

有机无机复肥系统与肥效关系初探

廖宗文¹ 王卫红¹ 江东荣² 欧伟雄²

(1 华南农业大学国土资源与环境系, 广州, 510642; 2 深圳康达尔公司)

摘要 有机无机复肥是由有机组分和无机组分两大要素组成的一个系统, 其肥效受两者数量比例, 两者配合的时间和在土体的分布及成粒状况的影响。上述量比效应、时间效应、空间效应和成粒效应对有机无机复肥的研制及应用, 均有重要的意义。

关键词 有机无机复肥; 量比效应; 时间效应; 空间效应; 成粒效应

中图分类号 S143.6

有机无机配合施肥是我国提倡的科学施肥技术(刘更另, 1991; 曾木祥等, 1992; 廖宗文, 1989)。发展有机无机复肥是实施这一技术的重要途径, 在防止地力下降, 农业持续发展和环境、资源方面, 均有重要意义(廖宗文, 1992)。有机无机如何配合才能提高肥效, 在理论及实践上均有重要意义。

有机肥与无机肥配合施用的肥效优于二者单独施用已多见报道(曾木祥等, 1992), 但鲜见从系统角度研究肥效机理的文献。在多年实践基础上, 本文通过盆栽试验, 初步提出有机无机复肥系统的概念, 并从系统角度分析有机无机复肥肥效的若干影响因素, 即有机无机配合的时间效应、空间效应、量比效应和成粒效应, 为发展和应用有机无机复肥提供科学依据。

1 材料与方法

根据广州市良田复肥厂生产的康宝有机无机复肥配方(10-2.5-6), 配成有机肥组分(蔗渣、滤泥)、无机肥组分(尿素、普钙、氯化钾), 进行不同的时空搭配处理, 与粒状和粉状有机无机复肥(康宝肥)一起作对比。试验共设 5 个处理, 各处理重复 5 次, 具体方案见表 1。

表 1 盆栽试验处理及产量(g/盆)

处理号	肥料品种	肥料用量 /g·盆 ⁻¹	施用方法	产量平均值 ⁽³⁾
1	有机无机粒肥	6.0	与全盆土混匀	17.6a
2	有机无机粉肥	6.0	与全盆土混匀	5.8b
3	有机肥 + 无机肥	2.76 3.24	与全盆土混匀 与上层土混匀 ⁽¹⁾	7.4b
4	有机肥 + 无机肥	5.52 3.24	与全盆土混匀 与上层土混匀 ⁽¹⁾	2.3c
5	有机肥 + 无机肥	2.76 3.24	与全盆土混匀 收获前 43 d 与上层土混匀 ⁽²⁾	5.9b

(1) 先将混有有机肥的土一半装盆, 另一半再混有有机肥与无机肥置于上层;
(2) 在不伤害作物情况下, 松上层土(体积约一半), 加化肥并混匀, 其余处理同时松土, 但不加化肥。
(3) 产量数据标相同字母者差异不显著(邓肯氏多重检验)
1994-10-31 收稿

各处理的无机组分相同,有机组分除处理 4 为双倍量外,其余处理均相同。粒肥为圆柱状,直径为 4mm,长约 1cm。其余肥料均为粉状。

根据上述试验设计,处理 1 和处理 2 可比较粒状和粉状的肥效,由处理 2 和处理 3 比较研究有机无机组分在土层分布的空间效应,由处理 3 和处理 4 比较研究有机无机组分比例的量比效应,由处理 3 和处理 5 比较研究有机无机配合的时间效应。

供试土壤为河流冲积物发育的水稻土,取自华南农业大学土化系农场 2 号水稻田,其质地为中壤,有机质含量为 2.94%,全氮为 0.3%,全磷(P)为 0.04%,全钾(K)为 2.57%,pH 值为 6.0。每个重复用土 2.0kg,装于塑料小桶中。

供试作物为日本奶油生菜。1992 年 1 月 26 日间苗,每盆留 1 株,处理 5 于 2 月 11 日按方案松土、追施化肥。3 月 24 日各处理均收获并记录地上部鲜重,结果列于表 1。

2 结果与分析

盆栽试验结果列于表 1。处理 1(有机无机粒肥)产量最高,处理 4(双倍有机肥)产量最低,各处理的产量差异显示有机无机不同配合对肥效有明显的影响。为便于说明问题,把各个试验处理图示如图 1。

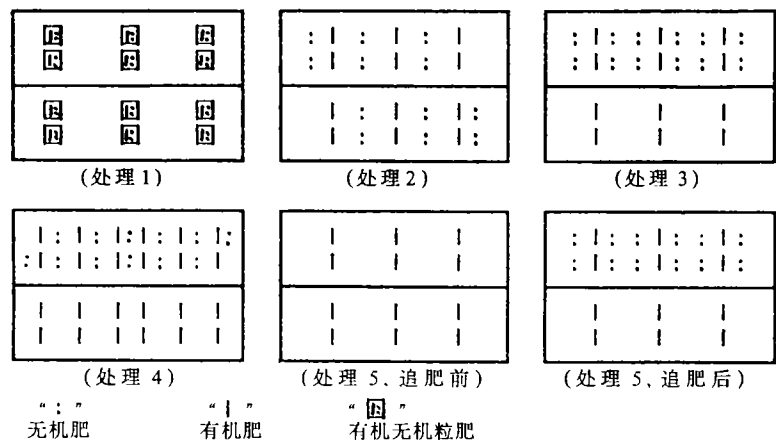


图 1 试验处理中肥料空间分布示意图

2.1 有机无机复肥系统的概念

系统是指相互联系的诸要素组成的具有确定功能的有机整体。凡系统都具有以下共同点:第一,由若干要素组成。第二,各要素之间相互联系、相互作用。第三,它是一个具有确定功能的整体(郑经伟等,1988)。施入土壤中的有机无机复肥,由有机肥和无机肥两个要素组成。其中,无机肥可以促进有机肥的分解,而有机肥对无机肥则有吸附和活化等作用。例如对 N、K 等阳离子的吸附作用,及对 P 的活化作用(陆学飞,1991),还能促进无机肥被作物吸收和在作物体内运输,故有机无机复肥具有有机肥和无机肥单独使用所不具备的新功能。施入土壤中的有机无机复肥也具有上述三个特征,可将其作为一个系统即有机无机复肥系统来研究。有机无机复肥系统的功效主要表现为肥效的高低,供肥与保肥的协调及改土效果等。它们受系统的结构、环境因素及系统的协调能力等因素影响。下面讨论量比、时空及粒状等对肥效影响。

2.2 有机与无机配合的效应

2.2.1 量比效应 试验中处理3和处理4均为有机肥全层施用、无机肥施于上层,但处理4有机肥量大1倍,结果是处理3的产量高于处理4,差异达显著水平。

施入土壤的有机无机复肥,其有机与无机配比不同,对肥效有很大影响。在有机无机复肥系统中,当有机肥与无机肥搭配恰当时,两者间相互作用协调,系统结构合理,物质和能量流通(供肥)顺畅,作物可及时获得所需矿质营养及生理活性物质,生长旺盛,有机无机复肥系统功效较高。处理3的产量高于处理4,表明处理3的有机肥与无机肥配合比较较为合理;而处理4中有机肥用量加大,因有机无机复肥系统的C/N值升高,在一定时期内微生物固定作用增强,物质和能量流向微生物偏多而流向作物偏少,因而作物产量低。

由于有机肥与无机肥数量配比的不同而造成作物产量的差异,可称之为量比效应。由量比效应可知,在研制有机无机复肥时,必须注意调节有机肥和无机肥的配比关系,以获得理想的肥效。

2.2.2 时间效应 试验中处理3和处理5,同为全层施入有机肥再在上层施入无机肥,但无机肥施用时间不同,产量结果明显不同,相差达25.4%,由有机无机配合的时间不同而引起的肥效差异称之为时间效应。

两处理的有机肥都在一开始就施入土壤中,但两个处理的有机肥变化是不同的。因为处理3的有机肥与无机肥较早地形成了有机无机复肥系统,有较高的供肥强度,能较好地作物传递物质和能量,功效较高。而处理5起初只有有机肥,C/N太高,其物质和能量传递给作物的量少,强度不足,功效较低,造成作物前期吸肥不足苗较弱,50d后再施入无机肥时,才形成有机无机复肥系统,因而作物产量较低。由上述时间效应可知,有机肥与无机肥适时配合作用,对于获得高产作用不容忽视。

2.2.3 空间效应 处理2和处理3的差别在于,后者的无机肥施于上层,而前者为全层施用。结果表明,有机肥与无机肥配合使用时,随两者在土壤的不同层次的分布状况而有明显不同效果,可称之为空间效应。

空间效应的产生,主要是无机肥在土壤中的分布情况不同,使得相对于土壤-作物系统的物质和能量流速有差异。处理3的无机肥集中施于上层,表层土壤无机养分浓度相对较高,这样,土壤-作物系统中的根际土壤亚库与非根际土壤亚库之间养分浓度梯度增大,流速增加,流向作物的物质和能量较多,供肥强度高,因而产量较高。处理3上层土壤因无机N肥浓度高,其C/N相应降低,供N强度较大,这种上下层土壤的肥料种类和数量分布的差异对土壤-植物的养分供求关系协调,有明显影响。

由空间效应可知,有机肥与无机肥配合施用,应考虑二者在土体中的合适分布,以获得更好的肥效。

2.2.4 粒状效应 处理1和处理2的产量比较表明:粒状有机无机复肥与粉状有机无机复肥的肥效明显不同,差异达显著水平,而且是5个处理中产量最高的。

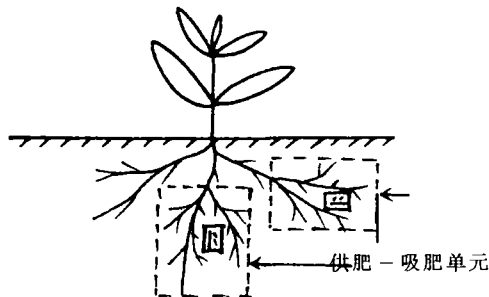
处理1(粒状)与处理2(粉状)在土体空间分布上有明显不同(图1)。处理1的肥料在土体分布点的密度小,但单一点的体积大(呈粒状),处理2肥料在土体分布的密度大,但单一点的体积小(呈粉状)。而且处理1的有机无机组分结合紧密,共存于一粒中,是一紧密无间隔状态。处理2的有机无机组分的粉状不可能达到粒状的紧密结合状

态,故存在一定程度的有机无机分离。虽然这种分离的间隔很小,但与处理1颗粒的紧密状态相比,不难理解两处理的有机无机组分结合的紧密程度的差别是明显的。这种差别对肥效有很大影响。粒状肥表面积小,养分释放相应减慢,但因其体积较大,与周围土壤形成的养分浓度级差增大,有利于养分在土壤的输送。

由此可知,有机肥与无机肥以适当比例结合成一定大小的粒状结构后,两者协调配合能力加强。无机养分释放速度相对减慢,避免了一般无机肥供肥大起大落的缺点,在维持一定供肥强度的同时又能均衡地供肥,而且可较好地防止氮、钾的流失和磷的固定。这样,有机肥与无机肥之间的相互作用更为协调,系统达到了较为优化状态。

另外,作物根系具有一定的趋肥性,在一定范围内,根会向养分浓度较高的方向生长,使根到达肥颗粒附近,从肥料颗粒中获得营养成分。一个肥料颗粒可与一条或多条根形成一个“供肥—吸肥单元”(图2)。而多个肥料颗粒与作物根系形若干个“供肥—吸肥单元”后,肥料总体利用率进一步提高。

在本试验条件下,粒状有机无机复肥可形成一个较优化的有机无机复肥系统,而且所形成的系统与作物之间的养分供求关系达到了较优化状态,因而肥效较高。这种有机肥与无机肥经加工成为具有一定形状的粒肥后肥效提高的效应,可称之为粒状效应。



3 讨论

图2 作物根系与有机无机粒肥形成的“供肥—吸肥单元”示意图

本试验对有机无机复肥系统与肥

效关系的初步研究表明,有机无机两大

要素的不同配合的效应,即量比,时间、空间及粒状效应,对其肥效有明显的影响。了解这一影响,对于有机无机复肥的研制及使用是很有意义的。

有机无机配合施用是普遍接受的科学原则。从上述系统观点来看,采用颗粒有机无机复肥的结合方式,与农民传统的农家肥与化肥配合方式有很大的不同。前者是有机无机在同时、共空(成粒)状态发挥肥效,而后者是存在着程度不一的有机无机在时间及空间的分离。例如,先施农家肥作基肥,然后再追施化肥,即使同时施用农家肥与化肥,其在土体的分布也难以一致地做到有机无机紧密结合,即仍会存在着相当部分的空间分离。农民的手工操作很难保证有机无机复肥的准确一致的有机无机配比。由于在有机无机配合的时间、空间、量比及粒状效应处于明显的优化状态,粒状有机无机复肥有明显的肥效,而且使用方便,适合讲求效率的现代农民的需要。传统的农家肥用量很大,每 $1/15\text{ hm}^2$ 达500 kg之多,但数量多并不是决定肥效的唯一因素,有机与无机的配合的诸因素(时、空、量比)均对肥效有重要影响。也即是说,系统中两大要素间的联系状况对肥效有重大影响。本试验的结果,及有机无机复肥大田应用(廖宗文等,1993),已充分证明这一点。无论以肥效来说,还是从施用方便来说,粒状有机无机复肥都是一种有机无机结合的好方式。这也表明,发展有机无机复肥是很有必要的。

本试验的结果表明,有机无机组分的比例,对肥效有明显的影响(量比效应)。在制

造有机无机复肥时,应对此予以充分重视。有机无机的量比效应,与供肥强度和持久性有密切关系。有机无机比例过高过低都不适宜,但这些情况在生产上也时有发生,因而影响肥效。确定有机无机的适宜比例,需结合有机原料的生物有效性调节有机无机复肥的C/N比。本文旨在提出量比效应的重要性,不拟深入讨论。对此感兴趣的读者可以参阅有关文献(Liao et al, 1992)。

有机无机复肥一般制成粒状,不仅方便施用,而且有利于肥效的提高。本试验显示成粒效应对肥效有明显的影响。系统的功能与环境条件关系密切,本试验中的颗粒与其显示的肥效,均与本试验的环境条件相联系,即与一定的气温、一定大小的粒状有关。若气温等条件变化,或粒径过大或过小,肥效亦有相应变化。本试验条件下所得到的量比效应,时空效应,亦会依环境条件的变化而变化,今后进一步研究有机无机复肥系统与肥效关系时,应注意环境、条件的影响。

参 考 文 献

- 刘更另. 1991. 中国有机肥料. 北京: 农业出版社, 167~170
- 郑经伟, 林朝奉. 1988. 自然辩证法简明教程. 武汉: 湖北科学技术出版社, 294
- 陆学飞. 1991. 应用 ^{32}P 研究赤红壤上牧草对磷肥的效应[学位论文]. 广州: 华南农业大学土化系
- 曾木祥, 金继续, 姚源喜, 等. 1992. 从长期定位试验看有机-无机肥料配合作用的优越性. 土壤肥料, (1): 1~6
- 廖宗文. 1989. 有机无机复肥 我国化肥工业的新目标. 磷肥与复肥, (2): 71~72
- 廖宗文, 王卫红, 林东教. 1992. 土壤、环境与有机农业现代化. 龚子同主编, 土壤环境变化. 北京: 中国科技出版社 328~331,
- 廖宗文, 黄健安, 温志平. 1993. 有机复肥对作物品质的影响初报. 热带亚热带土壤科学. 2(1): 20~23
- Liao Zhongwen Wen Zhiping 1992, Conversion of industrial wastes into fertilizer resources. In: Chen H Q, ed. The Proceedings of international conference on environmental engineering and chemical engineering. Guangzhou: South China University of Technology Press, 79~86

PRELIMINARY STUDY ON THE RELATIONSHIP OF ORGANIC-INORGANIC COMPOUND FERTILIZER SYSTEM AND FERTILIZER EFFECT

Liao Zhongwen Wang Weihong Jiang Dongrong Ou Weixiong

(Dept. of Land Resources and Environmental Science, South China Agr. Univ.,
Guangzhou, 510642)

Abstract

Organic-inorganic compound fertilizer is a system consisting of two main components: organic and inorganic. Its fertilizer effect is affected by quantity ratio, combination time, distribution in soil and particle status of organic and inorganic components. All these above-mentioned effects such as quantity ratio effect, time effect, space effect and granule effect are of important significance in fertilizer production and application.

Key words Organic-inorganic compound fertilizer; quantity ratio effect; time effect; space effect; granule effect