



李延锋,王峥,刘杰,等.生物有机无机肥在小麦上的应用[J].黑龙江农业科学,2020(5):24-26.

# 生物有机无机肥在小麦上的应用

李延锋<sup>1</sup>,王 峥<sup>1</sup>,刘 杰<sup>1</sup>,刘 巍<sup>2</sup>,郭子元<sup>1</sup>

(1. 中化化肥有限公司,北京 100033;2. 中化农业(临沂)研发中心有限公司,山东 临沂 276000)

**摘要:**为促进小麦的高效种植,在河南驻马店开展小麦田间试验,分别设置无机复合肥(CK)处理、有机无机复合肥(T1)处理和生物有机无机复合肥(T2)处理,研究不同肥料对小麦生长和产量的影响。结果表明:与 CK 相比,T1 和 T2 均增加了小麦分蘖期的分蘖数、干物质量、生物量和 SPAD 值,以及成熟期的小麦产量及产量因素,分别增产 13.9%和 19.9%。因此,施用有机无机肥和添加复合微生物菌剂能有效促进小麦的生长和提高产量,促进肥料养分的高效利用,是未来粮食作物可持续生产的重要施肥措施。

**关键词:**小麦;生物有机无机肥;有机无机肥;复合菌剂

中国是世界化肥生产和消费第一大国<sup>[1]</sup>,但存在化肥长期施用不合理造成养分流失、土壤有机质结构破坏、微生物群落结构异常和土传病害加重等问题<sup>[2-3]</sup>,限制了农业的可持续生产。生物有机无机复混肥,是将有机肥料和无机肥料以科学比例进行复合,并在肥料中添加微生物复合菌剂的混合肥料,又称为“全元”复合肥<sup>[4]</sup>,这种类型的肥料既可有效满足作物对氮磷钾等无机养分的需求,又可通过有机物质和微生物的添加改善土壤的环境结构,改善土壤的微生物群落结构<sup>[5]</sup>。研究表明,施用生物有机无机复混肥相较传统意义的化肥,即无机复合肥,有明显的促进养分的利用、提高耕地质量和土壤环境、促进作物生长、提升作物品质的作用<sup>[6-7]</sup>,同时在肥料中添加微生物抑制了部分病原菌的生长和繁殖,从而起到防治病害的作用。

小麦是我国重要的粮食作物之一,种植面积广、需求量大,但存在种植成本高、收益低等问题<sup>[8]</sup>。本文通过对比生物有机无机肥和无机复合肥在小麦上的效果,验证并寻求更科学、合理的施肥方式,为小麦的高效种植提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2018 年 10 月至 2019 年 6 月在河南驻马店示范田进行,土壤基本理化性质为: pH8.7,0~20 cm 土层有机质含量 25.9 g·kg<sup>-1</sup>、

全氮 1.5 g·kg<sup>-1</sup>、全磷 0.9 g·kg<sup>-1</sup>、全钾 22.3 g·kg<sup>-1</sup>、碱解氮 140.9 g·kg<sup>-1</sup>、有效磷 11.0 mg·kg<sup>-1</sup>和速效钾 223.8 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试小麦品种为丰德存 1 号,播种量 225 kg·hm<sup>-2</sup>。对照肥料为鲁西无机复合肥(15-15-15),T1、T2 肥料为中化生态有机无机肥麦瑞保 15-40(17-17-6),均作基肥施用。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 本试验共设 3 个处理(表 1),每个处理 3 个小区,每个小区长 45 m,宽 3 m,面积 135 m<sup>2</sup>。其中,T2 在有机无机肥的基础上添加复合微生物菌剂,添加量为 5×10<sup>7</sup> cfu·g<sup>-1</sup>。试验按随机区组设计,地块四周设有保护行。在小麦的生长期,对病虫害防治情况及农药、灌溉等农事操作的时间进行记录。

1.3.2 测定项目及方法 在小麦的分蘖期随机取 10 株对小麦的分蘖数和生物量、干物质量进行测量,使用 SPAD(Soil and Plant Analyzer Development)叶绿素仪测定叶片叶绿素含量,收获后对产量因素(千粒重、穗粒数)进行测量。

1.3.3 数据分析 所有的试验数据通过 Excel 2010 来进行分析及整理,并采用 SPSS 22.0 统计分析软件对数据进行 LSD 法的差异显著性检验(α=0.05)。

## 2 结果与分析

### 2.1 生物有机无机肥对小麦分蘖期生长发育的影响

由表 2 可知,在小麦分蘖期,干物质量、生物量、分蘖数、SPAD 值的数据都是由无机复合肥(CK)、有机无机复混肥(T1)到生物有机无机复混肥(T2)依次增加的,与 CK 相比,T1、T2 分

收稿日期:2020-02-27

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0300805)。

第一作者:李延锋(1979-),男,博士,高级工程师,从事有机废弃物无害化资源化利用技术和农用功能微生物及生物有机类肥料研发利用技术研究。E-mail: liyanfeng3@sinochem.com。

别增加单株分蘖数 1.0 和 1.6 个,生物量分别增加 12.6%和 17.7%,干物质量分别增加 12.6%和 17.8%,SPAD 值分别增加 25.0%和 26.5%。这表示有机无机复合肥和无机肥相比有明显的促

生作用和更高的氮素吸收能力,而添加菌剂(T2)处理的各项数值都比不添加菌剂(T1)的处理高,说明添加菌剂可以在抽穗期看到肥料对小麦更好的促生效果。

表 1 试验处理及肥料用量

Table 1 Test treatments and fertilizer dosage

编号 No.	处理 Treatments	产品规格 Product specifications	施肥用量 Dosage/(kg·hm <sup>-2</sup> )	小区用量 Dosage in plot/kg
1	CK	无机复合肥(15-15-15)	750	10
2	T1	有机无机肥 15-40(17-17-6)	750	10
3	T2	生物有机无机肥 15-40(17-17-6)+菌剂	750	10

表 2 不同处理对小麦分蘖期分蘖数、生物量、干物质量及 SPAD 值的影响

Table 2 Effects of each treatment on tiller number,biomass,dry matter quantity and SPAD value during tillering stage of wheat

处理 Treatments	单株分蘖数 Tiller number per plant	生物量 Biomass per 10 plants/g	干物质量 Dry matter quantity per 10 plants/g	SPAD 值 SPAD value
CK	5.7±2.1 b	115.5±9.0 b	21.4±1.5 b	34.4±5.0 b
T1	6.7±1.9 ab	130.0±2.7 ab	24.1±0.5 ab	43.0±4.9 a
T2	7.3±2.8 a	136.0±4.0 a	25.2±1.0 a	43.5±1.4 a

注:同列不同小写字母代表  $P<0.05$ 。

Note:Different lowencase in the same line indicate  $P<0.05$ .

2.2 成熟期小麦产量和产量因素分析

由表 3 可知,小麦的产量 T2 和 T1 显著大于 CK,与 CK 相比 T1 和 T2 分别增产 64.7 kg·667 m<sup>2</sup>和 92.3 kg·667 m<sup>2</sup>,比率达到 13.9%和 19.9%。这表示施用有机无机肥可以显著提高小麦的产量,而在有机无机肥的基础上添加菌剂可以使小

麦的增产更进一步。在小麦的产量因素上,CK 的穗数、穗粒数和百粒重均低于 T1 和 T2,表示有机无机肥的增产是从增加单位面积穗数、每穗粒数和百粒重 3 个方面实现的,而添加菌剂相较不加菌剂的增产主要是因为增加了小麦的穗粒数和百粒重。

表 3 不同处理对小麦产量及产量因素的影响

Table 3 Effects of differects treatment on yield and yield factor of wheat

处理 Treatments	穗数 Spikenumber/(×10 <sup>4</sup> ·667 m <sup>2</sup> )	穗粒数 Grains per spike	百粒重 100-grain weight/g	产量 Yield/(kg·667 m <sup>2</sup> )
CK	28.33±0.6 b	36.1±8.2 b	4.55±0.15 a	464.7±10.0 b
T1	29.79±1.3 a	37.1±11.2 ab	4.79±0.01 a	529.4±22.8 a
T2	29.61±1.9 a	38.7±7.2 a	4.86±0.13 a	557.0±36.6 a

2.3 小麦收益分析

由表 4 可知,成本投入最高的是 T2 处理,且其毛收益、净收益均为最高,T1、T2 的纯收入较 CK

分别增加了 70.9 元·667 m<sup>2</sup>和 128.4 元·667 m<sup>2</sup>,增收比率分别为 11.5%和 20.9%。可知 T2 的投入产出效果最好。

表 4 不同处理对小麦收益的影响

Table 4 Effects of different treatments on economic benefits of wheat

处理 Treatments	产量 Yield/ (kg·667 m <sup>2</sup> )	毛收入 Gross income/ (yuan·667 m <sup>2</sup> )	肥料成本 Fertilizer cost/ (yuan·667 m <sup>2</sup> )	纯收入 Net income/ (yuan·667 m <sup>2</sup> )	较 CK 增加 Increased over CK/ (yuan·667 m <sup>2</sup> )
CK	464.7	994.6	120.0	614.6	-
T1	529.4	1133.0	187.5	685.5	70.9
T2	557.0	1192.0	189.0	743.0	128.4

注:各处理人工、农机等其他成本合计均为 260 元·667 m<sup>2</sup>。

Note: The total cost of labor,agricultural machinery and other costs for each treatment is 260 yuan·667 m<sup>2</sup>.

### 3 结论与讨论

通过对小麦分蘖期和成熟期的生长指标和产量的测定与分析,可以发现产量、SPAD 值、分蘖数、生物量等指标均是  $T2 > T1 > CK$ ,即对小麦的促生和增产作用,有机无机肥的效果优于无机复合肥,添加复合菌剂的生物有机无机肥效果优于有机无机肥。

研究显示,将有机肥料和无机肥料按合理的比例混施可以提高肥料的养分利用率,提高作物氮、磷元素的吸收积累<sup>[9]</sup>,使作物的养分利用更为合理,这个结论与本试验在分蘖期测定 SPAD 值的结果相同。多个田间试验的结果表示,微生物菌剂在小麦的生长过程中对分蘖、株高茎粗等生长指标起到了促进作用<sup>[10-11]</sup>,这种作用的机理常是由于微生物的添加改变了土壤中的微生物群落结构,改变了优势菌种,使得部分土壤酶等物质活性提高,促进了作物根系对氮磷等养分的吸收和利用<sup>[12]</sup>。

生物有机无机肥的这种机理现在被较多地应用在经济作物的种植中,可以较快地提高当季经济效益<sup>[13]</sup>,从本文的试验结果来看,生物有机无机肥在小麦肥料上相较无机复合肥增加了一定的成本,但收益大大提高,净收益增幅超过 20%,这为此类产品在粮食作物肥料市场的推广提供了更多的可能性。

### 参考文献:

- [1] 赵秉强,张福锁,廖宗文,等.我国新型肥料发展战略研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(5):536-545.
- [2] 许景钢,孙涛,李嵩.我国微生物肥料的研发及其在农业生产中的应用[J].作物杂志,2016(1):1-6.
- [3] 黄国勤,王兴祥,钱海燕.施用化肥对农业生态环境的负面影响及对策[J].生态环境,2004,13(4):656-660.
- [4] 梁晓琳,孙莉,张娟,等.利用 *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 研制复合微生物肥料[J].土壤,2015,47(3):558-563.
- [5] 陈思宇,陈志谊,张荣胜.水稻纹枯病菌拮抗细菌的筛选及鉴定[J].植物保护学报,2013,40(3):211-218.
- [6] 孙鹰翔,王明伟.有机无机复混肥对花生生长和品质的影响[J].土壤,2019,51(5):910-915.
- [7] 孙瑞娟,王德建,林静慧,等.长期施用有机无机肥对太湖流域土壤肥力的影响[J].土壤,2009,41(3):384-388.
- [8] 王玉庭.中国小麦消费现状及趋势分析[J].中国食物与营养,2010(5):46-50.
- [9] 孙超,田稼,姚培鑫,等.微生物有机无机复混肥对陕北苹果产量及品质的影响[J].广东农业科学,2013(17):57-59,63.
- [10] 秦嘉海,刘金荣,谢晓蓉,等.有机无机垃圾复混肥对土壤理化性质与小麦产量的影响[J].中国生态农业学报,2006,14(3):40-42.
- [11] 郭传贵.不同复混肥在小麦上的施用效果[J].安徽农业科学,2004,32(2):306-311.
- [12] 陈连海.新型有机无机复混肥对土壤养分含量及小麦产量影响的试验研究[J].生态经济,2009(2):6-10.
- [13] 吴宏伟,果然.有机无机肥对大棚黄瓜品质及产量的影响[J].山西农经,2017(8):41.

## Application of Bio-organic and Inorganic Fertilizer on Wheat

LI Yan-feng<sup>1</sup>, WANG Zheng<sup>1</sup>, LIU Jie<sup>1</sup>, LIU Wei<sup>2</sup>, GUO Zi-yuan<sup>1</sup>

(1. Sinofert Holdings Limited, Beijing 100033, China; 2. Linyi Agricultural Research and Development Center of Sinofert Holdings Limited, Linyi 276000, China)

**Abstract:** In order to promote the efficient cultivation of wheat, wheat field trials were conducted in Zhumadian, Henan Province, and inorganic compound fertilizer (CK) treatment, organic-inorganic compound fertilizer (T1) treatment, and bio-organic-inorganic compound fertilizer (T2) treatment were set up to explore the effects of different fertilizers on wheat growth and yield. The results showed that, compared with CK, T1 and T2 both increased tiller number, dry matter mass, biomass and SPAD value during the tillering stage of wheat, as well as wheat yield and yield factors at maturity stage, increasing yield by 13.9% and 19.9%, respectively. Therefore, the application of organic-inorganic fertilizers and the addition of compound microbial inoculants can effectively promote wheat growth and increase yield, and promote efficient use of fertilizer nutrients. Which are important fertilization measures for sustainable production of future food crops.

**Keywords:** wheat; bio-organic-inorganic fertilizer; organic-inorganic fertilizer; compound microbial inoculants