

不同稳定性增效剂对玉米生长发育及其产量的影响

巩俊花¹, 高俊岭², 刘月田¹, 崔雅芬¹, 韩超¹, 解晓梅¹, 庄克章³

(1. 施可丰化工股份有限公司, 山东临沂 276024; 2. 金正大生态工程集团股份有限公司, 山东临沂 276024; 3. 临沂市农业科学院, 山东临沂 276024)

摘要 应用不同类型稳定性增效剂处理的肥料在玉米上进行试验, 结果表明, 不同类型稳定性增效剂处理的肥料对玉米的生长发育及产量均产生不同程度的影响, 其中增效剂和微量元素复配的肥料可显著提高玉米的穗位高、果穗鲜重和千粒重, 增产效果明显, 增产率达 2.43%~18.77%。该研究为研制新型稳定性肥料配方提供了理论依据。

关键词 增效剂; 玉米; 产量

中图分类号 S482.91 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)14-0153-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.14.042



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Types of Stability Synergist on Growth and Yield of Maize

GONG Jun-hua¹, GAO Jun-ling², LIU Yue-tian¹ et al (1. Shikefeng Chemical Co., Ltd., Linyi, Shandong 276024; 2. Jinzhengda Ecological Engineering Group Co., Ltd., Linyi, Shandong 276024)

Abstract Application of different types of fertilizer synergist treatment stability experiment on corn was studied, the results show that different types of fertilizer synergist treatment on maize growth and yield had different degrees of influence, the compound fertilizer of synergistic agent and trace element could significantly improve the corn ears height, ear fresh weight, 1 000-grain weight and had obvious effects in increasing production, the yield rate was 2.43%~18.77%. This study provided a scientific basis for developing a new formula of stable fertilizer.

Key words Synergist; Corn; Yield

在现代农业中, 化肥起着至关重要的作用, 它是粮食的“粮食”^[1]。由于化肥肥料利用率低、施用不合理等原因, 造成大量的资源浪费和生态环境污染。提高肥料效果和利用率是保障国家粮食安全^[2]、实现农业部“化肥零增长”行动方案的关键。许多学者在施肥方式^[3]、耕作方式和新型肥料^[4-5]开发等方面开展了大量研究, 已经取得不错的成效。稳定性肥料是国家重点支持的新型高效肥料产品之一, 是指在肥料生产过程中, 添加脲酶抑制剂或硝化抑制剂, 或者同时添加 2 种抑制剂的肥料^[6]。针对稳定性肥料的研究主要有硝化/脲酶抑制剂作用机理研究^[7-11], 抑制剂与腐殖酸、聚谷氨酸等物质复配的增效效果研究^[12], 稳定性肥料产品在小麦、玉米、水稻等大田作物上应用效果的研究^[13-15], 成效显著。笔者以玉米为研究对象, 利用改性升级的稳定性增效剂与微量元素复配进行应用效果研究, 以期对稳定性肥料的产品升级提供理论支撑。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验在临沂市农业科学院玉米试验田进行, 地力均匀、平整, 灌排方便。临沂市农业科学院试验地 0~20 cm 耕层土壤肥力情况: 供试土壤为壤土, 前茬为小麦, 取土样风干化验分析, 土壤有机质 11.9 g/kg, 全氮 1.276 g/kg, 全磷 1.425 g/kg, 碱解氮 118.6 mg/kg, 速效磷 18.3 mg/kg, 速效钾 135 mg/kg, 速效硫 42.16 mg/kg。

1.2 试验材料 试验普通肥料配方为 26-11-11, 新型肥料在普通肥料配方基础上添加不同比例的增效剂复配而成。

供试玉米品种为郑单 958。

1.3 试验方法 试验设计 9 个处理, 每个处理重复 3 次。种植时采取区组设计。CK: 26-11-11 (普通肥料) 由尿素、二铵、钾肥原料配制而成; 新型肥料 A: 26-11-11 (普通肥料+NAM 10 g/kg); 新型肥料 B: 26-11-11 (普通肥料+W 10 g/kg); 新型肥料 C: 26-11-11 (普通肥料+W 20 g/kg); 新型肥料 D: 26-11-11 (普通肥料+NAM 5 g/kg+W 10 g/kg); 新型肥料 E: 26-11-11 (普通肥料+NAM 5 g/kg+W 20 g/kg); 新型肥料 F: 26-11-11 (普通肥料+NAM 5 g/kg+W 5 g/kg); 新型肥料 G: 26-11-11 (普通肥料+NAMG); 新型肥料 H: 26-11-11 (普通肥料+NAMH) (表 1)。

NAM、NAMG、NAMH 代表不同的稳定性增效剂, W 代表微量元素。

表 1 不同肥料处理用量

Table 1 Amount of different fertilizer treatments

处理 Treatment	新型肥料 New type fertilizer	用量 Amount kg/hm ²	基肥 Base fertilizer kg/小区	追肥 Topdressing
CK	普通肥料	600	13.5	不追肥
A	普通肥料+NAM 10 g/kg	600	13.5	不追肥
B	普通肥料+W 10 g/kg	600	13.5	不追肥
C	普通肥料+W 20 g/kg	600	13.5	不追肥
D	普通肥料+NAM 5 g/kg+W 10 g/kg	600	13.5	不追肥
E	普通肥料+NAM 5 g/kg+W 20 g/kg	600	13.5	不追肥
F	普通肥料+NAM 5 g/kg+W 5 g/kg	600	13.5	不追肥
G	普通肥料+NAMG	600	13.5	不追肥
H	普通肥料+NAMH	600	13.5	不追肥

基金项目 国家重点研发计划课题(2017YFD0200707); 山东省重大科技创新工程项目(2018CXCC0303)。

作者简介 巩俊花(1981—), 女, 山东济宁人, 农艺师, 硕士, 从事新型肥料助剂、液体肥、海洋生物等新产品研发及试验示范推广工作。

收稿日期 2019-08-16; **修回日期** 2020-01-18

选择地势平坦、土壤肥沃、地力均匀、排灌方便、交通便利的地块, 玉米种植密度 67 500 株/hm², 小区面积 15 m², 行长 5 m, 5 行区, 9 个处理, 重复 3 次, 27 个小区。采用种肥隔

离同播(种肥隔离7 cm),调整准确肥料播量,种子播深3~5 cm,肥料播深6~7 cm,确保种肥播种均匀、出苗整齐。其他管理、防治病虫害同大田。

1.4 田间观察及考种计产 收获时考种,取中间行连续取样10株,调查气生根数、株高、穗位高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、秃顶长度、百粒重、出籽率等。取中间2行计产,进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对玉米株高和穗位高的影响 从表2可以看出,除A处理外,不同施肥处理的玉米株高和穗位高不存在显著差异。

表2 不同肥料处理对玉米植株性状的影响

Table 2 Effects of different fertilizer treatments on characters of maize plant

处理 Treatment	株高 Plant height	穗位高 Ear height
CK	242.0 a	93.8 a
A	232.4 b	82.5 b
B	245.1 a	96.6 a
C	243.3 a	92.6 a
D	241.6 a	94.4 a
E	243.5 a	91.7 a
F	243.7 a	90.5 a
G	240.2 a	89.5 a
H	240.2 a	89.5 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

2.2 不同施肥处理对玉米生长发育的影响 从表3可以看出,叶片鲜重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为514.8 g,其次为A处理、E处理和F处理,分别为492.6、479.8和479.2 g,对照CK处理最小,为405.7 g;叶片干重H处理最大,为136.5 g,其次为A处理、G处理、E处理和F处理,分别为128.7、127.3、125.3和126.1 g,对照CK处理最小,为112.6 g。

茎鲜重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为1 214.4.7 g,其次为A处理和G处理,分别为1 200.6和1 190.9 g,对照CK处理最小,为988.3 g;茎干重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为299.3 g,其次为G处理和A处理,分别为290.1和288.7 g,H处理、G处理和A处理之间不存在显著差异,对照CK处理最小,为221.6 g。

果穗鲜重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为1 171.2 g,其次为G处理,为1 153.3 g,H处理和G处理之间不存在显著差异,对照CK处理最小,为724.2 g;果穗干重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为611.6 g,其次为G处理、A处理、F处理和E处理,分别为585.4、583.2、581.9和573.6 g。

植株鲜重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为2 900.3 g,其次G处理和A处理,分别为2 792.8和2 785.6 g,对照CK处理最小,为2 118.1 g,H处理比CK处理增加36.9%;植株干重不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为1 047.4 g,对照CK处理最小,为808.0 g,H处理比CK处理增加29.6%。

表3 不同肥料处理对玉米生长发育的影响

Table 3 Effects of different fertilization treatments on the growth and development of maize

处理 Treatment	叶片 Leaf		茎 Stem		果穗 Ear		植株鲜重 Plant fresh weight	植株干重 Plant dry weight
	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight		
CK	405.7 e	112.6 d	988.3 e	221.6 d	724.2 g	473.8 e	2 118.1 g	808.0 g
A	492.6 b	128.7 b	1 200.6 b	288.7 a	1 092.4 b	583.2 b	2 785.6 b	1 000.6 b
B	418.2 e	115.3 d	987.3 e	235.8 c	884.0 f	502.8 d	2 289.4 f	853.8 ef
C	450.5 d	122.7 c	1 051.7 c	238.0 c	903.6 e	519.3 d	2 405.8 e	880.0 e
D	465.9 c	124.5 c	1 007.8 d	236.7 c	1 039.2 c	569.6 c	2 512.9 d	930.7 d
E	479.8 b	125.3 b	1 070.6 c	270.1 b	974.2 d	573.6 bc	2 524.7 d	969.0 cd
F	479.2 b	126.1 b	1 058.7 c	269.2 b	1 089.2 b	581.9 b	2 627.1 c	977.2 c
G	488.7 b	127.3 b	1 190.9 b	290.1 a	1 153.3 a	585.4 b	2 792.8 b	992.8 c
H	514.8 a	136.5 a	1 214.4 a	299.3 a	1 171.2 a	611.6 a	2 900.3 a	1 047.4 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。表中数据为3株结果

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level. The data in the table are the results of 3 plants

2.3 不同施肥处理对玉米果穗生长的影响 从表4可以看出,单穗鲜重不同施肥处理之间存在显著差异,H处理最大,为0.195 kg,H处理、A处理和G处理之间不存在显著差异,B处理、C处理、D处理、E处理和F处理之间不存在显著差异,CK处理最小,为0.174 kg;果穗鲜重和果穗干重不同施肥处理之间存在显著差异,H处理最大,为942.68和846.33 kg,H处理和G处理之间不存在显著差异,其次为A处理,分别为920.83和827.84 kg,B处理、C处理、D处理、E处理和F处理之间不存在显著差异,CK处理最小,分别为763.34和711.52 kg。

2.4 不同施肥处理对玉米产量及其产量构成要素的影响 从表5可以看出,玉米产量以H处理最高为11 329.0 kg/hm²,比

对照CK处理增产18.8%,其次为A处理和G处理,分别为10 867.6和10 836.3 kg/hm²。穗长不同肥料处理间存在显著差异,H处理穗长最大,为17.2 cm,其次为G处理和A处理,分别为16.7和16.6 cm,CK处理、B处理、C处理、D处理、E处理和F处理之间不存在显著差异;穗粗和轴粗不同肥料处理间存在显著差异,H处理最大,H处理、A处理和G处理之间不存在显著差异,其余CK处理、B处理、C处理、D处理、E处理和F处理之间也不存在显著差异;穗行数和出籽率不同施肥处理间不存在显著差异;行粒数不同施肥处理间存在显著差异,H处理最大,为39.8,其次为G处理和A处理,分别为38.5和38.4,H处理、G处理和A处理之间不存在显著差异,B

处理、C 处理、D 处理和 E 处理之间不存在显著差异,对照 CK 最低,为 33.6;千粒重除 CK 处理外,其余不同施肥处理

表 4 不同肥料处理对玉米果穗生长的影响

Table 4 Effects of different fertilizer treatments on ear growth of maize

处理 Treatment	单穗鲜重 Single ear fresh weight kg	果穗鲜重 Ear fresh weight kg/hm ²	果穗干重 Ear dry weight kg/hm ²
CK	0.174 b	11 450.10 e	10 672.80 e
A	0.194 a	13 812.45 b	12 417.60 b
B	0.177 b	12 534.00 d	11 450.55 d
C	0.178 b	12 839.70 d	11 549.40 d
D	0.184 b	13 006.50 d	11 653.50 d
E	0.180 b	13 273.35 d	11 714.40 d
F	0.188 b	13 540.20 c	12 061.65 c
G	0.195 a	14 123.85 a	12 637.65 a
H	0.195 a	14 140.20 a	12 694.95 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

表 5 不同肥料处理对玉米产量性状的影响

Table 5 Effects of different fertilizer treatments on yield characters of maize

处理 Treatment	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear diameter cm	轴粗 Shaft thickness cm	穗行数 Spike row number	行粒数 Grain number per row	千粒重 1 000-grain weight/g	出籽率 Seed rate %	产量 Yield kg/hm ²
CK	16.3 c	5.024 b	2.964 b	15.7 a	33.6 c	302.2 b	86.2 a	9 538.5 e
A	16.6 b	5.240 a	3.166 a	16.2 a	38.4 a	312.3 a	86.3 a	10 867.6 b
B	16.3 c	5.084 b	2.898 b	16.0 a	36.2 b	305.8 a	86.3 a	9 635.4 d
C	16.1 c	5.060 b	2.912 b	15.9 a	36.4 b	306.1 a	86.6 a	9 694.8 d
D	16.4 c	5.090 b	2.938 b	16.0 a	36.8 b	308.7 a	86.8 a	9 904.6 d
E	16.1 c	5.068 b	2.946 b	16.0 a	37.3 b	308.1 a	86.9 a	9 770.4 d
F	16.2 c	5.088 b	2.938 b	15.8 a	37.3 b	309.7 a	86.7 a	10 459.9 c
G	16.7 b	5.214 a	3.156 a	16.0 a	38.5 a	311.4 a	86.6 a	10 836.3 b
H	17.2 a	5.272 a	3.204 a	16.1 a	39.8 a	315.6 a	86.7 a	11 329.0 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

参考文献

- [1] 吴鸣建,王艳语,许秀成.肥料添加剂的应用与发展[C]//河南省化学会.河南省化学会 2018 年学术年会摘要集.郑州:河南省化学学会,2018:375.
- [2] 朱筱婧,李晓明,张雪.低碳农业背景下提高肥料利用率的技术途径[J].江苏农业科学,2010(4):15-17.
- [3] 杨石秀.新型肥料及施肥方式对玉米产量的影响[J].现代农业,2015(3):46-48.
- [4] 史云峰,武志杰,张丽莉,等.新型高效肥料创制的意义、现状及发展趋势[J].磷肥与复肥,2011,26(6):1-5.
- [5] 马志远,贾鑫,刘志勇.功能型包膜缓/控释肥料的研究现状和发展前景[J].化工新型材料,2013,41(1):12-14.
- [6] 武志杰,石元亮,李东坡,等.稳定性肥料发展与展望[J].植物营养与肥料学报,2017,23(6):1614-1621.
- [7] 张文学,杨成春,王少先,等.脲酶抑制剂与硝化抑制剂对稻田土壤氮素转化的影响[J].中国水稻科学,2017,31(4):417-424.

间不存在显著差异。

3 结论与讨论

(1) 不同增效剂处理的肥料可显著提高玉米株高和穗位高,但不同增效剂处理之间差异不显著。与其他处理相比,NAMH、NAM、NAMG 施肥处理对玉米生长发育、产量性状有显著影响,NAMH 增效剂处理的玉米茎、叶、株秆、果穗的鲜/干重、穗长、穗粗、轴粗、千粒重和产量最大。其中果穗干重,与对照处理比较,提高 29.10%,与其他增效剂处理提高 4.48%~21.64%。植株干重,与对照处理比较,提高 29.63%,与其他增效剂处理比较提高 4.68%~22.67%。产量与对照处理比较,提高 18.77%,比其他增效剂处理提高 4.25%~17.58%。

(2) 与对照相比,NAM 减量与微量元素复配处理也能促进玉米的生长发育,提高玉米产量,但与 NAM 全量处理相比效果不明显。

综上所述,无论是经过升级改进的 NAM 还是 NAM 减量与微量元素复配均能显著改善玉米生长发育性状,提高玉米产量,这为稳定性肥料的产品升级提供了理论支持。

- [8] 倪秀菊,李玉中,徐春英,等.土壤脲酶抑制剂和硝化抑制剂的研究进展[J].中国农学通报,2009,25(12):145-149.
- [9] 王长军,李凤霞,谭松伟,等.硝化/脲酶抑制剂对宁夏灌淤土壤氮含量及其转化的影响[J].江苏农业科学,2019,47(21):285-289.
- [10] 黄强,郑佩林,郭函,等.尿素配施硝化/脲酶抑制剂对春季和秋季马铃薯产量及土壤矿质氮的影响[J].西北农业学报,2019,28(9):1499-1507.
- [11] 陈仙仙,王趁义,黄兆玮,等.第四类配合物型脲酶抑制剂对油菜生长及土壤氮素转化的影响[J].水土保持学报,2019,33(4):180-186.
- [12] 王玉,王玲莉,王平,等.不同养分增效剂对玉米产量和养分利用的影响[J].河北农业大学学报,2016,39(6):1-6,12.
- [13] 解永军,解永金,张贵国,等.“施可丰”稳定性肥料在小麦上的试验示范效果[J].农业科技通讯,2013(2):41-43.
- [14] 葛自兵.稳定性肥料对玉米产量及经济效益的影响[J].现代农业科技,2019(18):6,8.
- [15] 房娜娜,于立宏,卢宗云.稳定性肥料在水稻减肥增效上的应用初探[J].中国农技推广,2019,35(8):65-67,73.

(上接第 146 页)

- [6] 荀栋,张兢,何可佳,等. TH80-1 植保无人机施药对水稻主要病虫害的防治效果研究[J].湖南农业科学,2015(8):39-42.
- [7] 张志云,李长贺. 无人机技术在现代农业中的应用[J]. 农业工程,2016,6(4):23-25.
- [8] 娄尚易,薛新宇,顾伟,等. 农用植保无人机的研究现状及趋势[J]. 农机化研究,2017(12):1-6,31.

- [9] 邵振润,张帅,高希武. 杀虫剂科学使用指南[M].北京:中国农业出版社,2013.
- [10] 邵振润,闫晓静. 杀菌剂科学使用指南[M].北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [11] 全国农业技术推广服务中心. 主要农作物病虫害测报技术规范应用手册[M].北京:中国农业出版社,2011.
- [12] 农业部农药检定所生测室. 农药田间药效试验准则(二)[M].北京:中国标准出版社,2004.