产量超过稻谷产量 383 万 t,成为我国第一大粮食作物,对维护我国粮食安全起到至关重要的作用,玉米被誉为 21 世纪的谷类作物之王,是粮食、经济、果蔬、能源等多元用途作物^[1-2]。肥料是农业生产中的重要因素,对提高作物产量和保证粮食安全方面具有重要意义。长期施用化学肥料带来土地质量下降、污染环境等问题^[3]。2015 年农业部制定《到 2020 年化肥使用零增长行动方案》,该方案的实施不仅要求化肥使用量呈现零增长甚至是负增长的趋势,还要求在化肥使用量“零增长”的同时减少养分流失,实现养分高效利用^[4-5],对农业生产提出新目标,研发新型肥料成为农业现代化发展的重要目标。因此,应用并推广新型肥料成为化肥减施增效、促进农业可持续发展的重要手段。

新型肥料是指利用新方法、新工艺生产的具有复合高效、缓/控释和环境友好型等特征的肥料,与传统化学肥料相比,新型肥料具有肥效长、损失小、稳定性强等特点^[5-6],目前新型肥料已在农业生产中大量应用,赛克·赛琴^[7]研究表明,生物有机肥可以增加玉米的株高、穗数和穗粒数,增产 11%;

崔庆子^[8]研究表明,新洋丰肥料可使葡萄糖的含糖量提高 8.88%、粒重提高 13.04%、粒数提高 6.12%,产量提高 26.30%,纯收益增加 2 100 元 $\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 。张萌等^[9]研究表明,施用新型肥料能够降低土壤磷酸酶活性,使小白菜氮素和钾素积累发生后移,缩短养分快速积累持续期,提高养分增长速率,实现肥料的高效利用。刁倩等^[10]研究证明,施用 γ -聚谷氨酸复合肥可提高农作物发育期对养分的吸收利用率,同时能促进作物叶片生长和根茎的发育;刘文璐等^[11]研究表明,含腐植酸复合肥可提高茄子产量,增产率为 10.72%~16.46%,同时能提高茄子对氮素、磷素、钾素的吸收利用率、生理利用率和农学利用率。

硅谷复合肥由河北硅谷肥业有限公司研发生产。该肥料是运用特殊工艺技术,结合有机硅与 N、P、K 等多种元素制成的新型复合肥产品^[12]。该肥料能破除土壤板结,促进形成土壤团粒结构,增强根系呼吸能力,加厚细胞壁的厚度,增加角质层,提高作物抗逆能力,同时该肥料水溶性好,流失少,能有效改善农田环境,减少面源污染。为减少玉米生产中化肥施用量,提高肥料利用率,降低污染,本研究以玉米生产中常用的施肥方式为对照,探索硅谷复合肥在玉米生产中的应用效果,为硅谷复合肥在玉米生产中的推广与应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于河北省承德市滦平县虎什哈镇中美友谊示范农场内,该区域海拔 320 m,年均气温

收稿日期:2023-04-07

基金项目:河北省现代农业玉米产业技术体系“玉米产业体系”(HBCT2018020402);河北省重点研发计划项目(213263-26D,20326412D);承德市科技计划项目(202008F016)。

第一作者:任冬雪(1993—),女,硕士,助理研究员,从事玉米栽培技术研究。E-mail:15369307596@163.com。

通信作者:李青松(1969—),女,学士,研究员,从事玉米栽培技术研究。E-mail:liqingsong69@163.com。

7.7℃,年无霜期 151 d,年均降水量 351.1 mm,70%~80%的降水量集中在 6 月—8 月。试验地土壤类型为壤土,0~20 cm 土层土壤理化性质:容重 1.32 g·cm⁻³,pH 为 7.9,全氮、全磷、全钾含量分别为 0.96、1.00 和 23.00 g·kg⁻¹,碱解氮、有效磷、速效钾含量分别为 81.1、5.1 和 149.4 mg·kg⁻¹,有机质含量为 17.60 g·kg⁻¹。

1.2 材料

尿素(N≥46%),由内蒙古鄂尔多斯联合化工有限公司提供;西洋复合肥(N-P₂O₅-K₂O=12-18-15),由黑山西洋特肥有限责任公司提供;硅谷复合肥(N-P₂O₅-K₂O=28-11-11),由河北省硅谷农业科学研究院提供;控失四季缓释肥(N-P₂O₅-K₂O=26-10-2),由天津富成源肥业有限公司提供;过磷酸钙(≥18%),由河北省矾山磷矿有限公司提供;氯化钾(≥60%),由格尔木藏华大颗粒钾肥有限公司提供;包衣尿素(N≥46%),由北京市农林科学院提供。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 田间试验采用随机区组排列,详情见表 1,其中不施肥处理为空白对照,空白对照区不施用任何肥料,习惯施肥区为施肥对照,习惯施肥区的施肥方式为基施+追施,在玉米大喇叭口期追施尿素,其余处理按施肥方案施用,其中 P₂O₅、K₂O 的施用量分别为 82.5 kg·hm⁻²,不足的磷钾肥用过磷酸钙及氯化钾补充。试验共设 5 个处理,每个处理 3 次重复,共设 15 个小区,每个小区长 15 m、宽 6 m,小区面积为 90 m²,小区外围设置 4 行保护行。

供试玉米品种为裕丰 310,玉米栽培方式为露地平作,行距为 0.6 m,株距为 0.3 m,种植密度为 55 500 株·hm⁻²,田间管理措施同当地大田。试验于 2021 年 4 月 23 日播种,6 月 30 日追肥,10 月 12 日收获。

表 1 不同处理肥料名称、施肥方式及施肥量

编号	处理	肥料名称	施肥方式	施肥量/(kg·hm ⁻²)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK	不施肥	—	—	—	—	—
PN	习惯施肥	西洋复合肥+尿素	基施+追施	243	82.5	82.5
GN	硅谷复合肥	硅谷复合肥	基施	210	82.5	82.5
BN	包衣尿素	包衣尿素	基施	346	—	—
SN	一次性缓释肥区	控释四季掺混肥料	基施	195	82.5	82.5

1.3.2 测定项目及方法 干物重的测定:在玉米拔节期开始,每隔 15 d 进行取样,将取回的玉米植株用清水洗干净放置在实验台上晾至表面无水珠,吐丝以前按茎、叶 2 个部位分离;吐丝期按茎、叶、穗 3 个部位分离;灌浆期及以后按茎、叶、穗和籽粒 4 部分分离,称取鲜重后放入 105℃的烘箱内杀青 1 h,再用 80℃烘干至恒重后称取干重。

灌浆过程的测定:在玉米吐丝之前,选择 30 株能代表小区内整体长势的植株进行标记和套袋,套袋后统一人工授粉,在授粉后第 7 天开始取样,每隔 10 d 取一次样,直至种子成熟,每次取样选取 3 个果穗中部籽粒 100 粒,称量后烘干,获取籽粒干重。

每粒灌浆速率(g·d⁻¹)=[干重(t₁)-干重(t₀)]/[100×(t₁-t₀)]

式中,t₀、t₁分别表示前后 2 次调查时间。

利用 Logistic 方程模拟群体籽粒灌浆进程,计算灌浆速率^[9]。

$y=k/(1+ae^{-bx})$

式中,y 为单位面积籽粒干重,k 为理论单位面积粒重最大值,a、b 为待定参数,x 为吐丝后天数。

穗部性状的测定:将挂牌的玉米 10 株进行测产及考种,对 10 株果穗的主要经济学性状(穗长、穗粗、穗行数、秃尖长、行粒数、百粒重)进行考种,测量各处理籽粒含水量。

产量的测定:各个小区选取有代表性的 4 行植株,分别测定其玉米鲜穗重,在称重后的鲜穗中选择 10 个能代表整个小区长势的鲜穗称重,称重后脱粒,称量 10 穗粒重,计算出籽率,用 PM-888 谷物水分测定仪测定籽粒含水量(%);按玉米籽粒含水量国家标准 14.0%计算产量。

玉米产量(kg·hm⁻²)=鲜穗重(kg·hm⁻²)×出籽率×(1-鲜籽粒含水率)/(1-14%)

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2013 进行数据整理和作图(表),用 SPSS 26.0 软件对产量进行差

异显著性分析,不同处理之间多重比较及其显著性水平($P<0.05$)通过最小显著差数法 LSD 进行检测。

2 结果与分析

2.1 不同肥料对玉米地上部干物质积累的影响

由表 2 可知,肥料种类显著影响玉米干物质积累量。在玉米拔节期,各处理地上部干物质积累量相比,PN>BN>SN>GN>CK,PN、GN、BN、SN 处理的地上部干物质积累量较 CK 处理显著提高 29.13%~42.91%。各施肥处理相比,GN 和 SN 处理的地上部干物质积累量较 PN 显著降低 9.64%和 5.83%,BN 处理的地上部干物质积累量与 PN 处理差异不显著。在玉米抽雄期,各处理地上部干物质积累量差异不显著。在玉米灌浆期,各处理地上部干物质积累量表现为 GN>PN>BN>SN>CK,各施肥处理干物质积累量均高于 CK 处理,较 CK 高 13.89%~37.66%,各

施肥处理相比,BN、SN 处理地上部干物质积累量显著低于 GN 和 PN 处理,较 GN 处理低 17.08%和 17.27%,较 PN 处理低 15.18%和 15.37%。在玉米乳熟期,各处理地上部干物质积累量相比,GN>BN>SN>PN>CK,各施肥处理的地上部干物质积累量较 CK 处理提高 6.18%~21.37%,GN 处理地上部干物质积累量较 PN 显著高 14.31%,其余各处理间差异不显著。在玉米完熟期,各施肥处理的地上部干物质积累量极显著高于 CK 处理,较 CK 处理高 14.82%~27.36%,GN 处理地上部干物质积累量显著高于 PN 和 SN 处理,分别高 10.93%和 9.13%,PN、BN、SN 处理间地上部干物质积累量差异不显著。综合比较各处理干物质积累量,GN 处理前期生长较慢,在玉米灌浆期及以后干物质积累较快,说明施用硅谷复合肥能促进生育后期干物质的积累。

表 2 不同肥料对玉米单株地上部干物质积累的影响

处理	干物质积累量/g				
	拔节期 V6	抽雄期 VT	灌浆期 R2	乳熟期 R3	完熟期 R6
CK	46.59 cB	154.03 a	221.37 b	322.17 b	334.25 cB
PN	66.58 aA	154.46 a	297.90 a	342.07 b	383.77 bA
GN	60.16 bAB	147.92 a	304.74 a	391.01 a	425.71 aA
BN	66.55 aA	155.90 a	252.69 b	372.83 ab	401.04 abA
SN	62.70 bAB	146.59 a	252.12 b	357.27 ab	390.11 bA

注:不同大小写字母表示在 $P<0.01$ 或 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

对不同处理的玉米地上部干物质积累量与出苗后天数进行 Logistic 模型拟合分析,由表 3 可知,PN 处理最大增速日出现的时间最早,较其余处理早 3.65~12.56 d;与 CK 处理相比,GN 处理最大增速日出现的时间早 1.96 d,BN 和 SN 处理较 CK 分别晚 3.81 和 6.95 d。比较各处理增速持续期可知,PN 处理增速持续期最短,为 23.99 d,其余施肥处理的增速持续期较 PN 长 1.01~14.59 d,PN 处理为底肥+追肥种植方式,在大喇叭口期追施尿素使得土壤中速效养分充足,玉米根部快速吸收养分积累干物质,增速持续期较其他处理短。比较各处理最大增长速率和平均增长速率可知,GN 处理的最大增速和平均增速最高,较 PN 分别高 6.54%和 6.59%,较 CK 分别高 53.76%和 53.82%。综合比较可知,GN 处理最大增速、平均增速和增速持续期均高于 PN 处理,说明硅谷复合肥能提高干物质积累速率,延长干物质积累的持续期,包衣尿素和缓释肥能延长干物质积累的持续期。

2.2 不同肥料对玉米籽粒灌浆速率的影响

由图 1 可知,各处理玉米籽粒灌浆速率呈单峰曲线变化,最大灌浆速率出现的时间为授粉后 30 d,峰值表现为 GN>BN>SN>PN>CK,GN 处理的最大灌浆速率较 PN 高 4.60%,BN 处理的最大灌浆速率较 PN 高 2.30%,SN 处理的最大灌浆速率与 PN 相同,与 PN 相比,施用硅谷复合肥、包衣尿素能提高玉米籽粒的灌浆速率。

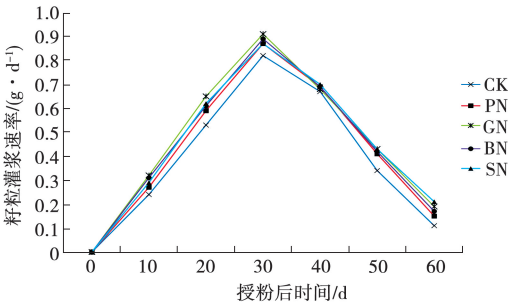


图 1 不同肥料对玉米籽粒灌浆速率的影响

不同处理玉米籽粒干物质积累与授粉后天数进行 Logistic 模型拟合分析,由表 4 可知,各处理的决定系数(R^2)在 0.997~0.999 之间,拟合效果较好。各处理的灌浆速率最大增速日出现的时间为授粉后 28~29 d,GN 处理籽粒灌浆最大增速日较 PN 早 0.58 d,BN 处理籽粒灌浆最大增速日较

PN 早 0.77 d,SN 处理籽粒灌浆最大增速日较 PN 晚 0.15 d。各处理的最大增速在 0.85~0.90 $\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$,平均增速在 0.74~0.79 $\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$,GN、BN、SN 处理最大增速较 PN 增加 1.14%~2.27%,GN、BN、SN 处理平均增速较 PN 增加 0%~1.28%。

表 3 不同肥料处理的玉米地上部干物质积累量与出苗后天数的 Logistic 拟合方程

处理	R^2	Logistic 方程	最大增速日/d	最大增速/ ($\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)	平均增速/ ($\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)	增速持续 期/d	速增始 期/d	速增末 期/d
CK	0.979	$y=337.32/(1+884.79\times e^{-0.087x})$	78.31	7.31	6.41	30.40	63.11	93.51
PN	0.977	$y=384.42/(1+2933.89\times e^{-0.110x})$	72.70	10.55	9.25	23.99	60.71	84.70
GN	0.984	$y=426.90/(1+3115.09\times e^{-0.105x})$	76.35	11.24	9.86	25.00	63.85	88.85
BN	0.963	$y=412.37/(1+423.09\times e^{-0.074x})$	82.12	7.59	6.66	35.76	64.23	100.00
SN	0.943	$y=414.96/(1+337.36\times e^{-0.068x})$	85.26	7.08	6.21	38.58	65.97	104.54

表 4 不同施肥处理的玉米籽粒干物质积累量与授粉后天数的 Logistic 拟合方程

处理	R^2	Logistic 方程	最大增速日/d	最大增速/ ($\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)	平均增速/ ($\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)	增速持续 期/d	速增始 期/d	速增末 期/d
CK	0.998	$y=28.25/(1+31.78e^{-0.120x})$	28.85	0.85	0.74	21.97	17.86	39.83
PN	0.997	$y=31.28/(1+27.96e^{-0.113x})$	29.43	0.88	0.78	23.27	17.80	41.07
GN	0.997	$y=32.87/(1+23.77e^{-0.110x})$	28.85	0.90	0.79	23.99	16.86	40.84
BN	0.999	$y=31.80/(1+25.63e^{-0.113x})$	28.66	0.90	0.79	23.27	17.03	40.30
SN	0.997	$y=32.33/(1+25.73e^{-0.110x})$	29.58	0.89	0.78	23.99	17.58	41.57

2.3 不同肥料对玉米产量及产量构成的影响

由表 5 可知,PN 处理穗长最长,为 18.73 cm,CK 处理穗长最短,为 16.73 cm,处理间穗长差异不显著;各处理穗粗相比,PN 处理的穗粗最大,为 5.37 cm,CK 处理穗粗最小,为 5.17 cm,处理间穗粗差异不显著;CK 处理秃尖最长,BN 处理秃尖长最短,GN 和 SN 处理秃尖长较 PN 处理短 15.23%~23.86%,BN 处理的秃尖长极显著低于 PN。各处理穗行数无显著差异;各施肥处理

的行粒数显著高于 CK 处理,GN 处理的行粒数较 PN 提高 4.90%,BN 处理行粒数较 PN 降低 1.09%,SN 处理的行粒数较 PN 降低 3.27%。比较各处理百粒重可知,各施肥处理百粒重较 CK 高 14.02%~22.14%,各处理中 BN 处理百粒重最高,较 CK 极显著提高 22.14%、较 PN 显著提高 7.11%。各施肥处理百粒重相比,GN、BN、SN 处理的百粒重较 PN 高 1.19%~7.11%。

表 5 不同肥料对玉米产量构成的影响

处理	穗行数	行粒数	百粒重/g	穗长/cm	穗粗/cm	秃尖长/cm
CK	17.10 a	32.40 cB	32.30 cB	16.73 a	5.17 a	3.27 aA
PN	18.10 a	36.70 abA	36.83 bAB	18.73 a	5.37 a	1.97 bAB
GN	17.60 a	38.50 aA	37.27 abAB	18.50 a	5.20 a	1.50 bcBC
BN	17.30 a	36.30 abA	39.45 aA	18.07 a	5.20 a	1.00 cC
SN	17.90 a	35.50 bAB	38.17 abA	17.67 a	5.23 a	1.67 bBC

由表 6 可知,CK 处理理论产量和实收产量均最低,分别为 9 542.70 和 8 889.50 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,PN 处理的理论产量最高,为 14 601.10 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,GN 处理的实际产量最高,为 13 675.50 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

各施肥处理的理论产量相比,GN、BN、SN 处理的理论产量较 PN 降低 3.71%~7.48%,施肥处理间差异不显著;各施肥处理实际产量相比,GN 处理实际产量较 PN 提高 11.09%、BN 处理实际产

量较 PN 降低 6.59%、SN 处理实际产量较 PN 提高 4.25%。综合比较各种肥料对产量及产量构成因素的影响可知,与对照相比,施用硅谷复合肥(GN)通过提高粒数和粒重增加产量。

2.4 不同处理间经济效益比较

由表 7 可知,PN 处理生产总成本最高,GN、BN、SN 处理生产总成本较 PN 减少 50.67~158.17 元·(667 m²)⁻¹。各处理总收益相比,GN 处理总收益最高,达 2 552.78 元·(667 m²)⁻¹,CK 处理总收益最低,达 1 659.37 元·(667 m²)⁻¹,GN 处理的总收益较 PN 高 254.86 元·(667 m²)⁻¹,SN 处理总收益较 PN 高 97.87 元·(667 m²)⁻¹,BN 处理总收益较 PN 低 151.41 元·(667 m²)⁻¹。各施肥处理净收益相比,GN 处理净收益较 PN 增加 305.52 元·(667 m²)⁻¹,BN 处理净收益较

PN 降低 30.75 元·(667 m²)⁻¹,SN 处理净收益较 PN 增加 256.03 元·(667 m²)⁻¹。施用硅谷复合肥较底肥+追肥施肥模式减少生产成本,增加净收益,在玉米生产上可使用硅谷复合肥一次性基施代替底肥+追肥施肥模式。

表 6 不同肥料对玉米产量的影响

处理	理论产量		实际产量	
	数值/ (kg·hm ⁻²)	增产率/ %	数值/ (kg·hm ⁻²)	增产率/ %
CK	9542.70 b	-34.64	8889.50 c	-27.79
PN	14601.10 a	—	12310.50 ab	—
GN	14058.90 a	-3.71	13675.50 a	11.09
BN	13764.30 a	-5.73	11499.20 bc	-6.59
SN	13508.70 a	-7.48	12834.60 ab	4.25

表 7 各处理成本及经济效益比较

单位:元·(667 m²)⁻¹

处理	材料费			人工费用	机械费	生产 总成本	总收益	净收益	较 CK 增收
	种子	肥料	农药						
CK	50.00	0	25.00	420.00	120.00	615.00	1659.37	1044.37	-315.89
PN	50.00	190.67	25.00	550.00	120.00	935.67	2297.92	1362.26	—
GN	50.00	270.00	25.00	420.00	120.00	885.00	2552.78	1667.78	305.52
BN	50.00	200.00	25.00	420.00	120.00	815.00	2146.51	1331.51	-30.75
SN	50.00	162.50	25.00	420.00	120.00	777.50	2395.79	1618.29	256.03

3 讨论

与传统肥料相比,施用新型肥料能促进作物生长,增加产量,加速植物对养分的吸收,实现养分高效利用^[5,13]。成绍鑫等^[14]研究表明,腐植酸能改变氮素的形态,加入腐植酸使尿素中的部分无机氮转变成有机态氮,此外,腐植酸具有的生物活性能够促进根系生长发育,增强作物根系对营养元素的吸收能力^[15],还能够调节作物新陈代谢,促进氮素在植株体内的转移,进而提高籽粒氮素收获指数^[16]。本研究表明,施用硅谷复合肥后较常规处理增产 11.09%,通过增加穗粒数和粒重来增产。这可能与硅谷复合肥能实现肥料水溶性与缓释型并存的特性有关,减缓养分释放速率。同时硅谷复合肥中含有少量的中微量元素(B、Zn),因本研究未对植株养分含量与转运机制、植株生理特性等指标进行检测,对硅谷复合肥中的中微量元素增产机理尚不明确,下一步将对硅谷复合肥增产的机制进行深入研究。

与对照相比,施用硅谷复合肥(GN)通过提高粒数和粒重增加产量。与 PN 处理相比,虽然 GN

处理产量与 PN 处理的产量差异未达到显著水平,但 GN 处理养分投入量(N 素)较 PN 处理减少 13.58%,施用硅谷复合肥能实现肥料减施增效。

除肥料本身的影响外,植株的施肥效果还受气象因子的影响,如温度、光照、降水等。任宁等^[17]研究发现,在干旱年份施用缓控肥,玉米干物质积累量较正常年份下降 16.8%~52.6%,氮素积累量下降 17.2%~65.9%。本研究表明,与常规施肥相比,施用缓释肥(SN)虽增产 4.25%,产值增加 256.03 元·(667 m²)⁻¹,但因其为一次性肥料,肥料不稳定^[5],在玉米生长后期出现“脱肥”现象。与传统施肥方式相比,包衣尿素(BN)在生育前期能促进作物干物质积累,生育后期出现氮素亏缺的情况,不能有效的将土壤氮素转化到籽粒当中,造成作物减产^[5,18]。

合理评价某项田间管理措施在农业生产中的实际应用价值,不仅要考虑到作物增产效果、土壤环境问题,而且要考虑到实施过程中经济效益最大化。本研究表明,施用硅谷复合肥和缓释肥都能降低氮素的施用量,但因施用硅谷复合肥获得的净收益最高,故本研究推荐施用硅谷复合肥。

4 结论

各施肥处理相比,硅谷复合肥处理产量最高,较对照增产 11.09%,净收益达到最大,净收益较对照增收 305.52 元·(667 m²)⁻¹。与普通化肥相比,施用硅谷复合肥能提高玉米籽粒灌浆速率,促进地上部干物质的积累,优化穗部性状,该施肥条件通过降低穗部秃尖长度、增加行粒数和百粒重来提高玉米产量。施用硅谷复合肥虽增加种植成本却能获得更高的收益,且其具有降低农业面源污染、改善农田环境的作用,可在玉米生产中推广应用。

参考文献:

[1] 毛长青. 新时代粮食安全观的理论内涵与实践路径[D]. 长春:吉林大学,2022.

[2] 王彦西. 中国种植业结构调整对农民收入影响研究[D]. 成都:西南财经大学,2019.

[3] 梁忠武,闫耀廷. 新型肥料在旱作区玉米上应用效果研究[J]. 甘肃科技纵横,2019,48(8):19-21.

[4] 史秋哲,朱学强,杨艳霞,等. 不同新型肥料对砂姜黑土夏玉米生长及氮素利用的影响[J]. 河南科学,2021,39(11):1821-1827.

[5] 刘高远,和爱玲,杜君,等. 豫南砂姜黑土区玉米新型肥料的应用效果分析[J]. 中国农学通报,2021,37(29):78-83.

[6] 范玉红,刘锦. 鲁西北平原玉米新型肥料应用效果研究[J]. 山东农业工程学院学报,2020,37(12):41-43.

[7] 赛克·赛琴. 尼勒克县玉米新型肥料生物有机肥肥效试验报告[J]. 新疆农业科技,2023(1):16-18.

[8] 崔庆子. 新洋丰新型肥料产品在葡萄上的田间示范研究[J]. 种子科技,2020,38(14):16-17.

[9] 张萌,赵欢,肖厚军,等. 新型肥料对小白菜养分积累特征及黄壤酶活性的影响[J]. 中国农业科技导报,2018,20(6):142-152.

[10] 刁倩,王斌,曹辉,等. γ -聚谷氨酸对水稻、玉米、大豆生长及产量的影响[J]. 南方农业,2020,14(28):48-52.

[11] 刘文璐,杨雨辉,郭书利,等. 不同腐殖酸含量的复合肥对茄子产量和养分利用率的影响[J]. 化肥工业,2017,44(6):77-81.

[12] 胡德具. 新型硅谷复合肥在藜草上施用效果试验[J]. 宁波农业科技,2018(3):17-19.

[13] 刘艳丽,丁方军,谷端银,等. 不同活化处理腐植酸-尿素对褐土小麦-玉米产量及有机碳氮矿化的影响[J]. 土壤,2015,47(1):42-48.

[14] 成绍鑫,武丽萍,柳玉琴,等. 腐植酸:脉络合物的工艺开发[J]. 腐植酸,1994(4):29-32.

[15] 梁太波,王振林,刘兰兰,等. 腐植酸尿素对生姜产量及氮素吸收、同化和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(5):903-909.

[16] NARDI S,PIZZEGHELLO D,SCHIAVON M,et al. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed based products and humic substances in plant metabolism[J]. Scientia Agricola,2016,73(1):18-23.

[17] 任宁,汪洋,王改革,等. 不同降雨年份控释尿素与普通尿素配施对夏玉米产量、氮素利用及经济效益的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2020,26(4):681-691.

[18] 周翔. 覆膜与控/缓释肥互作对渭北旱塬春玉米生长和水氮利用的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2019.

Application of New Fertilizer Silicon Valley Compound Fertilizer in Maize Production

REN Dongxue,YANG Zhihui,LIANG Qiuhua,MU Yunsen,LI Yi, LI Qingsong

(Chengde Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Chengde 067000,China)

Abstract: In order to investigate the effect of the new fertilizer Silicon Valley compound fertilizer in maize production, the study selected three fertilizers consist of Silicon Valley compound fertilizer, coated urea and maize dedicated slow-release fertilizer, using the traditional fertilizer application mode (substrate + chasing) as the control, and evaluated the effect of each fertilizer by comparing the dry matter accumulation, seed filling rate, yield and economic benefits of each treatment. The results showed that the type of fertilizer significantly affected the accumulation of dry matter in maize, and Silicon Valley compound fertilizer could promote the accumulation of aboveground dry matter in maize plants and increase the rate of grain filling, and the accumulation of aboveground dry matter in maize at maturity increased by 10.93%, the maximum rate of grain filling increased by 2.27%, and the average rate of grain filling increased by 1.28% compared with conventioal fertilization control, and it increased the yield of maize by increasing grains of rows and the weight of 100 grains. The yield of maize was improved by increasing grains of rows and the weight of 100 grains, which increased by 4.90% and 1.19% compared conventioal fertilization the control, resulting in a yield increase of 11.09% and a net income of 305.52 yuan·(667 m²)⁻¹. The application of Silicon Valley compound fertilizer can improve yield and increase earnings, and can be applied in a large area instead of common fertilizer maize production.

Keywords: Silicon Valley compound fertilizer; filling characteristics; dry matter accumulation; yield; economic efficiency