

Study on the Appropriate Dosage of Chelating Organic Fertilizer on Radish

Yuanheng Yang^{1*}, Yunshu Huang², Fuzhong Zhou^{3#}

¹Lichuan City Yuanbao Agricultural Service Center, Lichuan Hubei

²Lichuan City Zhonglu Agricultural Service Center, Lichuan Hubei

³Lichuan City Soil and Fertilizer Workstation, Lichuan Hubei

Email: #zhouhuzhong@163.com

Received: Aug. 20th, 2017; accepted: Sep. 1st, 2017; published: Sep. 5th, 2017

Abstract

Through the field plot test in radish with different dosage of chelate organic fertilizer, which is manufactured by Shandong Jin Yimeng Ecological Fertilizer limited company, we use Excel to fit cubic function of one variable, linear quadratic function and linear function of one variable. With the fertilizer, the application rate of the maximum yield is 891.9 kg/667m² and the radish maximum yield is 3545 kg/667m², which is calculated by linear quadratic function. The best economic application is 177.6 kg/667m², and the radish best economic yield is 3188 kg/667m². The fitting effect function is good, and the *r* is 0.902 - 0.9907, reaching a significant and extremely significant level. The range of increase yield is more than 10% by the appropriate dosage of Chelate Organic Fertilizer, and the net revenue can be 150 yuan/667m². It mainly comes from the increasing of radish length. The content of total calcium and magnesium in radish is increased with the increasing dosage of the fertilizer in slow parabola. The appropriate dosage also can improve the soil pH, CEC and acid soil. At the same time, the fertilizer can provide soil with organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium, and effectively enrich the soil. In this experiment, the appropriate dosage of the fertilizer is around 200 kg/667m², consistent with the recommended dosage.

Keywords

Chelate Organic Fertilizer, Radish, Suitable Dosage, Soil Physical and Chemical Properties

螯合有机肥在萝卜上的适宜用量研究

杨远恒^{1*}, 黄云书², 周富忠^{3#}

*第一作者。

#通讯作者。

¹利川市元堡农业服务中心, 湖北 利川

²利川市忠路农业服务中心, 湖北 利川

³利川市土壤肥料工作站, 湖北 利川

Email: #zhouhuzhong@163.com

收稿日期: 2017年8月20日; 录用日期: 2017年9月1日; 发布日期: 2017年9月5日

摘要

通过对山东金沂蒙生态肥业有限公司生产的螯合有机肥在萝卜上不同用量的田间小区试验, 采用Excel拟合了一元三次、一元二次、一元一次函数, 并通过一元二次函数计算了该产品在萝卜上的最高产量施用量 $891.9 \text{ kg}/667\text{m}^2$, 萝卜最高产量 $3545 \text{ kg}/667\text{m}^2$; 最佳经济施用量 $177.6 \text{ kg}/667\text{m}^2$, 萝卜最佳经济产量 $3188 \text{ kg}/667\text{m}^2$; 拟合的效应函数相关性好, r 在 $0.9027\sim 0.9907$ 之间, 达到显著至极显著水平。该肥适宜用量增产幅度在10%以上; 可净收 $150 \text{ 元}/667\text{m}^2$, 增产主要来源于萝卜长度增加。施用该肥对萝卜的全钙、全镁含量有所提高, 随用量增加呈缓抛物线变化。适宜用量还可提高土壤pH、CEC, 改良酸性土壤; 同时, 该肥能为土壤供应有机质、氮、磷和钾, 有效培肥地力。本次试验该肥的适宜用量在 $200 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 左右, 与推荐用量一致。

关键词

螯合有机肥, 萝卜, 适宜用量, 土壤理化性状

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

广义的有机肥料包括人畜禽粪便、厩肥、沤肥、堆肥、沼气肥、泥肥、熏土、坑土、糟渣、饼肥、作物秸秆以及绿肥等[1], 其特点有: 原料来源广, 数量大; 养分全, 含量低; 肥效迟而长, 须经微生物分解转化后才能为植物所吸收; 改土培肥效果好[2]。它既能为作物及土壤微生物提供养分, 改良土壤、培肥地力、优化土壤生态, 还可以促进作物高产稳产、改善作物品质, 同时可提高肥料利用率、降低生产成本[3][4]。因此, 大力推广有机肥料对促进农业与资源、环境以及人与自然和谐友好发展, 促进农产品安全、清洁生产, 保护生态都有重要意义[5]。

商品有机肥料是经生物物质、动植物废弃物、植物残体加工而来, 消除了其中的有毒有害物质, 富含多种有机酸、肽类以及包括氮、磷、钾在内的丰富的营养元素[6][7]。除具备一般农家肥的特点和作用外, 还兼有用量少的优点, 是补充和替代农家肥的良好产品。我国制定的 NY525-2012 农业行业标准规范了商品有机肥的生产, 并把有机肥料定义为主要来源于植物和(或)动物, 经过发酵腐熟的含碳有机物料, 其功能是改善土壤肥力、提供植物营养、提高作物品质。目前, 美国等西方国家商品有机肥料用量已占总量的 50%, 我国有机肥产业已初具规模, 但农田的大规模施用尚未普及, 占比仅 10%。农业部发布的《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》等国家政策引导以及肥料发展趋势, 未来我国有机类肥料用量潜力巨大, 预计施用量将占到肥料消费总量的 30%左右[8]。2016 年 7 月至 10 月, 通过田间小区试验研究了山东金沂蒙生态肥业有限公司生产的螯合有机肥在蔬菜(萝卜)上的适宜用量及增产效果, 以及对酸性

土壤的改良作用，旨在为治理利川及整个武陵山区耕地酸化筛选新材料、新方法。

2. 材料与方法

2.1. 试验肥料

螯合有机肥：包装标识为有益活性菌 ≥ 0.2 亿/g、总养分 $\geq 5\%$ 、有机质 $\geq 45\%$ 、氨基酸 $\geq 10\%$ ，执行标准 NY525-2012，登记证号为鲁农肥[2004]准字 1849 号，推荐用量 200 kg/667m²。

2.2. 试验土壤

试验设在湖北省利川市汪营镇石庙子村 4 组，地处东经 108°35'27.14"、北纬 30°12'14.75"，海拔 1675 m。试验地土壤为石灰岩母质发育的棕壤，土种为冷灰泡土，土壤肥力中等，属利川高山蔬菜基地代表性土类。

2.3. 试验作物

萝卜——世农 R501，该品种适应性好、条形美观、产量高，生育期合理(60~70 天)，适宜在利川海拔 1500 m 左右的高山地区种植。

2.4. 试验设计

试验设 6 个处理，3 次重复，随机区组排列，小区面积 3 m × 5 m = 15 m²，处理间不设走道，区组间设 60 cm 走道便于试验观察，四周设保护区。

处理 1：配方施肥(CK)；

处理 2：CK + 100 kg 螯合有机肥/667m²；

处理 3：CK + 200 kg 螯合有机肥/667m²；

处理 4：CK + 300 kg 螯合有机肥/667m²；

处理 5：CK + 600 kg 螯合有机肥/667m²；

处理 6：CK + 1000 kg 螯合有机肥/667m²。

配方施肥为每 667 m² 施 38%(20-8-12) 宜施壮蔬菜专用肥 75 kg + 过磷酸钙 25 kg + 硼肥 500 g + 锌肥 500 g，因萝卜生育期短，所有处理作底肥一次性施用，不再追肥。

2.5. 田间管理

2016 年 8 月 9 日，按各处理要求沟施底肥，盖土后播种，行距 50 cm、株距 30 cm，密度 4444 株/667m²。病虫害等其它管理措施各处理完全一致，每次打药配施大中微量元素叶面肥，叶面肥共喷施 3 次。10 月 19 日收获，收获时按处理取样测量萝卜长度、直径及单株重量，同时计算理论产量。

2.6. 检测分析

试验前后分别取土样和植株样，检测各处理土壤 pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、阳离子交换量、有效硅、活性铝、有效铜锌铁锰、交换性钙镁及萝卜的全钙镁含量，土样及植株检测标准及方法见表 1。并用 Excel 对试验结果进行统计分析、制表、制图。

3. 结果与分析

3.1. 螯合有机肥不同用量对萝卜产量及效益的影响

各处理实际产量见表 2，理论产量见表 6。从产量变化趋势图看，萝卜产量随有机肥用量增加而增加，

Table 1. Test soil testing items, standards and methods
表 1. 试验地土壤检测项目、标准及方法

检测项目	检测标准	检测方法
土壤 pH 值	NY/T1121.2-2006	土液(无 CO ₂ 水)比 1:2.5, pH 计法
土壤有机质	NY/T1121.6-2006	重铬酸钾—硫酸溶液氧化, 容量法
土壤全 N	NY/T53-1987	半微量开氏浓硫酸消煮, 容量法
土壤有效 P	NY/T1121.7-2006	氟化铵—盐酸浸提, 分光光度法
土壤速效 K	NY/T889-2004	1 mol/L 乙酸铵浸提, 原子吸收法
土壤 CEC	LY/T1243-1999	1mol/L 乙酸铵交换, 容量法
土壤有效 SiO ₂	NY/T1121.15-2006	柠檬酸浸提, 紫外分光光度法
土壤活性 Al ₂ O ₃	参照 LY/T1257-1999 及参考文献[9] [10] [11]	0.5 mol/LNaOH 水浴(25℃)振荡 30 min 浸提, 0.05%铝试剂显色(调节 pH5.6)分光光度法
土壤有效 CuZnFeMn	NY/T890-2004	DTPA 浸提, 原子吸收法
土壤交换性 CaMg	NY/T1121.13-2006	1 mol/L 乙酸铵浸提, 原子吸收法
植株全 CaMg	参考文献[12] 作者王卫东	1 mol/L 盐酸振荡 1.5 小时浸提, 加入 SrCl ₂ 防干扰, 原子吸收分光光度法(1995.4)

Table 2. Comparison of radish yield in different treatments
表 2. 不同处理小区萝卜产量比较

处理	小区萝卜产量 kg				667 m ² 产量 kg	比 1±	
	I	II	III	平均		kg	%
1	62.6	65.6	70.8	66.3	2948	/	/
2	66.8	65.6	75.2	69.2	3076	127.4	4.32
3	71	69.2	82.6	74.3	3301	352.6	11.96
4	74.4	78.4	72.8	75.2	3342	394.1	13.37
5	74	76	79.6	76.5	3401	453.3	15.38
6	78.8	76.6	85.2	80.2	3564	616.3	20.90

产量的峰值尚未出现。用 Excel 分别拟合有机肥用量(x)与萝卜实际产量(y)的一元三次、一元二次和一元一次函数, 结果如下。

$$y = 0.000002x^3 - 0.004x^2 + 2.3738x + 2928.6, R^2 = 0.9815 (r = 0.9907^{**});$$

$$y = -0.0007x^2 + 1.2487x + 2988.3, R^2 = 0.9186 (r = 0.9584^{**});$$

$$y = 0.5432x + 3072.8, R^2 = 0.8149 (r = 0.9027^*).$$

自由度为 4 时: $r_{0.05} = 0.811, r_{0.01} = 0.917$ 。

利用一元二次函数($Y = aX^2 + bX + c$)计算有机肥最大用量 $X_{max} = -b/2a$ 、最佳经济用量 $X_{最佳} = (Px/Py - b)/2a$ ($Px = 1.00$ 元/kg 为有机肥单价、 $Py = 1.00$ 元/kg 为萝卜单价)和萝卜最高产量 Y_{max} 、最佳经济产量 $Y_{最佳}$ 。结果为:

$$X_{max} = 891.9 \text{ kg}/667\text{m}^2, Y_{max} = 3545 \text{ kg}/667\text{m}^2;$$

$$X_{最佳} = 177.6 \text{ kg}/667\text{m}^2, Y_{最佳} = 3188 \text{ kg}/667\text{m}^2.$$

方差分析显示处理间差异极显著, 区组间差异显著(表 3), 区组间差异与试验地为坡地, 由上至下肥力逐渐升高有关; 经新复极差比较(表 4), 有机肥 667 m² 用量达到 200 kg 以上差异达显著至极显著水平。有机肥不同用量效益变化见表 5, 处理 3 (200 kg/667m²) 效益最佳, 其次是处理 4 (300 kg/667m²), 再次是处理 2 (100 kg/667m²), 处理 5、6 投入增加量大于产出增加量, 呈负效应。

3.2. 整合有机肥不同用量对萝卜生物学性状的影响

在验收时每个小区取 5 棵萝卜对其单棵重量、长度、直径进行测量, 结果见表 6, 表 7。根据萝卜单棵重量计算的理论产量比实际产量略高, 变化趋势基本一致(见图 1)。从图 2 看, 随着有机肥用量增加萝卜的茎粗变化不大, 萝卜产量提高应主要来源于长度增加。从不同处理萝卜长度和茎粗的极大值、极小值、极差及相对标准差看, 有机肥不同用量对萝卜的整齐度没有提高, 这将增加销售时的分级难度, 未能提高萝卜商品率。

Table 3. Variance analysis of fruit yield in different treatments

表 3. 不同处理萝卜实产方差分析

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F _{0.05}	F _{0.01}
处理间	381.99	5	76.398	6.544**	0.005957	3.33	5.64
区组间	150.86	2	75.429	6.461*	0.015802	4.1	7.56
误差	116.74	10	11.674				
总计	649.59	17					

Table 4. Comparison of different treatments for radish yield

表 4. 不同处理萝卜产量差异比较

处理	平均值	差异显著性		P	SSR 值		LSR 值	
		5%	1%		0.05	0.01	0.05	0.01
6	80.20	a	A	2	3.15	4.48	6.21	8.84
5	76.53	a	AB	3	3.3	4.73	6.51	9.33
4	75.20	ab	ABC	4	3.37	4.88	6.65	9.63
3	74.27	ab	ABC	5	3.43	4.96	6.77	9.78
2	69.20	bc	BC	6	3.46	5.06	6.83	9.98
1	66.33	c	C					

新复极差检验 SE = 1.97

Table 5. Comparison of differences in radish benefit of different treatments

表 5. 不同处理萝卜效益差异比较

处理编号	有机肥用量 kg/667m ²	实际产值元/667m ²	比 CK 增收元/667m ²	增加投入元/667m ²	比 CK 净增收元/667m ²	效益位次
1	0	2948	0	0	0	4
2	100	3076	128	100	28	3
3	200	3301	353	200	153	1
4	300	3342	394	300	94	2
5	600	3401	453	600	-147	5
6	1000	3564	616	1000	-384	6

Table 6. Different treatment of radish single weight records and theoretical yield calculation
表 6. 不同处理萝卜单棵重量记载及理论产量计算

重复	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5	处理 6
I	645	668	724	755	740	775
II	664	692	716	754	782	815
III	710	760	826	768	796	856
平均值 g	673.0	706.7	755.3	759.0	772.7	815.3
667 m ² 产 kg	2991	3140	3357	3373	3434	3623

Table 7. Different treatment of radish single length and stalk records
表 7. 不同处理萝卜单棵长度及茎粗记载分析

单位 cm	处理 1		处理 2		处理 3		处理 4		处理 5		处理 6	
	长度	茎粗	长度	茎粗	长度	茎粗	长度	茎粗	长度	茎粗	长度	茎粗
平均	21.1	7.3	21.5	7.2	21.7	7.3	23.3	7.3	23.0	7.4	22.4	7.5
极差	6	1	14	3	10	3.5	12	3	9	2.5	8	2
极小值	18	7	15	6	16	5.5	16	6	19	6	18	7
极大值	24	8	29	9	26	9	28	9	28	8.5	26	9
RSD%	10.1	5.7	19.5	11.4	15.6	12.1	13.8	10.4	11.7	10.1	10.8	9.2

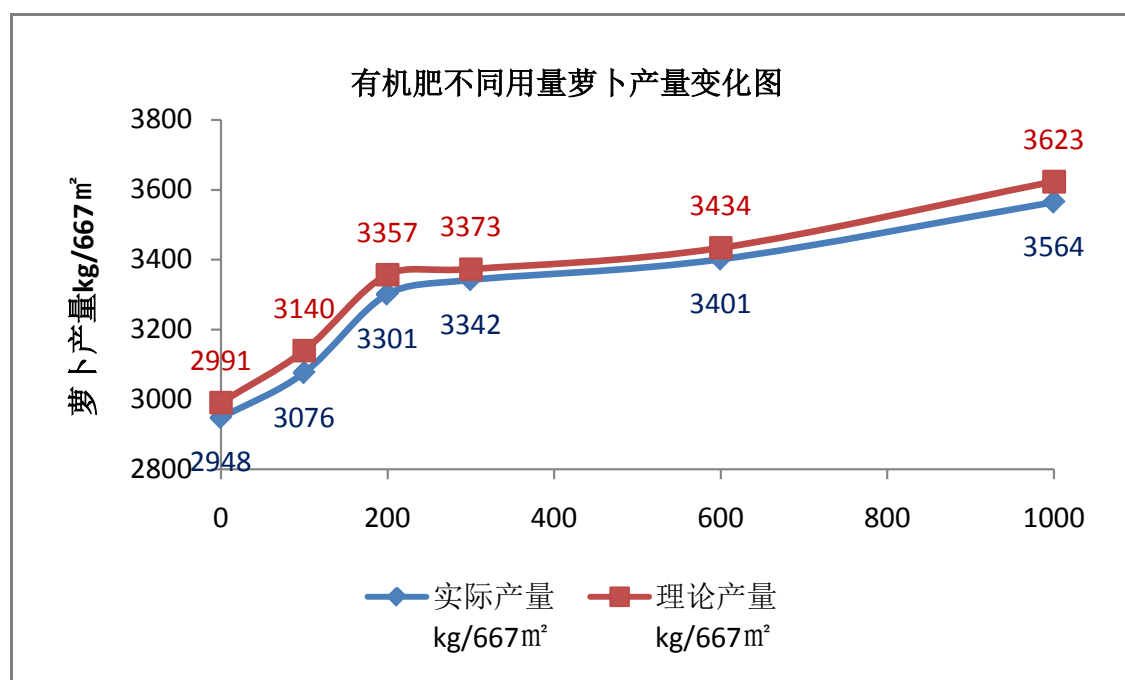


Figure 1. Variation of radish yield in different amounts of chelating organic fertilizer
图 1. 螯合有机肥不同用量萝卜产量变化

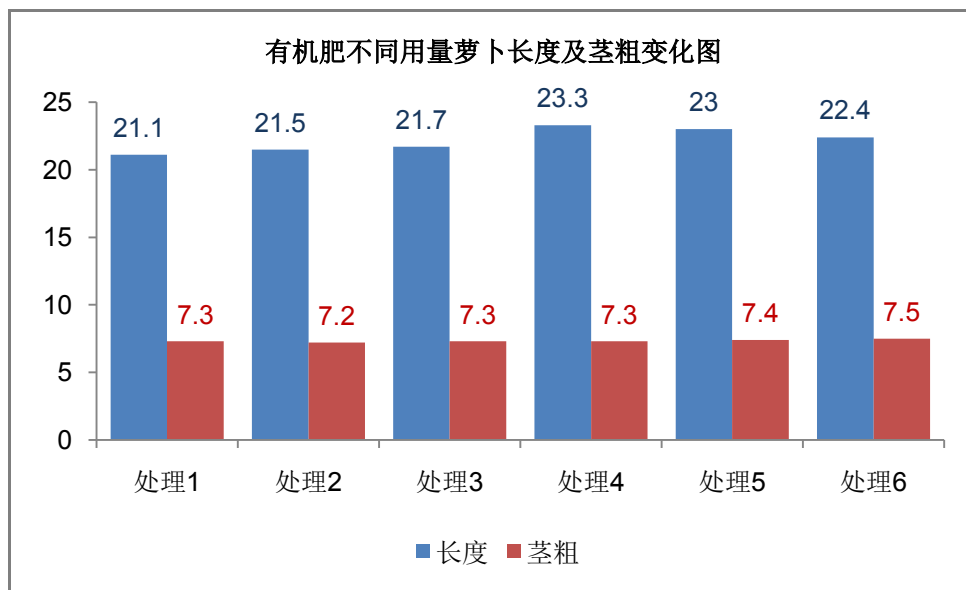


Figure 2. Variation of length and stem diameter of radish in different amount of chewing organic fertilizer
图 2. 螯合有机肥不同用量萝卜长度及茎粗变化

3.3. 螯合有机肥不同用量对试验地土壤相关指标的影响

3.3.1. 螯合有机肥不同用量对试验地土壤常规五项(pH 值、有机质、全氮、有效磷及速效钾)指标的影响

由图 3 可知,未施有机肥处理(CK)试验后土壤 pH 略有下降,随着有机肥用量增加土壤 pH 逐渐提高,但超过一定数量后土壤 pH 反而下降,这应该是有机肥中大量有机质分解会释放有机酸而导致土壤 pH 进一步下降。说明适量施用该有机肥能改善土壤酸碱性,改良酸性土壤,但过量施用反而会使土壤更加酸化。

由图 4~7 可知,土壤的有机质、全氮、有效磷和速效钾皆随着有机肥用量的增加而升高,且呈较好至很好的线性关系,相关系数分别为: 0.9277、0.7910、0.7720、0.9321,说明施用该有机肥为土壤补充了较为丰富的有机质和氮磷钾,能有效培肥地力;CK 处理试验前后对比,种植一季萝卜后,土壤有机质无明显变化、全氮略有提高、有效磷大幅度增加、速效钾略有下降,这说明配方施肥中还存在氮素略偏高、特别是磷素过高、而钾素相对不足的问题,配方有待进一步修正。

3.3.2. 螯合有机肥不同用量对试验地土壤交换性钙镁、有效铜锌铁锰等中微量元素的影响

从图 8~13 看,该有机肥不同用量对土壤交换性 Ca、Mg 及有效 Cu、Zn、Fe 没有明显影响;而土壤交换性 Mn 先随着有机肥用量增加而下降,到一定量后又呈升高趋势,变化曲线呈反抛物线,恰恰与土壤 pH 相反,这应与土壤 pH 下降锰的活性提高相关[13]。试验前后对比,试验后土壤交换性 Ca、有效 Cu、有效 Fe 明显上升,交换性 Ca 上升应该是施用过磷酸钙提高了土壤钙含量,有效 Cu、Fe 提高可能与宜施壮蔬菜配方肥中含一定量中微量元素有关(未检测肥料中 Cu、Fe 等含量);土壤交换性 Mg 呈下降趋势,说明种植一季萝卜消耗了土壤中一定量的镁;土壤有效 Zn 变化不明显,Zn 在肥料—土壤—萝卜三者之间基本达到供求平衡。

3.3.3. 螯合有机肥不同用量对试验地土壤 CEC、活性铝、有效硅的影响

由图 14 可知,随着有机肥用量增加,土壤阳离子交换量(CEC)先是逐步增加,用量超过 200 kg/667m²后随着用量增加迅速下降,与土壤 pH 的变化趋势较一致,二者正相关明显;由图 15~18 可知,土壤

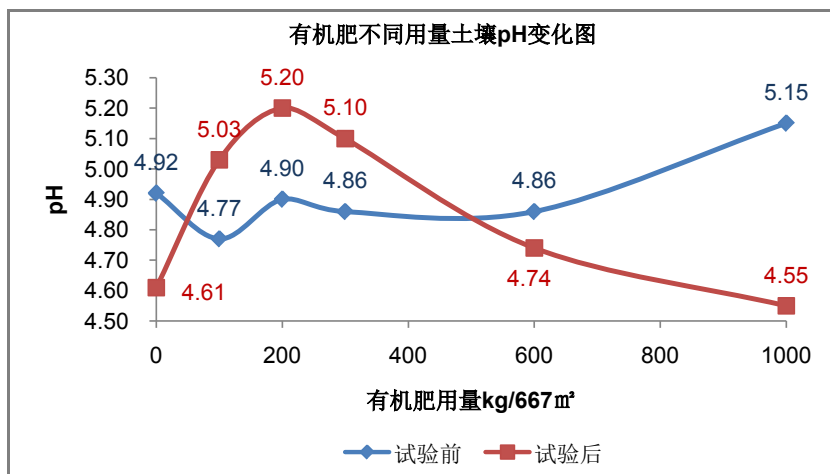


Figure 3. Changes of soil pH in different amounts of chelating organic fertilizer
图 3. 螯合有机肥不同用量土壤 pH 变化

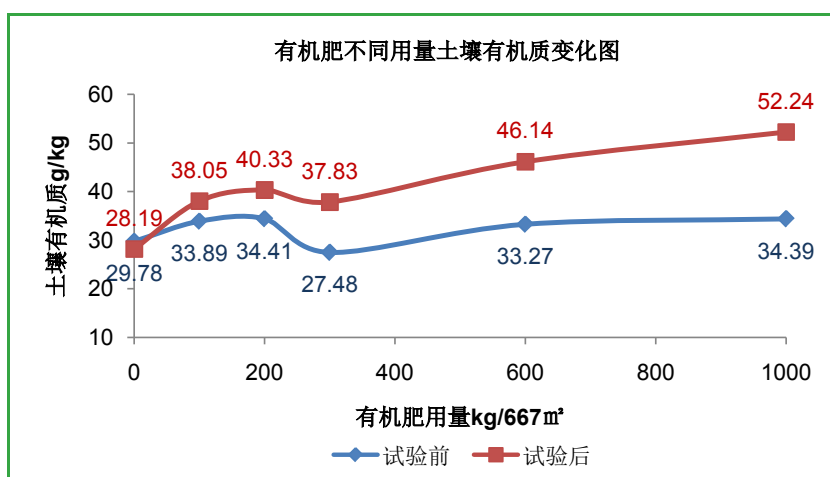


Figure 4. Changes of soil organic matter in different amounts of chelated organic fertilizer
图 4. 螯合有机肥不同用量土壤有机质变化

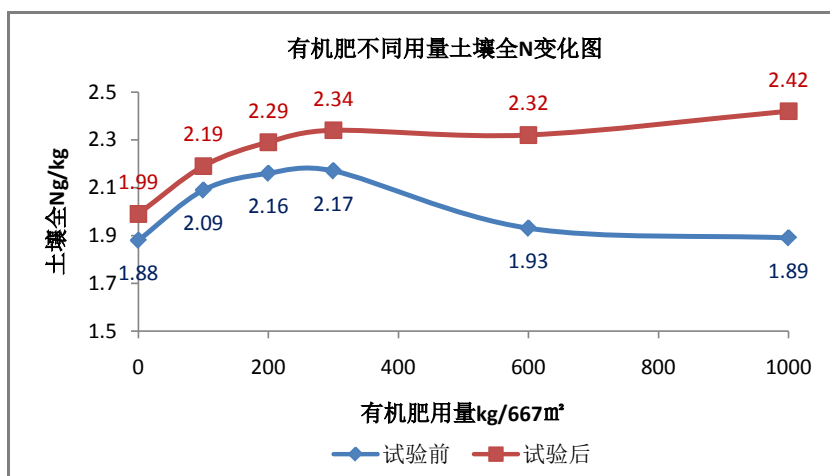


Figure 5. Changes of total nitrogen in different soils with chelating organic fertilizer
图 5. 螯合有机肥不同用量土壤全氮变化

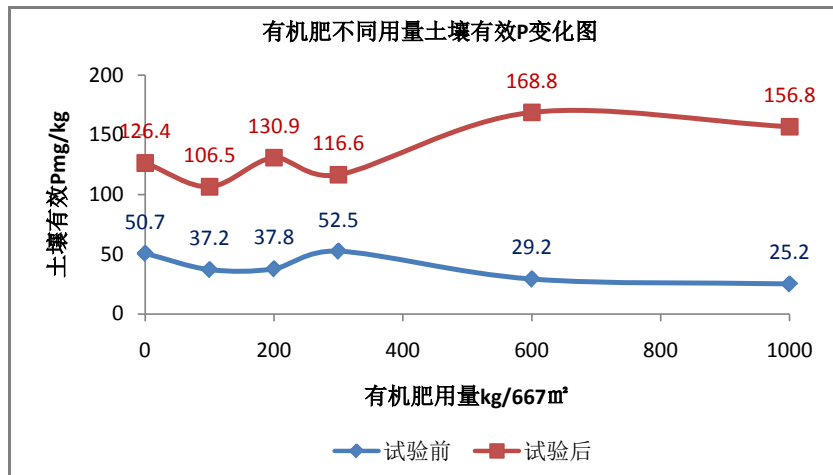


Figure 6. Changes of available phosphorus in different amounts of chelated organic fertilizer
 图 6. 螯合有机肥不同用量土壤有效磷变化

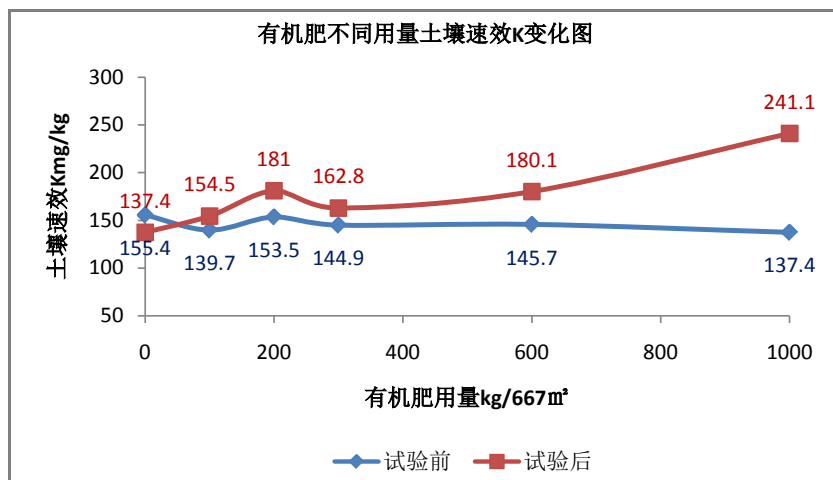


Figure 7. Changes of available potassium in different amounts of chelated organic fertilizer
 图 7. 螯合有机肥不同用量土壤速效钾变化

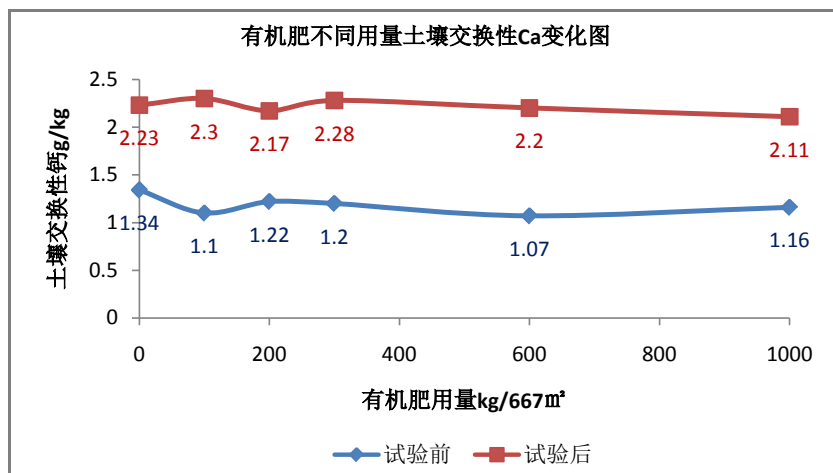


Figure 8. Variation of exchangeable calcium in different amounts of chelating organic fertilizer
 图 8. 螯合有机肥不同用量土壤交换性钙变化

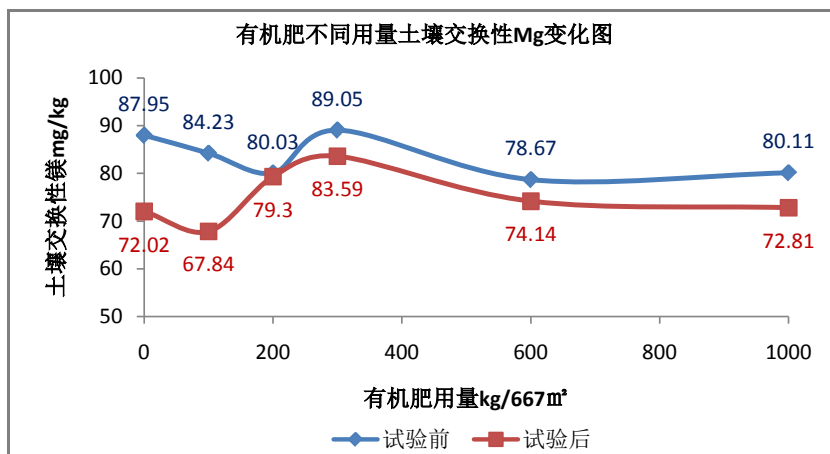


Figure 9. Change of exchangeable magnesium in different amounts of chelated organic fertilizer
图 9. 整合有机肥不同用量土壤交换性镁变化

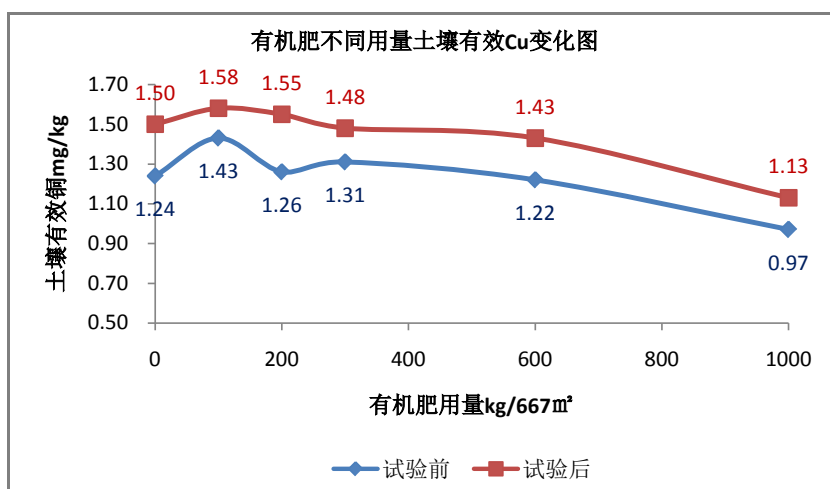


Figure 10. Effect of chelating organic fertilizer on available copper in different soil
图 10. 整合有机肥不同用量土壤有效铜变化

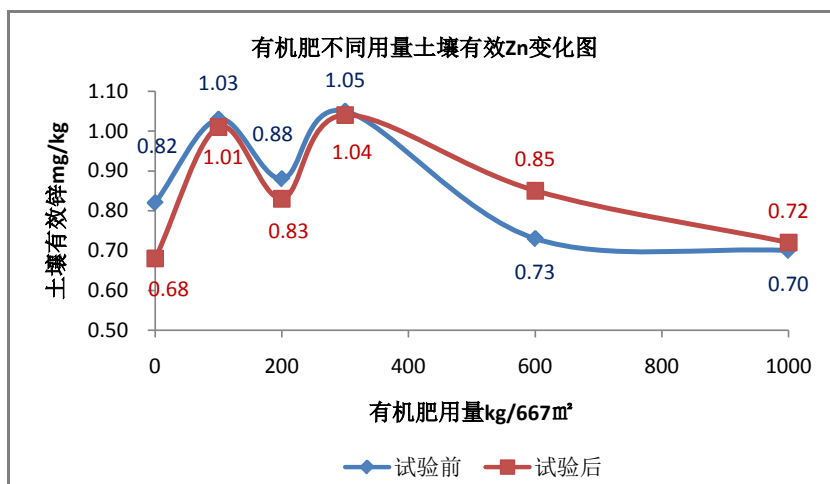


Figure 11. Changes of available zinc in different amounts of chelated organic fertilizer
图 11. 整合有机肥不同用量土壤有效锌变化

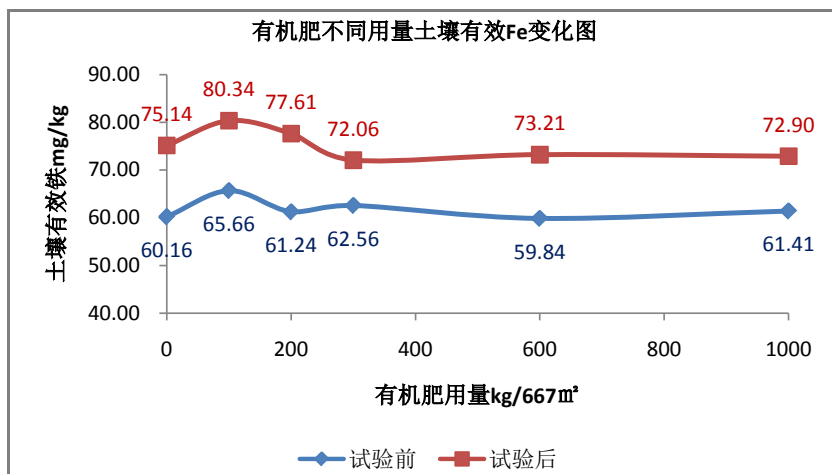


Figure 12. Effect of chelating organic fertilizer on available iron in different soil
图 12. 螯合有机肥不同用量土壤有效铁变化

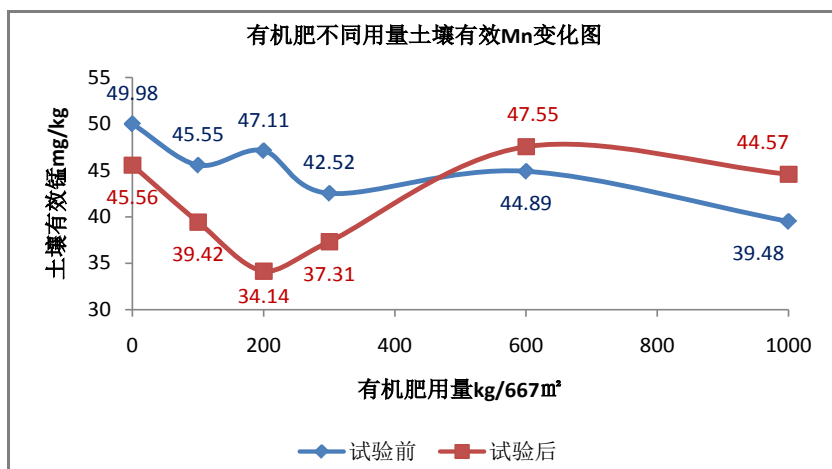


Figure 13. Changes of available manganese in different amounts of chelated organic fertilizer
图 13. 螯合有机肥不同用量土壤有效锰变化

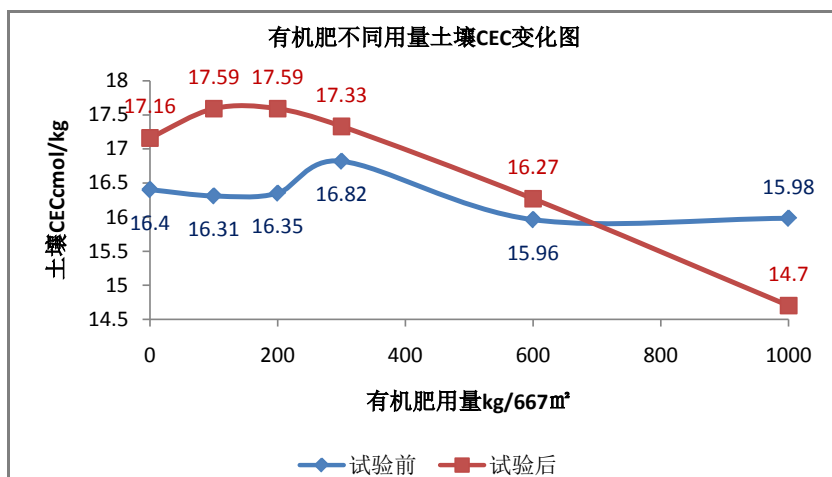


Figure 14. Changes of cation exchange capacity in different amounts of chelated organic fertilizer
图 14. 螯合有机肥不同用量土壤阳离子交换量变化

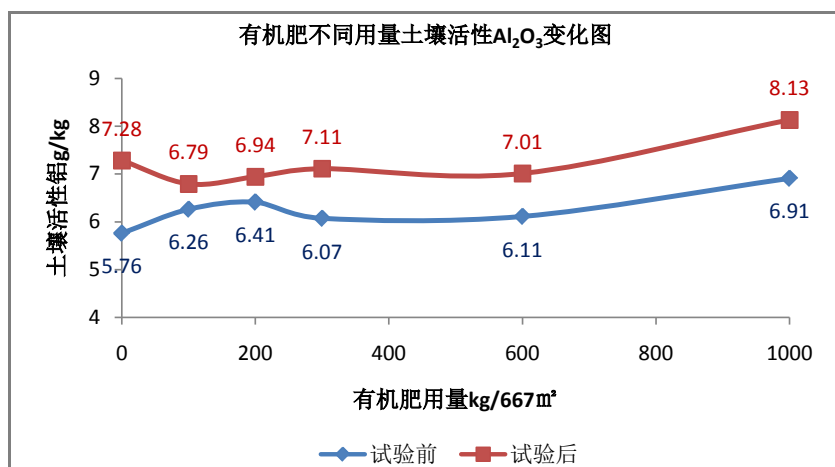


Figure 15. Changes of soil active aluminum in different amounts of chelating organic fertilizer
图 15. 整合有机肥不同用量土壤活性铝变化

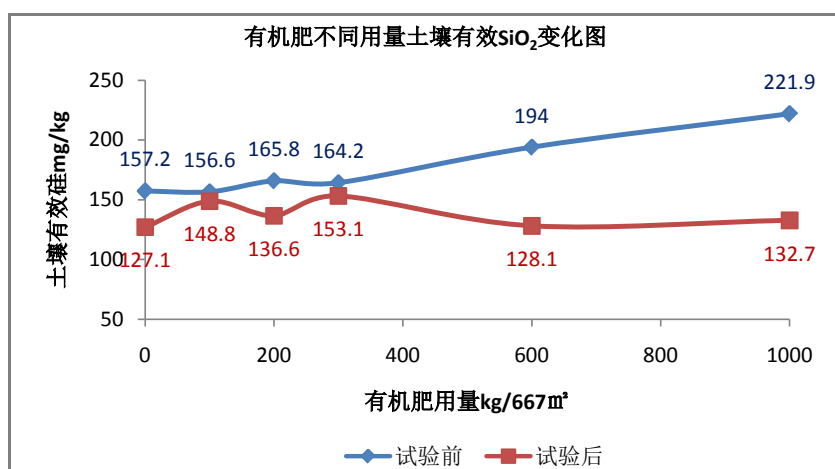


Figure 16. Changes of available silicon in different amounts of chelated organic fertilizer
图 16. 整合有机肥不同用量土壤有效硅变化

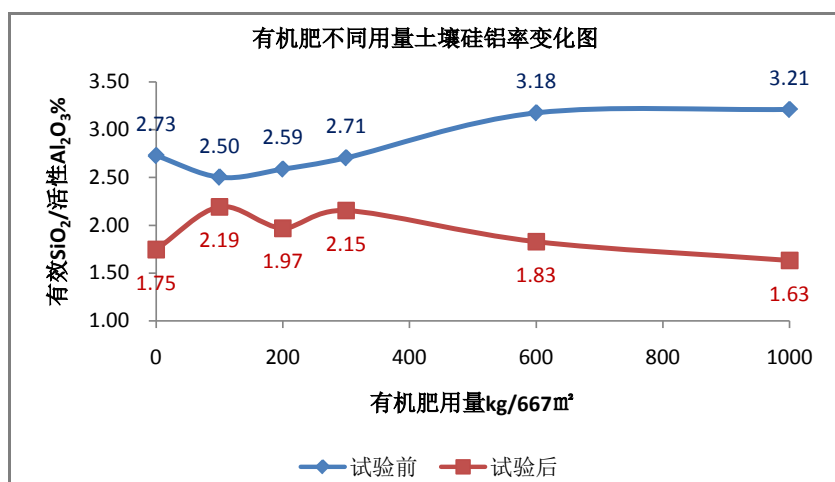


Figure 17. Changes of silicon and aluminum content in soils with different amounts of chelating organic fertilizer
图 17. 整合有机肥不同用量土壤硅铝率变化

活性铝、有效硅、硅铝率及硅铁率变化幅度较小，有效硅、硅铝率、硅铁率与 CEC、pH 变化趋势较一致，而活性铝则相反；说明该肥适宜用量可小幅度提高土壤有效硅含量、硅铝率及硅铁率，改良酸性土壤，但随着用量增加会向相反方向发展。试验前后对比，试验地种植一季萝卜后，土壤阳离子交换量、活性铝呈上升趋势，土壤有效硅、硅铝率、硅铁率呈下降趋势。因试验前各处理地块所取土样活性铝、有效硅检测结果差异较大，最大差异幅度分别为 20.0%、41.7%，故使试验前后土壤硅铝率、硅铁率变化图呈钳子状(见图 14~18)。

3.4. 螯合有机肥不同用量对萝卜全钙、全镁含量的影响

由图 19 看，随着有机肥用量增加，萝卜全钙、全镁的含量有所提高，并呈缓抛物线变化，钙、镁协同作用表现明显，其含量呈很好的正相关，相关系数 0.9175。而晋艳、杨竹青、吴洵、宋国菡等[14] [15] [16] [17]的研究结论恰恰相反，植物体内钙、镁存在拮抗作用而不是协同作用。

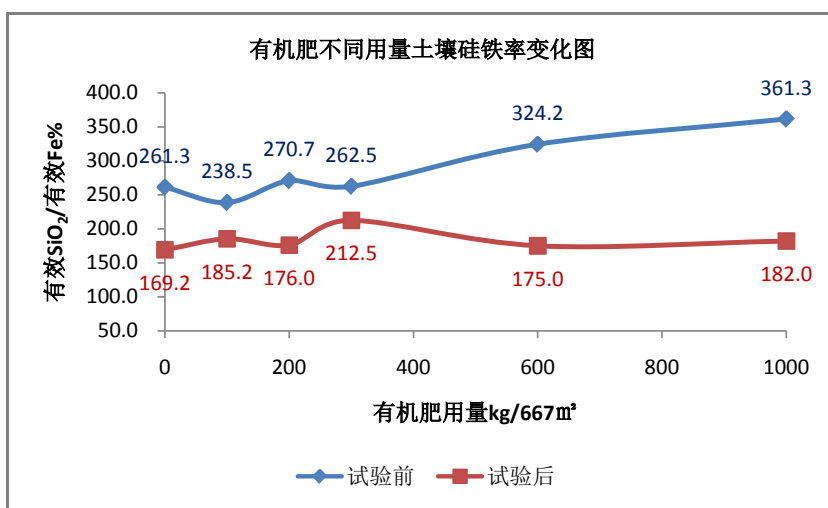


Figure 18. Variation of siliceous iron in different soils with chelating organic fertilizer
图 18. 螯合有机肥不同用量土壤硅铁率变化

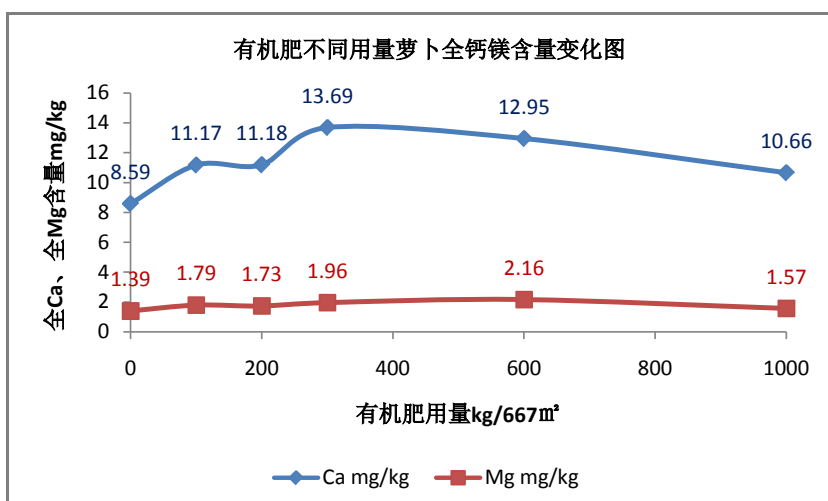


Figure 19. Changes of total calcium and total magnesium contents in radish with different amounts of chewing organic fertilizer
图 19. 螯合有机肥不同用量萝卜全钙、全镁含量变化

4. 结论

1) 通过本次试验,在配方施肥的基础上施用山东金沂蒙生态肥业有限公司生产的整合有机肥能提高萝卜产量,适宜用量增产幅度在10%以上;菜农每667 m²可增加净收益150元以上。通过Excel拟合的一元二次函数计算最高施用量为891.9 kg/667m²,萝卜最高产量为3545 kg/667m²;最佳经济施用量为177.6 kg/667m²,萝卜最佳经济产量为3188 kg/667m²。拟合的效应函数相关性极显著, $r = 0.9584$ 。综合对萝卜产量、效益及土壤相关指标的影响,该肥用量200 kg/667m²左右较适宜,与推荐用量一致。

2) 对萝卜单棵重量、长度、直径进行分析,萝卜长度增加比直径增加对产量贡献更大。

3) 该肥适宜用量(200 kg/667m²左右)可提高土壤pH和阳离子交换量;小幅度提高土壤有效硅与活性铝的比率、有效硅与有效铁的比率;小幅度降低活性铝含量;但随着用量增大会逐步向相反的方向发展。因此,该肥适宜用量对酸性土壤有一定的改良作用,但用量过大反而会使土壤酸化程度加重。

4) 该肥能为土壤供应有机质、氮、磷和钾,随着用量增加大幅度提高土壤有机质、全N、有效P和速效K含量,对培肥耕地地力效果突出。

5) 该肥对土壤中微量元素含量影响不明显,不同用量土壤有效硅、交换性Ca、Mg及有效Cu、Zn、Fe变化不大;但土壤交换性Mn变化趋势恰恰与土壤pH相反,这应与土壤pH下降锰的活性提高相关。

6) 施用该肥后对萝卜的全钙、全镁含量有所提高,随用量增加呈缓抛物线变化,非线性相关,钙镁协同作用表现明显,相关系数为0.9175。

参考文献 (References)

- [1] 傅德慧,魏俊平,史慧龙. 肥料的分类与管理[J]. 内蒙古石油化工, 2011, 37(8): 114-115.
- [2] 杨清华. 浅谈有机化肥的识别与使用[J]. 农业与技术, 2015(4): 13.
- [3] 李影,马聪,刘世亮,陈秀华,张弘,程传策,姜桂英. 不同有机肥对豫中植烟土壤酶活性及养分含量的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(14): 69-74.
- [4] 殷广峰. 有机肥在农业生产中的作用分析[J]. 农业与技术, 2017, 37(2): 30.
- [5] 白由路. 我国肥料产业面临的挑战与发展机遇[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(1): 1-8.
- [6] 徐金华,王帅,王楠,曹笠珈. 施用商品有机化肥的必然性及其优势[J]. 现代农业科技, 2010(7): 324+327.
- [7] 许宏伟,马常宝. 我国商品有机肥料发展现状与建议[J]. 中国农技推广, 2007, 23(3): 43-45.
- [8] 刘秀梅,罗奇祥,冯兆滨,邹绍文,刘光荣,刘益仁. 我国商品有机肥的现状与发展趋势调研报告[J]. 江西农业学报, 2007, 19(4): 49-52.
- [9] 庞叔薇,康德梦,王玉保,林铁. 化学浸提法研究土壤中活性铝的溶出及形态分布[J]. 环境化学, 1986(3): 68-76.
- [10] 邬春华,喻伟,尹家元,马莎,余定学. 污泥中活性铝的溶出及形态分布[J]. 环境化学, 2001, 20(3): 261-264.
- [11] 苏有健,廖万有,王焯军,张永利,吴新荣,胡善国,孙力. 皖南茶园土壤活性铝形态分布与土壤pH和植茶年限的关系[J]. 农业环境科学学报, 2013(4): 721-728.
- [12] 王卫东. 原子吸收分光光度法测定植株中钙、镁的几种样品前处理方法的比较[J]. 热带亚热带土壤科学, 1995(3): 173-176.
- [13] 王小兵,周冀衡,李强,刘晓颖,尹光庭,解燕,王斌. 曲靖不同pH烟区土壤有效锰和烟叶锰含量的分布状况分析[J]. 土壤通报, 2013, 44(4): 969-973.
- [14] 晋艳,雷永和. 烟草中钾钙镁相互关系研究初报[J]. 云南农业科技, 1999(3): 7-10+48.
- [15] 杨竹青. 钙镁肥对番茄产量品质和养分吸收的影响[J]. 土壤肥料, 1994(2): 14-18.
- [16] 吴洵. 茶树的钙镁营养及土壤调控[J]. 茶叶科学, 1994(2): 115-121.
- [17] 宋国菡,杨力,刘光栋,泉维洁,卢桂菊. 营养液镁浓度对结球甘蓝生长发育及镁吸收影响的研究[J]. 山东农业科学, 1998(1): 10-14.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org