农业环境科学学报
JOURNAL OF AGRO-ENVIRONMENT SCIENCE
中文核心期刊/CSCD
请通过网上投稿系统投稿
网址：http://www.aes.org.cn

微生物菌剂对金银花生长和品质的调控

王琳, 胡凯基, 及华, 李洪涛, 李运朝, 李超楠, 章丽

引用本文:
王琳, 胡凯基, 及华, 李洪涛, 李运朝, 李超楠, 章丽. 微生物菌剂对金银花生长和品质的调控[J]. 农业环境科学学报, 2022, 41(12): 2817–2823.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.11654/jaes.2022–1087

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

矿物硅肥与微生物菌剂对水稻吸收积累镉的影响
张淼, 叶长城, 喻理, 彭鸥, 张燕, 许蒙, 陈喆, 铁柏清
农业环境科学学报. 2016, 35(4): 627–633 https://doi.org/10.11654/jaes.2016.04.003

不同土壤添加剂对太湖流域水稻产量及氮磷养分利用的影响
刘雅文, 马资厚, 潘复燕, 杨林章, 薛利红
农业环境科学学报. 2017, 36(7): 1395–1405 https://doi.org/10.11654/jaes.2016–1674

生物炭固定化微生物对U、Cd污染土壤的原位钝化修复
戚鑫, 陈晓明, 肖诗琦, 张祥辉, 田甲, 勾佳磊, 卓驰夫, 罗学刚
农业环境科学学报. 2018, 37(8): 1683–1689 https://doi.org/10.11654/jaes.2018–0233

生物菌剂对土壤微生物群落结构和功能的影响
沙月霞, 黄泽阳, 李云翔, 赵沛
农业环境科学学报. 2022, 41(12): 2752–2762 https://doi.org/10.11654/jaes.2022–1042

耐盐菌对盐胁迫下水稻种子萌发及幼苗生长的影响
刘鹏, 毕江涛, 罗成科, 惠治兵, 李文兵, 肖国举, 王静
农业环境科学学报. 2022, 41(2): 246–256 https://doi.org/10.11654/jaes.2021–0590

关注微信公众号，获得更多资讯信息

王琳, 胡凯基, 及华, 等. 微生物菌剂对金银花生长和品质的调控[J]. 农业环境科学学报, 2022, 41(12): 2817-2823.
WANG L, HU K J, JI H, et al. Regulation of different microbial agents on the growth and quality of *Lonicera japonica* Thunb.[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2022, 41(12): 2817-2823.

开放科学OSID

微生物菌剂对金银花生长和品质的调控

王琳[1], 胡凯基[1,2], 及华[1*], 李洪涛[1], 李运朝[1], 李超楠[1], 章丽[1]

(1.河北省农林科学院生物技术与食品科学研究所, 石家庄 050051; 2.河北北方学院, 河北 张家口 075000)

摘 要:为探究3种不同微生物菌剂(生物冲施肥、枯草芽孢杆菌菌剂和坤益健100)对金银花生长特性和品质的影响,采用田间小区试验,对金银花分别施用3种不同微生物菌剂,测定金银花相关生长指标、产量及品质。结果表明:坤益健100对金银花新稍长度和新生叶数提高效果明显,较空白对照分别提高59.67%和39.20%;生物冲施肥对叶绿素含量、净光合速率和蒸腾速率作用效果最佳,较对照分别提高10.06%、30.41%和22.75%;对金银花的增产效果表现为生物冲施肥>枯草芽孢杆菌菌剂>坤益健100,较对照分别增产51.04%、20.39%、9.40%;与对照相比,施用微生物菌剂后金银花中木犀草苷、绿原酸、浸出物含量明显提高,总灰分显著下降。研究表明,微生物菌剂对金银花生长、产量和品质提升效果显著,综合评价结果为生物冲施肥效果最佳,坤益健100次之。

关键词:金银花;微生物菌剂;生长指标;产量;品质

中图分类号:S567.79 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2022)12-2817-07 doi:10.11654/jaes.2022-1087

Regulation of different microbial agents on the growth and quality of *Lonicera japonica* Thunb.

WANG Lin[1], HU Kaiji[1,2], JI Hua[1*], LI Hongtao[1], LI Yunchao[1], LI Chaonan[1], ZHANG Li[1]

(1. Institute of Biotechnology and Food Science, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China; 2. Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China)

Abstract: To explore the effects of three different microbial agents on the growth and quality of *Lonicera japonica* Thunb. and to determine the related growth index, yield, and quality of *Lonicera japonica* Thunb., three different microbial agents were applied to plants in a field plot experiment. Kun Yijian 100 had the most obvious effect on increasing the length of new shoots and the number of young leaves, which were 59.67% and 39.20% higher than the control respectively. Biological fertilization had the highest effect on chlorophyll content, net photosynthetic rate, and transpiration rate, which were 10.06%, 30.41% and 22.75% higher than the control respectively. Comparing the yield increasing effect of *Lonicera japonica* Thunb., biological fertilization>*Bacillus subtilis*>Kun Yijian 100, which increased by 51.04%, 20.39%, and 9.40% compared with the control, respectively. Compared with the control, the luteolin, chlorogenic acid, and extract contents in *Lonicerae japonica* Thunb. increased significantly, and the total ash decreased significantly. The microbial agents tested had a significant effect on growth, yield, and quality, and the effect of biological fertilization was the best, followed by Kun Yijian 100.

Keywords: *Lonicera japonica* Thunb.; microbial agent; growth index; yield; quality

金银花(*Lonicera japonica* Thunb.)为忍冬科植物忍冬的花蕾或初开的花[1],其主要活性成分为绿原酸和木犀草苷等,具有清热解毒、宣散风热的功效[2]。数年来,金银花在抗击非典、流行性感冒、手足口病、禽流感等病毒性疾病方面发挥了重要作用,尤其是对近几年爆发的新冠病毒肺炎疗效显著,市场需求量急剧增加。河北省

收稿日期:2022-10-31 **录用日期:**2022-11-25
作者简介:王琳(1994—),女,河北邢台人,硕士,主要从事农产品质量安全与控制研究。E-mail:511464602@qq.com
***通信作者:**及华 E-mail:yjsjihua@163.com
基金项目:河北省重点研发计划项目(20326421D,20326505D);河北省中药材产业技术体系创新团队建设项目(HBCT2018060206)
Project supported: The Key Research and Development Program of Hebei Province, China(20326421D,20326505D); Hebei Province Traditional Chinese Medicine Industry Technology System Innovation Team Construction(HBCT2018060206)

作为全国金银花三大传统道地产区之一，是北方最大的金银花药材供应基地[3]。但是，药农为追求产量，生产中大肥、大水、大量使用农药导致药材质量普遍下降，二、三茬花药效达不到《中国药典》的限量标准[4]。微生物菌剂作为近年来区别于化学肥料的新型肥料，能够通过自身含有的有益微生物改善土壤的微生态环境，促进植株生长[5]。微生物菌剂可以提高生菜[6]、花椰菜[7]和娃娃菜[8]等蔬菜的产量和品质，对槟榔的黄化病[9]、西瓜的白绢病[10]、芒果的炭疽病和灰斑病[11]以及甜瓜的叶枯病[12]等常见病害具有明显的防治效果，可改善水稻[13]、玉米[14]等农作物根际土壤活性，促进农作物生长。目前关于微生物菌剂对金银花等中药材植物生长和品质影响的研究还未见报道。本研究选用3种微生物菌剂处理金银花植株，定期监测生长期间金银花生长特性和品质指标，研究微生物菌剂对金银花生长的作用效果，为金银花高质量绿色栽培提供理论依据与技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地点及材料

试验在邢台市巨鹿县慧农农业发展有限公司金银花标准化种植园内进行，选用4年生植株，品种为巨鹿一号。园区金银花总栽培面积20 hm^2，株行距1.5 m×2.0 m，平均每公顷栽植3 330株。园区土壤为沙壤土，肥力中等。

微生物菌剂：(1)生物冲施肥，每克有效活菌数≥5×10^8，由中农绿康(北京)生物技术有限公司提供；(2)枯草芽孢杆菌菌剂，每毫升有效活菌数≥3×10^9，由河北省农林科学院植物保护研究所提供；(3)坤益健100，每毫升有效活菌数≥1×10^{10}，从市场购买，天津坤禾生物科技集团股份有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验选取园区内中间位置，金银花植株生长健壮、长势相同或相近的地块，将该地块由南向北划分为12个田间试验小区，每个小区4行金银花，约0.033 hm^2。设置3种微生物菌剂处理：生物冲施肥(T1)、枯草芽孢杆菌菌剂(T2)和坤益健100(T3)，另外设置不施用微生物菌剂的空白对照(CK)，每个处理均重复3次。金银花生长发育过程中，按照常规方式进行田间管理。

1.2.2 菌剂施用方法

秋季植株落叶后按照常规方法施入商品有机肥4 500~7 500 $kg\cdot hm^{-2}$作为基肥，翌年3月20日施用微生物菌剂。生物冲施肥均匀撒施于金银花植株树冠下周围地面，施用量150 $kg\cdot hm^{-2}$；枯草芽孢杆菌菌剂和坤益健100稀释后分别均匀喷施于金银花植株树冠下周围地面，施用量75 $kg\cdot hm^{-2}$；CK处理为空白地面。各处理统一喷水灌溉。

1.2.3 金银花样品采集方法

选取各处理试验小区内中间两行长势相近、具有代表性的3株金银花并进行标记，每小区的两侧边行作为保护行。清晨或上午采集大白期的金银花鲜花，55~60 ℃烘干后置于密封袋，放入冰箱冷藏。

1.2.4 试验测定指标及方法

在选取的金银花植株上分别标记5个长势均衡、长度适中的新梢，跟踪检测生长指标。

生长指标：(1)新梢长度，用卷尺测定从茎尖向下第2对新叶到新梢基部的距离；(2)新梢上新生叶数，记录从新梢底部到茎尖向下第2对新叶的总数量；(3)叶片光合速率(以CO_2计)和蒸腾速率使用CI-RAS-3型便携式光合作用仪测定；(4)叶片叶绿素含量使用SPAD-502便携式叶绿素仪测定。

品质指标：木犀草苷、绿原酸、浸出物以及总灰分含量采用2020年版《中华人民共和国药典》(第四部)中的方法测定[15]；金银花含水量采用称质量的方法测定。

1.3 数据处理与分析

利用Excel制作表格与图片，利用SPSS 22.0进行数据分析，$P<0.05$表示处理间差异显著。

2 结果与分析

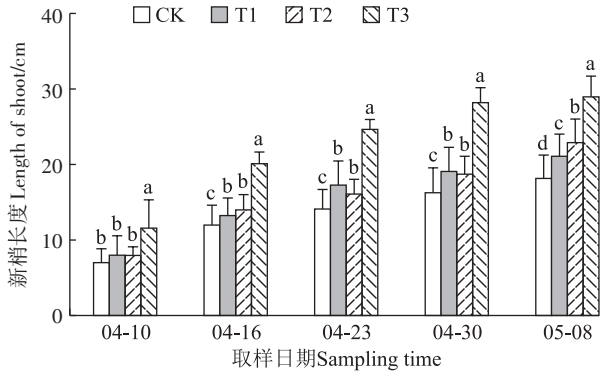
2.1 微生物菌剂对金银花生长特性的影响

2.1.1 对新梢长度的影响

测量数据表明，3种微生物菌剂处理的金银花新梢长度均大于CK，T1、T2、T3和CK处理5月8日的测量数据分别达到21.10、22.90、28.90、18.10 cm，测量期内微生物菌剂处理新梢长度平均比CK提高16.57%、26.52%、59.67%。3种微生物菌剂相比较，T3处理对新梢生长的促进效果最佳，除5月8日外T1和T2处理间差异不显著(图1)。

2.1.2 对新梢新生叶数的影响

与CK相比，3种微生物菌剂处理后植株的新梢新生叶片数均明显增加，T1、T2、T3分别较CK平均增加22.61%、13.20%、39.20%。3种微生物菌剂相比较，T3处理对新梢新生叶数的增加最为明显，其次是T1



不同小写字母表示处理间差异显著（$P<0.05$）。下同
Different lowercase letters indicate significant differences among treatments（$P<0.05$）. The same below

图1 微生物菌剂对金银花新梢长度的影响

Figure 1 Effects of microbial agents on new shoot length of *Lonicera Japonica* Thunb.

和T2处理（图2）。

2.1.3 对叶片净光合速率和蒸腾速率的影响

图3表明，金银花叶片的净光合速率呈现先升高后降低的变化趋势，微生物菌剂处理提高了金银花叶片净光合速率。生长前期（6月10日以前）T1、T2和T3处理对净光合速率提升效果显著，但三者之间差异不显著；随着生长期的延长，提升效果逐渐降低，3种菌剂之间出现显著差异，其中T1处理的效果最佳，T3处理效果较差，与CK相比差异不显著。

由图4可知，金银花叶片的蒸腾速率呈现先升高再降低的变化规律，T1、T2和T3处理的叶片蒸腾速率均高于CK，除6月10日T3处理外所有处理各测定时间点均与CK差异显著。3种菌剂相比较，T1处理的叶片蒸腾速率提升效果较好，T2、T3处理之间未出现显著差异。

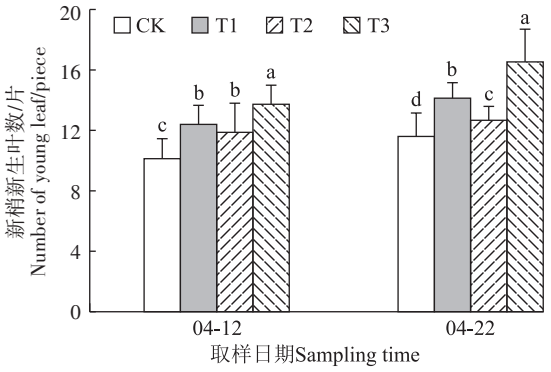


图2 微生物菌剂对金银花新梢新生叶数的影响

Figure 2 Effects of microbial agents on number of young leaves of *Lonicera Japonica* Thunb.

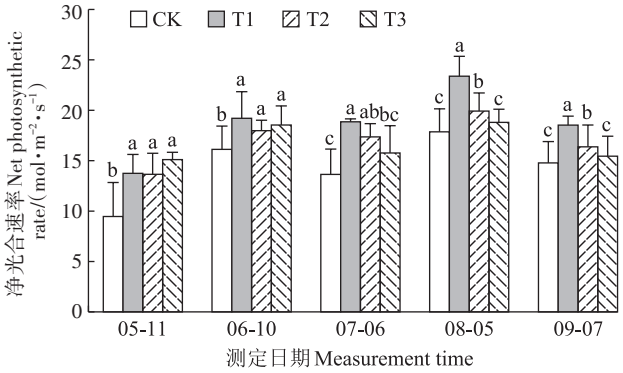


图3 微生物菌剂对金银花叶片净光合速率的影响

Figure 3 Effects of microbial agents on the net photosynthetic rate of *Lonicera Japonica* Thunb. leaves

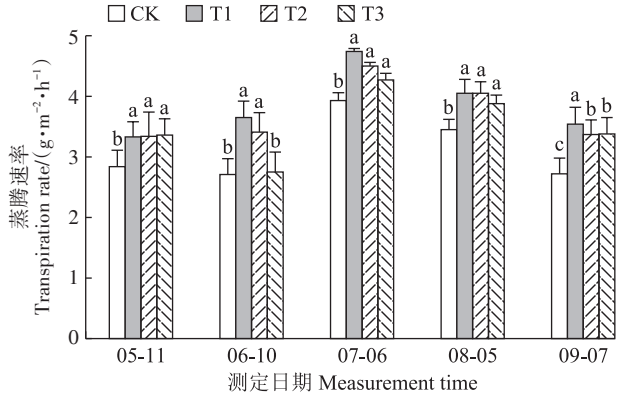


图4 微生物菌剂对金银花叶片蒸腾速率的影响

Figure 4 Effects of microbial agents on the net transpiration rate of *Lonicera Japonica* Thunb. leaves

2.1.4 对叶绿素含量的影响

T1、T2和T3处理的叶片叶绿素含量与CK相比均有不同程度的增加，说明微生物菌剂处理促进了叶片叶绿素的合成。T1处理的提升效果最佳，6月10日后均显著高于CK，生长后期（9月7日）提升幅度最大（40.71%）；T2、T3处理在8月5日提升效果最佳（13.80%、21.18%）。金银花采花期（5—7月）叶片叶绿素含量相对稳定，各处理增幅也相对趋于稳定。综合分析表明，微生物菌剂对叶片叶绿素含量的增加效果为T1>T3>T2（图5）。

2.2 微生物菌剂对金银花产量的影响

金银花的产量主要集中于第1茬花，CK、T1、T2、T3处理的第1茬花的单株平均鲜花产量分别达到933、1 191、964、1 020 g，全年单株平均总产量分别达到1 628、2 459、1 960、1 781 g，第一茬产量均约占总产量的一半。与CK相比，3种微生物菌剂处理均显著提

高了单株鲜花总产量；3种微生物菌剂相比较，T1处理的单株鲜花总产量显著高于T2和T3处理，增产效果排序为T1>T2>T3（图6）。

2.3 微生物菌剂对金银花品质的影响

2.3.1 对含水量的影响

CK、T1、T2、T3处理的第1茬鲜花含水量分别为89.71%、81.20%、86.10%、88.31%，T1、T2和T3处理较CK分别降低了9.47%、4.01%、1.56%，T1、T2处理与CK差异显著。整体比较发现T1处理对鲜花含水量的降低效果最佳，其次是T2处理，T3处理较差（图7）。

2.3.2 对木犀草苷含量的影响

图8数据表明，微生物菌剂处理显著提高了金银花木犀草苷含量。CK处理木犀草苷含量除第1茬花（5月11日）超过了新版《中华人民共和国药典》规定标准（≥0.05%）以外，其他时间点均未达到限量标准，但经过微生物菌剂处理后木犀草苷含量除最后批次（9月7日）外其他采样时间均超过了限量标准，且均与CK存在显著差异。T1处理对第1、2茬花提升效果较好，而T2、T3处理对3、4茬花提升效果较好。

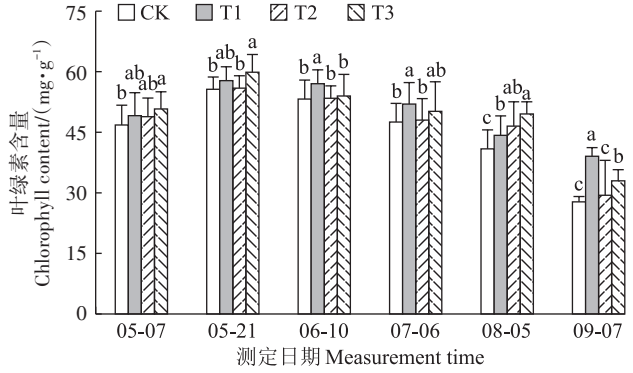


图5 微生物菌剂对金银花叶片叶绿素含量的影响

Figure 5 Effects of microbial agents on chlorophyll content of *Lonicera Japonica* Thunb. leaves

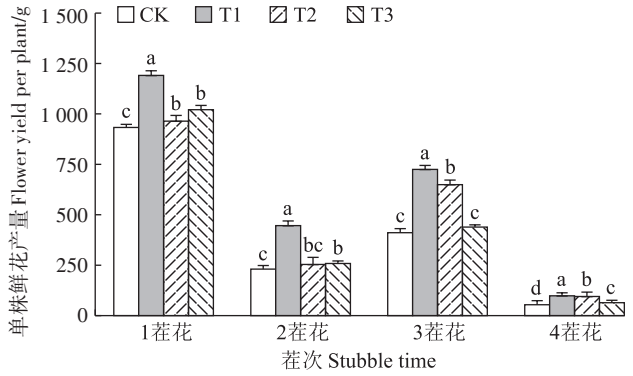


图6 微生物菌剂对金银花产量的影响

Figure 6 Effects of microbial agents on the yield of *Lonicera Japonica* Thunb.

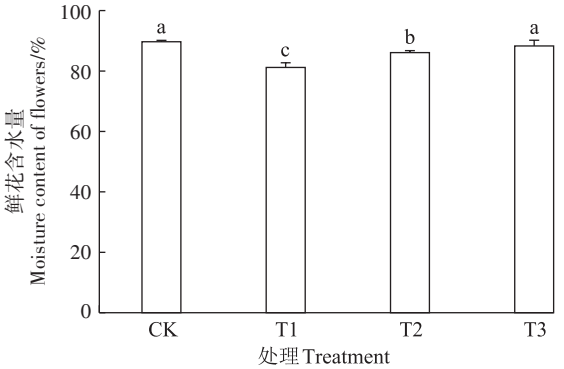


图7 微生物菌剂对金银花鲜花含水量的影响

Figure 7 Effects of different microbial agents on water content of *Lonicera Japonica* Thunb.

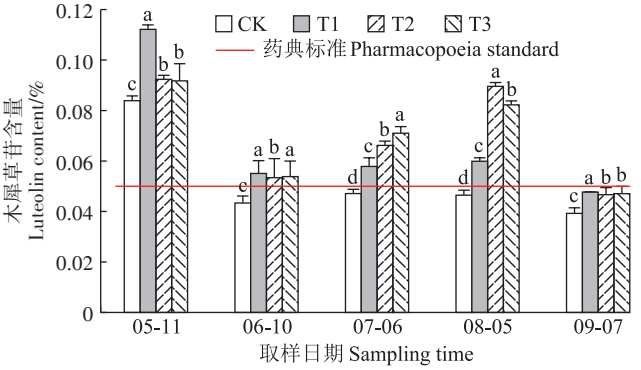


图8 微生物菌剂对金银花木犀草苷含量的影响

Figure 8 Effects of microbial agents on the luteolin content in *Lonicera Japonica* Thunb.

2.3.3 对绿原酸含量的影响

图9数据显示，微生物菌剂处理显著提高了金银花绿原酸含量。CK处理绿原酸含量在生长后期（8

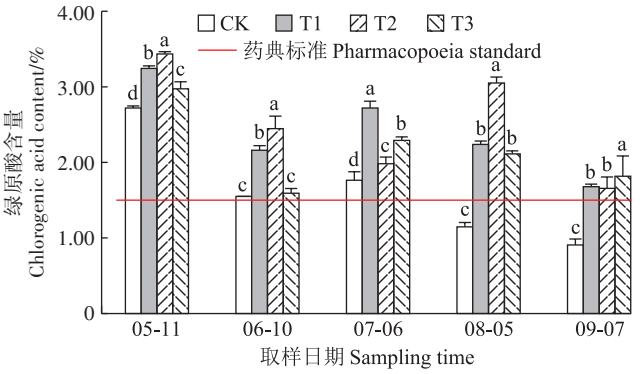


图9 微生物菌剂对金银花绿原酸含量的影响

Figure 9 Effects of microbial agents on the chlorogenic acid content in *Lonicera Japonica* Thunb.

月5日以后）不能达到《中华人民共和国药典》规定标准（≥1.5%），但经过微生物菌剂处理后绿原酸含量在整个检测期间均超过了限量标准，且均与CK存在显著差异。T1和T2处理对绿原酸提升效果明显，而且持续整个生长期；T3处理在前期优势不明显，后期（9月7日）优势明显提升，与T1、T2处理形成显著差异。

2.3.4 对浸出物含量的影响

图10数据表明，微生物菌剂处理后金银花浸出物含量显著高于CK，显著提高了第2茬花（6月10日）浸提物含量，T1、T2、T3处理较CK分别提高了31.83%、22.67%、35.11%，且T1、T3与T2处理之间存在显著差异。3种菌剂相比较，T1处理效果最佳，其次是T3处理，T2处理较差。

2.3.5 对总灰分含量的影响

图11数据表明，金银花的总灰分含量随生长期的延长总体呈上升趋势，且均低于新版《中华人民共和国药典》的最高限量标准（≤10%）。与CK相比，T1、T2、T3处理均显著降低了总灰分含量，第1茬花总灰分含量降幅最大，分别降低了73.41%、66.33%、50.12%，而且各处理之间存在显著差异。随着生长期的延长，各处理之间差异减小。微生物菌剂对总灰分的降低效果总体表现为T1>T3>T2。

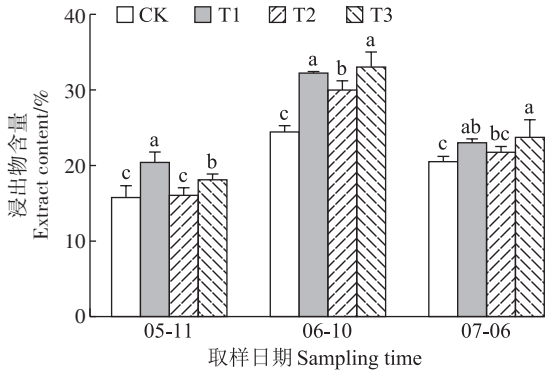


图10 微生物菌剂对金银花浸出物含量的影响

Figure 10 Effects of microbial agents on the extract content in *Lonicera Japonica* Thunb.

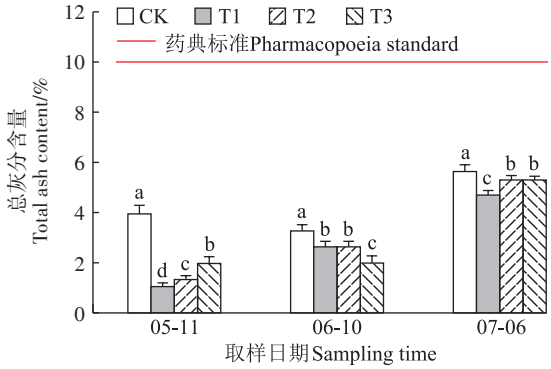


图11 微生物菌剂对金银花总灰分含量的影响

Figure 11 Effects of microbial agents on the total ash content in *Lonicera Japonica* Thunb.

2.4 微生物菌剂净增产效益分析

根据当年金银花产量、市场价格与附加成本投入（菌剂、人工、水电费等）计算，T1、T2、T3处理净增产效益分别比CK每公顷增加了1.03万、0.87万、0.30万元，其效益相较CK分别提高了12.28%、10.31%、3.57%，3种微生物菌剂处理的金银花净增产效益排序为T1>T2>T3（表1）。

2.5 微生物菌剂作用效果综合评价

经模糊数学隶属函数法综合分析，微生物菌剂处理对金银花生长、产量、品质和经济效益的综合评价排序为T1>T3>T2（表2）。

3 讨论

本研究中金银花施用生物冲施肥（T1）、枯草芽孢杆菌菌剂（T2）和坤益健100（T3）3种微生物菌剂，其新梢长度、新梢新生叶数、净光合速率、蒸腾速率和

表1 微生物菌剂净增产效益分析

Table 1 Analysis on net benefit of microbial agents

处理 Treatment	单株干花产量 Dry flower yield per plant/g	产量 Yield/ (kg·hm^{-2})	增产量 Increase production/ (kg·hm^{-2})	增产效益/(元·hm^{-2}) Yield benefit/ (yuan·hm^{-2})	附加成本/(元·hm^{-2}) Additional cost/ (yuan·hm^{-2})	净增产效益/(元·hm^{-2}) Net yield benefit/ (yuan·hm^{-2})
CK	193.94	645.75	0	0	0	0
T1	219.13	729.69	83.94	10 912.20	600.00	10 312.20
T2	215.08	716.20	70.45	9 158.50	500.00	8 658.50
T3	202.12	673.06	27.31	3 550.30	550.00	3 000.30

注：2021年金银花市场价130元·kg^{-1}，附加成本为菌剂、人工、水电费等投入。

Note: In 2021, the market price of *Lonicera Japonica* Thunb. is 130 yuan·kg^{-1}, and the additional cost is the input of microbial agent, labor, water and electricity, etc.

表2 微生物菌剂对金银花生长特性和经济效益的隶属函数综合评价

Table 2 Comprehensive evaluation of membership function of microbial agents on the growth and net benefit of *Lonicera Japonica* Thunb.

处理 Treatment	新梢长度 New shoot length	新生叶数 Young leaves	净光合速率 Net photosynthetic rate	蒸腾速率 Transpiration rate	叶绿素 Chlorophyll	产量 Yield	木犀草苷含量 Luteolin	绿原酸含量 Chlorogenic acid	浸出物含量 Extract	总灰分含量 Total ash	经济效益 Economy benefit	均值 Mean	排名 Rank
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.09	4
T1	0.24	0.58	1	1	1	1	0.82	0.88	1	0	1	0.78	1
T2	0.26	0.34	0.61	0.83	0.23	0.84	1	1	0.47	0.20	0.85	0.60	3
T3	1	1	0.54	0.54	0.93	0.33	0.97	0.60	0.95	0.20	0.26	0.67	2

叶绿素含量等生长指标均有不同程度的提高。有研究表明：微生物菌剂的施用可以明显提高马铃薯出苗率和株高，促进马铃薯植株的生长[16]；复合微生物菌剂可明显提高水稻叶片功能，促进光合作用，增加分蘖数[17]；微生物菌剂与复合肥混合施用对“飞寒樱”苗木叶片大小、叶绿素含量、新梢和地径生长均有明显的促进作用[18]。这与本试验的研究结果具有一致性。

目前关于微生物菌剂对药用植物生长和药材品质影响的研究报道极少，何嘉等[19]的研究表明，施用微生物菌剂的枸杞产量明显增加，甜菜碱和胡萝卜素含量显著提高。本试验结果显示，施用微生物菌剂对金银花产量和木犀草苷、绿原酸、浸出物、总灰分含量等品质指标提升效果显著，二者的研究结果一致。另外，微生物菌剂提高果蔬类品质的报道与本试验结果具有相似性。增施含有侧孢短芽孢杆菌的微生物菌剂能有效促进青椒维生素C、可溶性蛋白、可溶性固形物含量和产量的增加[20]；配施复合微生物菌剂可提高甜瓜果实的可溶性固形物、可溶性糖和可溶性蛋白含量[21]。

近年来农用微生物菌剂备受关注，其被广泛应用于生态农业生产。一方面微生物菌剂通过自身含有的有益微生物改善植物根际微生态环境，进而保障植物根系对养分的吸收，促进植株生长，改善产品质量。另一方面微生物菌剂具有直接或间接改良土壤、恢复地力、预防土传病害和降解有毒有害物质等作用，可以减少化肥用量，保护生态环境，有利于人类社会的持续发展[22]。为实现金银花的优质高产，后续试验将进一步探究微生物菌剂对金银花连作土壤微生态环境的影响，通过根际微生物菌群的变化与土壤理化性质和土壤酶活的相关性分析，揭示品质与土壤间的互作关系，确定影响品质形成的关键主导因子，为优质高产提供理论依据。

4 结论

（1）施用生物冲施肥（T1）、枯草芽孢杆菌菌剂（T2）和坤益健100（T3）3种微生物菌剂，可以明显提高金银花新梢长度、新梢新生叶数、净光合速率、蒸腾速率和叶绿素含量等生长指标。

（2）2020版《中华人民共和国药典》规定金银花中绿原酸含量≥1.5%，木犀草苷含量≥0.05%，总灰分含量≤10%，本试验结果证实，微生物菌剂处理的金银花除木犀草苷第五批次未达到药典标准外，药用指标含量均符合药典标准，且产量、品质指标明显优于对照组。

（3）通过模糊数学隶属函数法综合分析可知，3种不同微生物菌剂综合施用效果排序为T1>T3>T2。施用微生物菌剂可以显著提高金银花的产量和品质，有效解决药效不达标的问题，实现金银花的优质高产。

参考文献：

[1] 张芳. 金银花高产高效栽培技术[J]. 农业科技与信息, 2021(23): 39-40. ZHANG F. High-yield and high-efficiency cultivation techniques of honeysuckle[J]. *Agricultural Science-Technology and Information*, 2021(23): 39-40.

[2] 吴朝峰, 马雪梅. 不同平衡施肥方式对金银花叶片的生理指标、产量及品质的影响[J]. 中国园艺文摘, 2018, 34(3): 32-34. WU C F, MA X M. Effects of different balanced fertilization methods on physiological characteristics, yield and quality of *Lonicera japonica*[J]. *Chinese Horticulture Abstracts*, 2018, 34(3): 32-34.

[3] 秦讳婷, 朱艳霞, 郭玉海, 等. 河北巨鹿金银花生产现状与发展建议[J]. 中国现代中药, 2012, 14(2): 34-36. QIN H T, ZHU Y X, GUO Y H, et al. Production status and development suggestions of honeysuckle in Julu, Hebei[J]. *Modern Chinese Medicine*, 2012, 14(2): 34-36.

[4] 刘调平. 靖远县金银花产业发展现状、存在问题及对策[J]. 农业科

技与信息, 2021(23):77-78, 83. LIU T P. The development status, existing problems and countermeasures of honeysuckle industry in Jingyuan County[J]. *Agricultural Science-Technology and Information*, 2021(23):77-78, 83.

[5] HAFEZ M, POPOV A I, RASHAD M. Integrated use of bio-organic fertilizers for enhancing soil fertility-plant nutrition, germination status and initial growth of corn(*Zea mays* L.)[J]. *Environmental Technology & Innovation*, 2021, 21:101329.

[6] 熊宏斌, 熊宏玉. 复合微生物菌剂在宜良县生菜上的应用研究[J]. 云南农业科技, 2019(5):13-15. XIONG H B, XIONG H Y. Study on the application of compound microbial agent in the lettuce in Yiliang County[J]. *Yunnan Agricultural Science and Technology*, 2019(5):13-15.

[7] 李凤霞, 赵营. 氮肥减量配施微生物菌剂对灌淤土花椰菜产量及土壤微生物的影响[J]. 水土保持研究, 2017, 24(2):94-100. LI F X, ZHAO Y. Effect of nitrogen fertilizer reduction with microbial inoculants on broccoli production and the influence of the soil microbial characteristics[J]. *Research on Soil and Water Conservation*, 2017, 24(2):94-100.

[8] 潘红梅. 不同微生物菌剂对娃娃菜堆肥效果的影响[J]. 农业科技与信息, 2020(13):29-30, 35. PAN H M. Effects of different microbial inoculants on the composting effect of baby cabbage[J]. *Agricultural Science-Technology and Information*, 2020(13):29-30, 35.

[9] 曾涛, 芮凯, 田威, 等. 微生物菌剂与化学药剂对槟榔黄化病的协同防效评价[J]. 农药, 2021, 60(11):832-835, 848. ZENG T, RUI K, TIAN W, et al. Evaluation of interactive control effect of the microbial agents and the chemical agents on arecanut yellow leaf disease[J]. *Pesticide*, 2021, 60(11):832-835, 848.

[10] 于会丽, 徐国益, 路绪强, 等. 微生物菌剂对连作西瓜土壤微环境及果实品质的影响[J]. 果树学报, 2020, 37(7):1025-1035. YU H L, XU G Y, LU X Q, et al. Effects of microbial agents on soil microenvironment and fruit quality of watermelon under continuous cropping[J]. *Journal of Fruit Science*, 2020, 37(7):1025-1035.

[11] 赵光全, 卯婷婷, 赵玳琳. 4种微生物菌剂对芒果主要病害的田间防治效果[J]. 农技服务, 2019, 36(2):26-28. ZHAO G Q, MAO T T, ZHAO D L. Field control effects of four microbial inoculants on the main diseases of mango[J]. *Agricultural Technology Service*, 2019, 36(2):26-28.

[12] 李省印, 杜军志, 常宗堂, 等. 微生物菌剂防治甜瓜叶枯病的效果[J]. 中国瓜菜, 2009, 22(6):25-26. LI X Y, DU J Z, CHANG Z T, et al. The effect of microbial inoculants on the control of melon leaf blight[J]. *China Cucurbits and Vegetables*, 2009, 22(6):25-26.

[13] 段雪娇. 微生物菌剂对水稻土土壤微生物数量及酶活性的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2015. DUAN X J. Impact of microbial inoculants on microbial quantity and enzymatic activity in paddy soil[D]. Harbin:Northeast Agricultural University, 2015.

[14] 李海云, 姚拓, 师尚礼, 等. 复合菌剂对玉米根际土壤酶活性和微生物数量的影响[J]. 草原与草坪, 2018, 38(6):19-26. LI H Y, YAO T, SHI S L, et al. Effects of compound inoculants on enzymatic activities and microbial counts in maize rhizosphere soil[J]. *Grassland and Turf*, 2018, 38(6):19-26.

[15] 中华人民共和国药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2020. Pharmacopoeia Commission of the People's Republic of China. Pharmacopoeia of the People's Republic of China[M]. Beijing: China Pharmaceutical Science and Technology Press, 2020.

[16] 张玲, 张婷, 林柏松, 等. 微生物菌剂对不同熟期马铃薯生长发育及产量的影响[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(11):51-53, 56. ZHANG L, ZHANG T, LIN B S, et al. Effects of microbial agents on growth and yield of potato in different maturity[J]. *China Plant Protection*, 2021, 41(11):51-53, 56.

[17] 黄小萱, 张凯, 侯小超. 复合微生物菌剂对水稻生长及产量的影响[J]. 农业开发与装备, 2021(12):185-186. HUANG X H, ZHANG K, HOU X C. Effects of compound microbial inoculants on rice growth and yield[J]. *Agricultural Development and Equipment*, 2021(12):185-186.

[18] 高照亮, 朱建军, 隽加香, 等. 复合肥配施微生物菌剂对'飞寒樱'苗木生长影响效果研究[J]. 上海农业学报, 2021, 37(5):116-120. GAO Z L, ZHU J J, JUN J X, et al. Effects of compound fertilizer combined with microbial agent on growth of *Cerasus campanulata* 'Feihan' seedlings[J]. *Acta Agriculturae Shanghai*, 2021, 37(5):116-120.

[19] 何嘉, 马婷慧, 白小军, 等. 微生物菌剂对枸杞生长发育、产量品质及土壤养分的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(14):149-154. HE J, MA T H, BAI X J, et al. Effects of microbial inoculants on growth, yield, quality and soil nutrients of *Lycium barbarum*[J]. *Jiangsu Agricultural Science*, 2021, 49(14):149-154.

[20] 李晶晶, 刘聪, 王鑫鑫, 等. 微生物菌剂对青椒生长、品质和土壤养分状况的影响[J]. 北方园艺, 2021(13):1-10. LI J J, LIU C, WANG X X, et al. Effects of increasing microbial agents on growth, quality and soil nutrients of green pepper[J]. *Northern Horticulture*, 2021(13):1-10.

[21] 秦立金, 尹慧来, 王塔娜, 等. 复合微生物菌剂与生物有机肥复配对甜瓜增产提质抗病的研究[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2021, 37(12):40-44. QIN L J, YIN H L, WANG T N, et al. Study on the effect of compound microbial inoculants and bio-organic fertilizers on melon production, quality and disease resistance[J]. *Journal of Chifeng University*(*Natural Science Edition*), 2021, 37(12):40-44.

[22] 黄高强. 我国化肥产业发展特征及可持续性研究[D]. 北京:中国农业大学, 2014. HUANG G Q. Study on development characteristics and sustainability of chemical fertilizer industry in China[D]. Beijing:China Agriculture University, 2014.

(责任编辑:李丹)