

“大配方、小调整”施肥模式对不同地力小麦产量及经济效益的影响

付文¹, 黄玉芳¹, 岳松华¹, 刘小宁¹, 叶优良¹, 石秀良², 汪洋^{1*}

(1. 河南农业大学资源与环境学院, 河南 郑州 450002; 2. 杞县农业局, 河南 杞县 475200)

摘要: 为验证“大配方、小调整”施肥模式在河南省的应用效果, 于2017~2018年在河南省扶沟县选择8个典型地块, 分为高、中、低3种基础地力类型。结果表明, 相比不施肥处理, 农民习惯处理平均增产30.0%, 但高的施肥成本, 使高肥力水平下的经济效益反而低于不施肥处理。与农户习惯施肥相比, 配方肥处理减少了氮素投入同时提高了磷、钾用量, 不同基础地力水平下, 配方肥处理与农户习惯处理在产量上没有显著性差异; 但低的施肥投入使经济效益提升了16.6%。依据土壤速效磷、钾含量的差异, 在大配方的基础上对肥料配方进行小调整, 小调整处理的经济效益随基础肥力的上升不断增加, 较农户习惯处理增收31.3%。不同基础地力水平下, 肥料贡献率、肥料农学利用率始终表现为农户习惯<大配方<小调整。由此可知, “大配方、小调整”可推动区域施肥技术的进步, 促进肥料产品的优化, 帮助农民节本增收。

关键词: 小麦; 配方施肥; 肥料利用率; 经济效益

小麦是我国主要粮食作物之一, 河南省作为我国小麦主产区, 种植面积达 $5.7146 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 占全国的23.3%, 单产达到 6483.7 kg/hm^2 , 列全国首位。同时, 河南省也是全国化肥用量最高的省份, 2017年河南化肥用量占全国的12.06%^[1]。在传统小麦施肥模式中, 盲目、过量施肥现象普遍, 包括氮肥施用较多而磷、钾肥施用较少, 或者氮、磷、钾施用比例不当等, 进而引起小麦产量、品质下降以及日益严重的环境污染等一系列问题^[2]。为推动科学施肥的普及应用, 我国从2005年开展了测土配方施肥行动, 由于我国分散经营的管理方式造成农事操作单元地块面积狭小, 推荐施肥若依据田块进行实时实地管理不经济且实际操作中难度很大^[3]。考虑到我国农业生产实际情况和可操作性, 在区域层次(如县域或更大尺度), 可以采取养分分区管理的策略, 针对土壤条件变异较大的地区, 需要进行适当调整, 以满足农户个性化施肥需求^[4]。本试验研究了不同配方施肥模式对小麦产量、养分

利用率和经济效益的影响, 旨在探明“大配方、小调整”区域配肥技术的可行性, 以期为增加小麦产量、提高养分资源利用效率和经济效益提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2017~2018年在河南省周口市扶沟县进行, 扶沟县耕地面积 $1.4109 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 以小麦-玉米轮作为主, 其中小麦播种面积达 $5.978 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。扶沟县属暖温带大陆性季风气候, 年平均气温 14.4°C , 年降水量611.4 mm。采集试验地土样, 依据不同的基础地力类型将土样混匀后测得: 低基础地力耕层土壤pH值为8.0, 有机质 14.4 g/kg 、全氮 1.06 g/kg 、有效磷 27 mg/kg 、速效钾 102 mg/kg ; 中基础地力耕层土壤pH值为7.82, 有机质 12.9 g/kg 、全氮 0.92 g/kg 、有效磷 31 mg/kg 、速效钾 114 mg/kg ; 高基础地力耕层土壤pH值为7.8, 有机质 18.66 g/kg 、全氮 0.87 g/kg 、有效磷 24.3 mg/kg 、速效钾 95 mg/kg 。

1.2 试验设计

选择当地8个代表性地块进行田间试验, 试验设4个处理: 空白对照(CK)、农户习惯(FP)、大配方(MP)、小调整(AP)。其中, 空白对照为无肥区处理; 当地农户习惯基肥施用($\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$) 30-5-5或25-16-6高氮复合肥, 施用量为 750 kg/hm^2 ,

收稿日期: 2019-01-01; 录用日期: 2019-03-18

基金项目: 作物氮素需求与土壤、肥料供氮时空匹配规律(2017YFD0200100)。

作者简介: 付文(1993-), 男, 山东诸城人, 硕士研究生, 研究方向为养分资源管理。E-mail: fuwenchina@163.com。

通讯作者: 汪洋, E-mail: wangyang1106@henau.edu.cn。

拔节期追施尿素 (N 46%) 228.3 kg/hm²; 大配方处理为基于扶沟县“3414”试验设计的基肥 N-P₂O₅-K₂O 为 18-22-7 的配方肥, 施用量为 600 kg/hm², 拔节期追施尿素 (N 46%) 228.3 kg/hm²; 基于大配方, 小调整处理根据试验地块速效磷、钾含量, 调整基肥磷、钾肥的施用量, 拔节期追施尿素 (N 46%)

228.3 kg/hm²。各处理的氮、磷、钾肥的施肥总量见表 1。各处理设 3 次重复, 小区面积 100 m²。10 月初播种, 次年 6 月初收获, 播种量 165 kg/hm², 各处理田间管理相同。供试品种为当地主推品种周麦 28。

表 1 各试验处理肥料养分施用量

(kg/hm²)

基础地力	农户	施肥处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
全部	全部	CK	0	0	0	
全部	全部	MP	212	132	42	
高	农户 1	FP	291	120	45	
		AP	225	167	42	
	农户 2	FP	291	120	45	
		AP	225	167	87	
	农户 3	FP	326	38	38	
		AP	212	132	87	
	中	农户 4	FP	291	120	45
			AP	212	132	87
农户 5		FP	329	38	38	
		AP	224	150	81	
低	农户 6	FP	291	120	45	
		AP	225	167	42	
	农户 7	FP	291	120	45	
		AP	212	132	87	
	农户 8	FP	326	120	45	
		AP	225	167	87	

注: 3 种基础地力水平下全部农户均设 CK、MP 处理。

1.3 测定项目及方法

收获期, 各小区取 1 m 双行小麦植株, 样品于 105℃ 下杀青 30 min 后在 70℃ 下烘至恒重, 称干物质质量。各小区单打单收, 同时调查单位面积穗数、穗粒数、千粒重等产量构成因素。

1.4 测定项目及方法

收获指数 = 产量 / 整株干物质积累量 × 100%;

肥料贡献率 = (施肥区产量 - 无肥区产量) / 施肥区产量 × 100%;

肥料农学利用率 = (施肥区产量 - 无肥区产量) / (施 N 量 + 施 P₂O₅ 量 + 施 K₂O 量)。

数据采用 Excel 2010 和 SPSS 20.0 进行统计分析, 利用 Origin 9.0 做图。

2 结果与分析

2.1 配方施肥对不同基础地力下小麦产量的影响

依据不施肥处理的籽粒产量将试验田块划分

为低、中、高 3 种基础地力类型, 不同基础地力水平下施肥后小麦产量都有显著的增加, 不同施肥处理间产量也有一定的差异 (图 1)。低基础地力水平下, 不施肥处理仅收获籽粒 4 002.0 kg/hm², 大配方、小调整处理较农户习惯分别增产 8.3%、12.0%; 中基础地力水平下, 不施肥处理收获籽粒 5 127.8 kg/hm², 大配方、小调整处理较农户习惯分别增产 7.9%、21.5%; 高基础地力水平下不施肥处理 (CK) 收获籽粒达 5 892.5 kg/hm², 大配方、小调整处理较农户习惯分别增产 4.5%、14.4%。

2.2 配方施肥对不同基础地力下小麦产量构成因子的影响

不施肥处理籽粒产量显著低于施肥处理, 从产量构成因素来看, 单位面积穗数和穗粒数的不足是高产的限制因素, 与千粒重关系不大 (表 2)。农民习惯施肥下, 低、中、高地力水平下的穗数分别为 6.67 × 10⁶、7.05 × 10⁶ 和 6.86 × 10⁶ 个/hm²。每穗粒数分

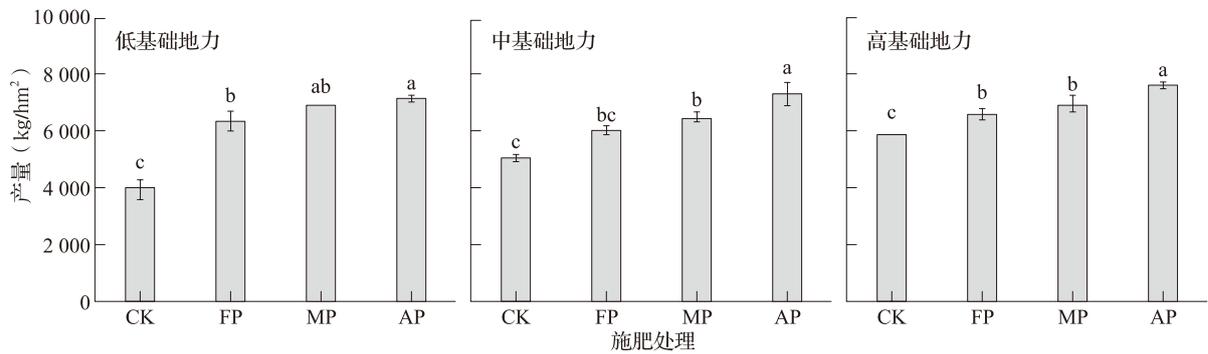


图1 不同基础地力水平下各施肥处理对小麦产量的影响

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

表2 不同基础地力水平下各施肥处理对小麦产量构成因子的影响

基础地力	施肥处理	穗数 ($\times 10^6$ 个/hm ²)	每穗粒数 (个)	千粒重 (g)
低	CK	4.98 ± 0.40b	33.4 ± 1.7b	38.4 ± 0.9a
	FP	6.67 ± 0.51a	36.4 ± 2.8ab	37.2 ± 1.7a
	MP	6.81 ± 0.57a	37.9 ± 1.7ab	37.3 ± 1.8a
	AP	6.86 ± 0.53a	39.4 ± 2.6a	37.8 ± 1.1a
中	CK	5.59 ± 0.12b	34.5 ± 1.1b	36.4 ± 1.2a
	FP	7.05 ± 0.39a	38.4 ± 2.0a	36.5 ± 1.4a
	MP	7.23 ± 0.18a	39.6 ± 2.0a	37.9 ± 1.0a
	AP	7.36 ± 0.22a	39.4 ± 3.2a	38.1 ± 1.2a
高	CK	6.33 ± 0.44b	33.7 ± 0.7b	37.6 ± 1.8a
	FP	6.86 ± 0.56ab	37.1 ± 0.2a	36.2 ± 1.1a
	MP	7.10 ± 0.50a	38.7 ± 0.6a	37.6 ± 1.5a
	AP	7.17 ± 0.49a	39.5 ± 0.7a	37.5 ± 1.3a

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

别为 36.4、38.4 和 37.1 个。与农户习惯施肥相比, 大配方处理下这 3 个地力水平的穗数分别提高 2.10%、2.55% 和 3.50%, 每穗粒数分别提高 4.12%、3.26% 和 4.42%; 小调整处理下这 3 个地力水平的穗数分别提高 2.84%、4.40% 和 4.52%, 每穗粒数分别提高 8.32%、3.13% 和 6.64%, 但统计上没有显著性差异。可见, 相比农户习惯处理, 小调整处理产量的显著提高是穗数和穗粒数共同增加的结果。千粒重对产量的影响不大。

2.3 配方施肥对不同基础地力下小麦养分利用效率的影响

随基础地力水平增加, 不施肥处理的收获指数也表现增加。低地力条件下, 大配方、小调整处理的收获指数显著高于不施肥、农户习惯处理; 中地力条件下, 小调整处理的收获指数显著高于农户习惯处理, 不施肥、农户习惯和大配方处理间没有明显差异; 高地力条件下, 大配方、小调整处理的收

获指数都显著高于农户习惯 (表 3)。

随着地力水平的提升, 肥料贡献率和肥料农学利用率不断降低。农民习惯施肥下, 低、中、高基础地力水平的肥料贡献率分别为 37.0%、10.0% 和 11.2%, 肥料农学利用率分别为 5.2、1.4 和 2.1kg/kg。与农户习惯施肥相比, 大配方处理下 3 个地力水平肥料贡献率分别提高 14.0%、65.7% 和 35.1%, 肥料农学效率分别提高 36.9%、95.1% 和 32.7%; 小调整处理下 3 个地力水平肥料贡献率分别提高 18.9%、132.7% 和 100.54%, 肥料农学效率分别提高 46.0%、162.24% 和 87.3%。在肥料利用率方面小调整处理始终显著高于农户习惯处理。

2.4 配方施肥对不同基础地力下小麦经济效益的影响

由于养分管理不同导致不同处理间产值和经济效益不同 (表 4)。不同基础地力水平下, 产值

表 3 不同基础地力水平下各施肥处理对小麦养分利用效率的影响

基础地力	施肥处理	收获指数 (%)	肥料贡献率 (%)	肥料农学利用率 (kg/kg)
低	CK	38.9 ± 0.6b	—	—
	FP	40.9 ± 1.9b	37.0 ± 2.1b	5.2 ± 1.0b
	MP	43.9 ± 1.0a	42.2 ± 2.6a	7.1 ± 0.7a
	AP	44.5 ± 0.5a	44.0 ± 1.7a	7.6 ± 0.8a
中	CK	41.7 ± 0.4ab	—	—
	FP	39.6 ± 1.1b	10.0 ± 1.9b	1.4 ± 0.6b
	MP	42.5 ± 0.8ab	16.5 ± 2.0ab	2.8 ± 0.6ab
	AP	43.7 ± 2.2a	23.1 ± 3.5a	3.8 ± 0.9a
高	CK	43.1 ± 1.3ab	—	—
	FP	40.6 ± 1.7b	11.2 ± 2.5b	2.1 ± 0.3b
	MP	45.7 ± 1.7a	15.1 ± 2.0b	2.7 ± 0.4b
	AP	44.8 ± 1.3a	22.4 ± 3.2a	3.8 ± 0.8a

表 4 不同基础地力水平下各施肥处理对小麦经济效益的影响

(万元/hm²)

基础地力	施肥处理	产值	肥料成本	其他生产成本	经济效益
低	CK	0.96	0.00	0.57	0.39
	FP	1.53	0.23	0.57	0.73
	MP	1.66	0.20	0.57	0.89
	AP	1.72	0.24	0.57	0.91
中	CK	1.23	0.00	0.57	0.66
	FP	1.45	0.21	0.57	0.67
	MP	1.56	0.20	0.57	0.79
	AP	1.76	0.23	0.57	0.96
高	CK	1.41	0.00	0.57	0.84
	FP	1.59	0.22	0.57	0.81
	MP	1.67	0.20	0.57	0.89
	AP	1.82	0.24	0.57	1.02

注: 小麦价格 2.4 元/kg; 尿素、过磷酸钙和氯化钾单价分别为 1.99、0.85、2.65 元/kg; 农资成本、农机成本及灌溉成本分别以 1 650、3 450、600 元/hm² 计; 劳动成本不计。

始终表现为不施肥 < 农户习惯 < 大配方 < 小调整; 不施肥处理没有肥料成本, 其余处理则表现为大配方 < 农户习惯 < 小调整。小调整处理的经济效益始终高于其它处理, 且随着基础地力的提升小调整处理的经济效益不断增加。低基础地力水平下, 各施肥处理的经济效益都明显高于不施肥处理; 但在高基础地力水平下, 农户习惯处理的经济效益却低于不施肥处理。

3 讨论

3.1 小麦种植上农户施肥存在问题分析

本研究中周麦 28 农户平均产量为 6 352 kg/

hm², 远低于区试产量, 生产中土壤肥力、管理水平的差异, 导致高产品种稳定性较差, 很难发挥出好的增产潜力。本研究中, 扶沟县 8 个示范户选用 30-5-5 或者 25-16-6 的高氮复合肥, 农户习惯用量为氮肥 291 ~ 326 kg/hm², 磷肥 38 ~ 120 kg/hm², 钾肥 45 ~ 60 kg/hm²。产量水平 7 500 ~ 9 000 kg/hm² 时, 华北区域冬小麦施肥推荐用量为氮肥 180 ~ 210 kg/hm², 磷肥 90 ~ 120 kg/hm², 钾肥 60 ~ 75 kg/hm²^[5]。参比推荐用量, 扶沟县农户习惯施肥明显氮肥过量, 钾肥投入量不足, 选用 30-5-5 复合肥的农户其磷肥用量也不够。本研究中, 农户习惯施肥的小麦收获指数、肥料贡献率

和肥料农学利用率都低于配方肥和小调整处理。可见,除施肥量不合理外,重氮、轻磷钾也是重要原因^[6]。市场上复合肥产品种类繁多,加之小麦、玉米等粮食作物的收益远低于经济作物,农户在肥料选择上往往更看重价格,盲目性很大,迫切需要适合某一区域的作物专用配方肥^[7]。本研究中,相比农户习惯施肥,配方肥通过减氮、加磷或钾后降低了肥料成本,提高了最终收益。中、高基础地力水平下,农户习惯施肥后的小麦季经济效益甚至低于不施肥处理,不合理的施肥给农户带来巨大经济损失。

3.2 “大配方、小调整”区域配肥技术的应用效果

市场现有的多数复合肥产品没有充分考虑区域土壤养分供应,厂家更愿意设计“万能配方”,全国各地均可施用。区域作物专用肥有很强的针对性和技术操作性,针对特定作物、特定区域,大、中型企业可针对我国大的农业生态区中大宗作物进行大配方设计,大配方复合肥形成的区域养分配方稳定、集中、使用面积大^[8]。不同施肥处理的经济效益分析可知,大配方处理获得了较好的经济效益,比农户习惯处理平均增加0.12万元/hm²,且田块基础地力越低,效益增加越多。针对我国以“农户分散经营”为主的农田布局来看,土壤养分和作物产量受人为因素影响加大,任何区域养分配方都不可能保证其能适应一定区域范围内的全部田块,对于缺乏某种养分元素的“特殊田块”应增施一定的单质肥料,以实现田块的精准调控^[9]。本研究中,相比大配方处理,小调整施肥后可进一步提高产量、经济效益,且产量及效益增长率以中、高基础地力明显高于低基础地力。目前,河南省已建立多家初具规模的配肥工厂,由中、小型农资企业为主导,以BB肥生产为主,作为大区域复合肥的补充。赵亚南等^[10]研究表明,河南省小麦具有(21.8~48.8)×10⁴t的化肥减施潜力,区域大配方、

小调整是实现我国化肥零增长的重要措施之一,然而县域配方小调整需要大量土壤样品采集和测定,技术掌握和运用难度大,培训技术人员和推广周期较长,土壤养分的快速检测方法仍需改进。

4 结论

相比农户习惯施肥,县域大配方增产效果不显著,纯氮养分投入量减少使得小麦经济效益平均提升16.6%。依据基础地力差异,在大配方的基础上对肥料配方进行小调整,小调整处理的经济效益随基础地力的提升不断增加。综上所述,“大配方、小调整”可推动区域施肥技术的进步,促进肥料产品的优化,降低生产成本,充分提高肥料利用率。

参考文献:

- [1] 国家统计局. 中国统计年鉴 [J]. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [2] 祝君丽. 推广小麦测土配方施肥 促进农业增产增收 [J]. 河南农业, 2010, (9): 35.
- [3] 吴良泉, 陈新平, 石孝均, 等. “大配方、小调整”区域配肥技术的应用 [J]. 磷肥与复肥, 2013, 28 (3): 68-70, 82.
- [4] 张福锁. 测土配方施肥技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2011.
- [5] 张福锁, 陈新平, 陈清. 中国主要作物施肥指南 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009.
- [6] 范黎明, 宋阳. 小麦中产变高产的主攻目标及关键技术 [J]. 河南科技学院学报 (自然科学版), 2001, 29 (2): 3-6.
- [7] 叶优良, 杨素勤, 黄玉芳, 等. 河南省小麦生产发展与展望 [J]. 中国农学通报, 2007, 23 (1): 199-203.
- [8] 崔振岭, 张福锁, 陈新平. 我国区域配肥之路: 大配方复合肥和小配方掺混肥并举 [J]. 中国农资, 2006, (8): 44-45.
- [9] 王兴仁, 江荣风, 张福锁. 我国科学施肥技术的发展历程及趋势 [J]. 磷肥与复肥, 2016, 31 (2): 1-6.
- [10] 赵亚南, 徐霞, 黄玉芳, 等. 河南省小麦、玉米氮肥需求及节氮潜力 [J]. 中国农业科学, 2018, 51 (14): 2747-2757.

Effect of “Regional Fertilizer Formula and Site Specific Adjustment” fertilization mode on yield and economic benefit of wheat under soils with different fertilities

FU Wen¹, HUANG Yu-fang¹, YUE Song-hua¹, LIU Xiao-ning¹, YE You-liang¹, SHI Xiu-liang², WANG Yang^{1*} (1. College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450002; 2. Qixian County Agriculture Bureau, Qixian Henan 475200)

Abstract: In order to verify the effect of the “Regional Fertilizer Formula and Site Specific Adjustment” fertilization model in Henan Province, eight typical plots were used in Fugou County, Henan Province in 2017 ~ 2018, these plots were divided into three types of basic soil fertilities: high, medium and low. The results showed that compared with no fertilizer treatment, farmers’ practice fertilization increased yield by 30.0% averagely, but the increase in fertilization cost in farmers’ practice treatment decreased its economic benefits compared with no fertilization treatment under soil with high basic fertility level.

Compared with farmers' practice fertilization, formula fertilizer treatment reduced nitrogen input and increased phosphorus and potassium dosage. Under soil with different fertility levels, there was no significant difference in yield between formula fertilizer treatment and farmers' practice treatment, but the low input increased economic efficiency by 16.6%. According to the difference in soil available phosphorus and potassium content, on the basis of the large formula, the fertilizer formula was adjusted slightly, and the economic benefit of small adjustment treatment increased with the increase in basic soil fertility, which was 31.3% higher than that of farmers. Under different soil fertility levels, the fertilizer contribution rate and fertilizer agronomic efficiency differed as the farmers practice fertilization < large formula < small adjustment. As a conclusion, "large formula, small adjustment" can improve the regional fertilization technology, promote the optimization of fertilizer products, and increase farmers' income.

Key words: wheat; formula fertilization; fertilizer utilization rate; economic benefit



江苏省淮安大华生物科技有限公司 为您提供……
高效、绿色、环保发酵剂——酵素菌速腐剂



许可证号: 微生物肥(2003)准字(0107)号、国环有机农业生产资料认证号: OP-0109-932-201

淮安市大华生物科技有限公司是以研制生产酵素菌系列微生物制品为主的科技型企业,集科研、生产、销售于一体,技术力量雄厚、设备先进、设施完善。本公司主要产品微生物发酵剂——酵素菌速腐剂,是采用生物技术制成的一种好(兼)气性复合微生物制剂,高效、绿色、环保,内含大量有益微生物、活性酶,适用于秸秆腐熟、畜禽粪便处理、垃圾堆肥、污泥堆肥和饼粕肥、农家肥等有机物固体发酵和人畜粪便液体发酵,是生产有机生物肥的优质、高效发酵剂。

主要功效: 1. 发酵分解能力强,快速腐熟有机材料。2. 改良土壤,增强地力。3. 增产效果显著。4. 减轻病虫害,克服连作障碍。5. 改善农产品品质。我公司可为生物有机肥生产厂家提供发酵原料配比、工艺等资料。

机插秧育苗专用肥——机插水稻育苗基质

[苏农肥(2005)准字0365-02号]

机插水稻育苗基质(拌土型)是根据无土栽培学、植物营养学、肥料学、土壤微生物生态学原理研制而成,内含有多钟有益微生物、有机物及植物所需的大量、微量平衡营养元素,既是一种栽培基质又是一种良好的土壤调理剂。根据江苏农垦多年应用结果,具有“五省三增”的效果,即:省工、省肥、省药、省地、省机械费用,增加产量、增强抗病性、增加效益。

功效特点: 1. 改良育秧土壤结构,提高土壤通透性和保水性能,提高养分利用率。2. 有机、无机、微生物肥三元配比科学,营养全面,苗期无需追肥。3. 根际形成的优势菌种能抑制和减少病原菌的产生,减轻病虫害的发生,增强植物抗性。4. 采用天然可降解有机物等经多重生化处理制成,属绿色环保型产品,符合绿色无公害农业的要求。5. 节本增效,每盘育苗成本仅需0.2元。

我公司还生产国环有机认证产品“华丰有机液肥”,并为有机基地提供种植方案,现诚征各地经销代理商。

地址:江苏省淮安市楚州区白马湖农场 邮编:223216

电话:0517-85751101、85751488 传真:0517-85751488

联系人:陈忠良 手机:18952315919 网址:<http://www.jsdh.com> E-mail: dahua@jsdh.com

— 广告 —