西北农业学报 2019,28(2):219-224
Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica

网络出版日期:2019-01-18 doi: 10.7606/j.issn.1004-1389.2019.02.009
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.s.20190117.1452.008.html

施用腐殖酸肥料对猕猴桃果实品质和产量的影响

刘增照[1],郝明德[1,2],牛育华[3],王晨光[4]

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院,陕西杨凌 712100;2. 西北农林科技大学 水土保持研究所,陕西杨凌 712100;
3. 陕西科技大学 陕西农产品加工技术研究院,西安 710021;4. 陕西省农业技术推广总站,西安 710021)

摘 要 为探求腐殖酸叶面肥在猕猴桃果树上施用的最佳质量浓度,以'徐香'猕猴桃为试验材料,研究不同质量浓度腐殖酸叶面肥对猕猴桃果实品质和产量的影响。设置5个质量浓度梯度处理:处理1(腐殖酸0 g/L),处理2(腐殖酸0.15 g/L),处理3(腐殖酸0.3 g/L),处理4(腐殖酸0.45 g/L),处理5(腐殖酸0.6 g/L),每个处理3个重复。于2017年猕猴桃坐果后10 d、20 d、30 d共喷施3次,每次喷施量为200 L/667m^2。结果表明:腐殖酸质量浓度过高或过低均不能使果实产量与品质达到最优,综合产量与品质,处理3质量浓度最优。回归拟合结果为产量和品质各指标与腐殖酸质量浓度均存在显著的二次相关关系,产量最高时腐殖酸质量浓度为0.349 g/L,果实品质各指标最优时腐殖酸质量浓度均为0.3~0.4 g/L。

关键词 腐殖酸;猕猴桃;品质;产量

中图分类号 S145.2 **文献标志码** A **文章编号** 1004-1389(2019)02-0219-06

腐殖酸是动植物残体分解和微生物转化后,再经过一系列的地球化学过程而形成的一种天然高分子化合有机物[1-2]。腐殖酸在中国农业生产中发挥了重要作用,能够促进作物的生长和营养代谢、增强抗逆性、提高化学肥料利用率[3]。目前,随着根外施肥方式的普及,腐殖酸叶面肥在农业上逐渐被应用。腐殖酸喷洒在叶面上后,对细胞呼吸、光合作用、蛋白质合成、水和养分吸收、酶活性等机制均有促进作用[4]。但在农业生产中不是腐殖酸的质量浓度越高越好,质量浓度过高会抑制植物生长发育[5]。因此,腐殖酸叶面肥施用的质量浓度成为当下急需解决的问题。近年来,腐殖酸叶面肥的施用多集中在番茄[6]、辣椒[7]、大豆[8]作物上,在猕猴桃上的研究较少。本试验以'徐香'猕猴桃为研究对象,设置5个不同质量浓度梯度的腐殖酸叶面肥,于坐果期喷施,研究不同处理条件下对猕猴桃产量和果实品质的影响,以便找出最佳施用质量浓度,为腐殖酸叶面肥在猕猴桃坐果期的有效施用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于陕西省周至县的陕西佰瑞猕猴桃研究院(34°03′50.98″ N,108°25′44.03″E)。年平均气温13.2 ℃,年降水量675 mm。土壤类型以塿土为主,基本性状见表1。供试肥料为陕西科技大学提供的风化煤腐殖酸叶面肥,腐殖酸质量分数8.1%,N质量分数8.1%,P_2O_5质量分数8.1%,K_2O质量分数6.5%。供试品种为'徐香',栽植密度为110株/667m^2。春季施用复合肥[N∶P_2O_5∶K_2O = 15∶15∶15(质量比)]100 kg/667m^2,秋季收获后施用含氮量19.76 g/kg、含磷量22.31 g/kg、含钾量8.34 g/kg的猪粪10 m^3/667m^2。坐果后每周灌溉1次,每次灌水以保持土壤湿润为准。统一生物防治病虫害。

1.2 试验设计

试验用腐殖酸叶面肥配方设置5个以腐殖酸为基准质量浓度梯度(表2),于2017年猕猴桃坐果后10 d、20 d、30 d喷施,5个处理分别为:处理

收稿日期:2018-04-14 修回日期:2018-07-23
基金项目:陕西省农业科技创新项目(NYKJ-2017-01);西安市主导产业技术创新与示范项目[2017050NC/NY011(3)];陕西省教育厅2017年度科学研究计划(17JF003);榆林市科技计划(2016-13-4)。
第一作者:刘增照,男,硕士研究生,研究方向为腐殖酸肥料的农业应用。E-mail:1485598623@qq.com
通信作者:郝明德,男,研究员,博士生导师,研究方向为土壤生态环境治理。E-mail:mdhao@ms.iswc.ac.cn

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1(腐殖酸 0 g/L),处理 2(腐殖酸 0.15 g/L),处理 3(腐殖酸 0.3 g/L),处理 4(腐殖酸 0.45 g/L),处理 5(腐殖酸 0.6 g/L),每个处理 3 个重复,每个重复 10 株猕猴桃树,每次喷施量为 200 L/667 m^2。

表 1 土壤基本性状

Table 1 Basic properties of soil

土层/cm Soil layer	有机质/(mg/kg) Organic matter	碱解氮/(mg/kg) Alkaline nitrogen	速效磷/(mg/kg) Fast-acting phosp horus	速效钾/(mg/kg) Available potassium	pH
0～20	37.56	115.60	136.81	81.30	7.26
20～40	32.17	116.34	134.28	81.45	7.29

表 2 腐殖酸叶面肥不同处理的养分组成

Table 2 Nutrient composition of different mass concentrations of humic acid foliar fertilizers g/L

成分 Composition	腐殖酸 Humic acid	N	P	K
处理 1 Treatment 1	0	0.15	0.13	0.3
处理 2 Treatment 2	0.15	0.15	0.13	0.3
处理 3 Treatment 3	0.3	0.15	0.13	0.3
处理 4 Treatment 4	0.45	0.15	0.13	0.3
处理 5 Treatment 5	0.6	0.15	0.13	0.3

1.3 测定指标及方法

采摘 15 d 后测定果实品质指标。采用酸碱中和滴定法测定可滴定酸质量分数,采用 2,6-二氯靛酚法[9]测定维生素 C 质量分数,用手持数显糖度计(型号 PAL-1)测量可溶性糖质量分数,用烘箱在定温 65 ℃下烘干至恒量干物质质量分数。分小区收获,测定产量。果形指数为纵横直径比值。糖酸比为可溶性糖与可滴定酸的比值。

产量测定:成熟期采用称量法测定单果质量,计算产量。产量=单果质量×每株挂果量×每 667 m^2 内总株数。

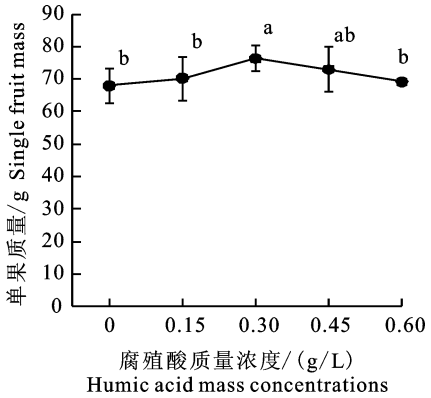
1.4 数据统计与分析

采用 Microsoft Excel 2016 和 Spss 23 软件处理试验数据。

2 结果与分析

2.1 腐殖酸对产量的影响

单果质量随着腐殖酸质量浓度增加呈先增后减的趋势,当质量浓度为处理 3(0.3 g/L)时,达最大值,为 76.35 g,比处理 1 增加了 8.35 g。除处理 4 外,与其他处理均差异显著。说明处理 3 对单果质量提高明显(图 1)。由图 2 可知,猕猴桃产量随腐殖酸质量浓度增加呈抛物线趋势。腐殖酸质量浓度从 0 g/L 增加到 0.3 g/L 时,产量逐渐增加;当质量浓度从 0.3 g/L 增加到 0.6 g/L时,产量反而降低。处理 3(0.3 g/L)的产量最高,比处理 1(0 g/L)果实产量增加 12.78%。说明猕猴桃喷施腐殖酸叶面肥符合报酬递减规律,在一定范围内施用腐殖酸可以提高产量,但到



不同小写字母表示 LSD 检验差异显著($P<0.05$) Different lowercase letters indicate significant difference under LSD ($P<0.05$);下同 The same below

图 1 腐殖酸质量浓度对单果质量的影响

Fig. 1 Effect of mass concentration of humic acid on single fruit mass

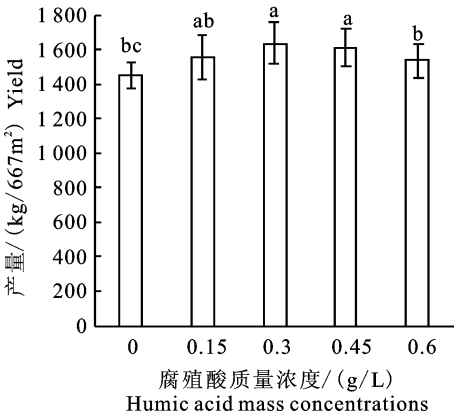


图 2 腐殖酸质量浓度对猕猴桃产量的影响

Fig. 2 Effect of mass concentration of humic acid on yield of kiwifruit

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一定质量浓度时开始出现负作用。质量浓度过高时会损伤叶片，光合作用和呼吸作用受到限制，导致光合产物降低，不但不会增产还会造成肥料的浪费。因此，腐殖酸质量浓度应当控制在一个合理的范围，通过对猕猴桃产量(Y)和腐殖酸质量浓度(X)拟合，得到方程 $Y = -1\ 496.83X^2 + 1\ 043.80X + 1\ 450.94$，其 $R^2 = 0.971\ 2$。表明产量与质量浓度的相关性显著。解得质量浓度为 0.349 g/L时产量最高，为 1 632.91 kg/667m^2。

2.2　腐殖酸对猕猴桃品质的影响

由表 3 可以看出，可溶性糖质量分数随质量浓度的增加先增后减。处理 2、处理 3、处理 4 的可溶性糖质量分数均达 16.05%以上，与处理 1 差异显著，处理 5 与处理 1 差异不显著。可见，腐殖酸对果实可溶性糖质量分数有明显的促进作用，质量浓度过高作用不明显。处理 3 的可溶性糖质量分数最高，达 18.55%，与其他处理差异显著。

可滴定酸的质量分数的变化趋势与可溶性糖相反，各处理与处理 1 差异显著，表明腐殖酸可以降低可滴定酸质量分数。其中，处理 3 的可滴定酸质量分数最低，除处理 4 外与其他处理均存在显著性差异。

糖酸比是果实口感风味评价的重要指标。随质量浓度增加先增加后减小，各处理与处理 1 相比差异显著，糖酸比提高 1.86～4.77。处理 3 糖酸比最大，与其他处理相比差异显著。

随腐殖酸质量浓度的增加，干物质质量分数呈先增后减的变化趋势。在处理 3 质量浓度时达到峰值，与处理 1 差异显著，干物质质量分数比处理 1 提高了 17.14%。其他处理间差异均不显著。说明腐殖酸可以提高果实干物质质量分数，处理 3 的效果最佳。

维生素 C 质量分数随着质量浓度的增加先增后减，各处理维生素 C 表现为处理 4＞处理 3＞处理 5＞处理 2＞处理 1。处理 4 和处理 3 与其他处理相比差异显著，处理 4 与处理 3 差异不显著，比处理 1 分别提高 46.08 和42.94 mg/hg。

对果实各品质指标与腐殖酸质量浓度进行多项式回归分析，得到二次回归方程(表 4)，果实各品质与腐殖酸质量浓度均呈显著相关性，最佳施用质量浓度为 0.311～0.370 g/L。

表 3　不同处理的果实品质($\bar{x} \pm s$)

Table 3　Fruit quality of different treatments

处理 Treatment	可溶性糖/% Soluble sugar	可滴定酸/% Titratable acid	糖酸比 Sugar acid ratio	干物质/% Dry matter	维生素 C /(mg/hg) Vitamin C
处理 1　Treatment 1	13.52±0.65 c	1.34±0.016 9 a	10.09±0.38 d	18.32±0.89 b	149.48±5.44 c
处理 2　Treatment 2	16.17±0.71 b	1.14±0.007 3 c	14.18±0.29 b	20.76±0.22 ab	160.25±4.96 b
处理 3　Treatment 3	18.55±0.59 a	1.10±0.026 4 d	16.86±0.43 a	21.46±0.80 a	192.42±8.63 a
处理 4　Treatment 4	16.05±0.38 b	1.11±0.012 6 d	14.46±0.59 b	19.08±0.54 ab	195.56±2.56 a
处理 5　Treatment 5	14.10±0.61 c	1.18±0.018 9 b	11.95±0.33 c	18.73±0.71 ab	167.54±7.37 b

表 4　果实品质与腐殖酸质量浓度的回归方程模型

Table 4　Regression equation model of fruit quality and mass concentration of humic acid

果实品质 Fruit quality	回归方程 Regression equation	R^2	最佳质量浓度/(g/L) Optimal mass concentration
可溶性糖　Soluble suga	$Y = -44.169\ 8X^2 + 27.51X + 13.46$	0.904 5	0.311
可滴定酸　Titratable acid	$Y = 1.873X^2 - 1.36X + 1.33$	0.968 5	0.363
糖酸比　Sugar acid ratio	$Y = -58.032X^2 + 37.49X + 10.09$	0.953 7	0.323
干物质　Dry matter	$Y = -38.467X^2 + 23.80X + 13.53$	0.533 6	0.309
维生素 C　Vitamin C	$Y = -338.444X^2 + 250.69X + 143.53$	0.810 3	0.370

3　讨论与结论

本研究表明：腐殖酸叶面肥可提高猕猴桃产量，质量浓度过高或过低，腐殖酸的增产作用均降低，产量随质量浓度增加呈抛物线变化。李兴杰等[10]在生菜上的研究表明：腐殖酸在低质量浓度时，随着质量浓度增加，生菜鲜质量随之增加，当达到一定限度后随腐殖酸质量浓度的增加而逐渐减小，与本试验结论一致。在干豆[11]和小麦[12]试验中产量也呈现相似变化趋势。这是由于腐殖酸

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

含有细胞激肽酶类等有机生物刺激素，作用于植物后，植物表现出生长素的刺激反应，引起细胞质膜渗透性能的改变，促进植物蛋白的合成和细胞的生长，提高产量[13-14]。Pizzeghello 等[15]研究发现腐殖酸中含有细胞分裂素，可以提高单果质量，增加果实横纵直径，进而达到增产作用。但叶面肥养分浓度超过一定限度之后，叶片组织中养分失去平衡，叶片就会受到伤害而出现枯斑或灼伤症状，出现负效应[16]，同时造成肥料的浪费。因此，腐殖酸叶面喷施必需选用合适的质量浓度。本试验中腐殖酸质量浓度与猕猴桃产量存在显著的二次相关关系，质量浓度为 0.349 g/L 时，产量最大，为 1 632.91 kg/667 m^2，比质量浓度为 0 时增加了 181.97 kg/667 m^2。

猕猴桃果实品质指标主要有可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、干物质和维生素 C。糖酸比是影响果实口感风味的直接因素，与可溶性糖与可滴定酸的质量分数有关。张继舟等[17]研究发现番茄上施用腐殖酸含糖量可以提高 51%以上。周超等[18]研究发现喷施腐殖酸叶面肥西瓜的总糖增加 2.2%，总酸降低 0.029%，糖酸比提高 13.63。腐殖酸能够提高叶绿素含量，提高光合速率，为干物质积累提供充足的碳素来源[19]。此外，猕猴桃果实中维生素 C 质量分数主要依赖于叶片的 L-半乳糖途径合成，而这也与叶片的光合速率有关[20]。研究表明腐殖酸对干物质合成与维生素 C 的积累具有显著的促进作用[21]。苏长青[22]研究发现喷施腐殖酸叶面肥后，黄冠梨果实维生素 C 质量分数提高 1.9 mg/kg。菜豆上喷施腐殖酸叶面肥，维生素 C 显著增长[23]。本研究表明，腐殖酸能提高果实可溶性糖、维生素 C 与干物质的质量分数，降低可滴定酸质量分数，增大糖酸比，改善果实的营养品质与口感品质。果实各品质指标与腐殖酸质量浓度的关系均呈显著二次相关性，可溶性糖、可滴定酸、干物质、维生素质量分数和糖酸比最优时腐殖酸施用的最佳质量浓度分别为 0.311 g/L、0.363 g/L、0.309 g/L、0.370 g/L 和 0.323 g/L。

参考文献 Reference:

[1] 郑 平. 煤炭腐植酸的生产和应用[M]. 北京：化学工业出版社，1991：20-33.
ZHENG P. Production and Application of Coal Humic Acid [M]. Beijing：Chemical Industry Press，1991：20-33.

[2] BANDIERA M，MOSCA G，VAMERALI T. Humic acids affect root characteristics of fodder radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) in metal-polluted wastes[J]. *Desalination*，2009，246(1)：78-79.

[3] 张水勤，袁 亮，林治安，等. 腐植酸促进植物生长的机理研究进展[J]. 植物营养与肥料学报，2017，23(4)：1065-1076.
ZHANG SH Q，YUAN L，LIN ZH A，*et al*. Research progress on the mechanism of humic acid to promote plant growth[J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*，2017，23(4)：1065-1076.

[4] FAN H M，WANG X W，SUN X，*et al*. Effects of humic acid derived from sediments on growth，photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum[J]. *Scientia Horticulturae*，2014，177：118-123.

[5] 程 亮，张保林，王 杰，等. 腐植酸肥料的研究进展[J]. 中国土壤与肥料，2011(5)：1-6.
CHENG L，ZHANG B L，WANG J，*et al*. Research progress of humic acid fertilizers[J]. *Soil and Fertilizer Sciences of China*，2011(5)：1-6.

[6] YILDIRM E. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato[J]. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Plant Soil Science*，2007，57(2)：182-186.

[7] NADA P，TOMISLAV V，VINKOVIC-IVANA V，*et al*. Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality：an example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) plants[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*，2011，91(12)：2146-2152.

[8] 张 进，吴良欢，孔向军，等. 铁锌混合肥喷施对豌豆子粒铁、锌、可溶性糖和维生素 C 含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报，2006，12(2)：245-249.
ZHANG J，WU L H，KONG X J，*et al*. Effect of iron-zinc mixed fertilizer spraying on iron，zinc，soluble sugar and vitamin C content in pea seeds[J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*，2006，12(2)：245-249.

[9] 李润丰，赵希艳，高亚弟. 2，6-二氯靛酚反滴定法测定红色果蔬中还原型 V_C[J]. 营养学报，2012，34(5)：507-509.
LI R F，ZHAO X Y，GAO Y D. Determination of reduced V_C in red fruits and vegetables with 2，6-dichloroindophenol reverse titration method[J]. *Chinese Journal of Nutrition*，2012，34(5)：507-509.

[10] 李兴杰，胡笑涛，杨 鑫，等. 腐植酸对水培生菜生长和品质的影响[J]. 西北农业学报，2016，25(11)：1679-1685.
LI X J，HU X T，YANG X，*et al*. The effect of humic acid on the growth and quality of hydroponic lettuce[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*，2016，25(11)：1679-1685.

[11] IBRAHIM E A，RAMADAN W A. Effect of zinc foliar spray alone and combined with humic acid or/and chitosan on growth，nutrient elements content and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants sown at different dates [J]. *Scientia Horticulturae*，2015，184：101-105.

[12] ELBASSIOUNY H S M，BAKRY B A，EL-MONEM A

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

A, *et al*. Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (*Triticum durum*) grown under newly reclaimed sandy soil[J]. *Agricultural Sciences*, 2014, 5(5): 687-700.

[13] CANELLAS L P, PICCOLO A, DOBBSS L B, *et al*. Chemical composition and bioactivity properties of size-fractions separated from a vermicompost humic acid[J]. *Chemosphere*, 2010, 78(4): 456-466.

[14] EIGHAMRY A M, ELHAI K M A, GHONEEM K M. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil[J]. *Australian Journal of Basic Applied Sciences*, 2009, 3(2): 731-739.

[15] PIZZEGHELLO D, FRANCIOSO O, ERTANI A, *et al*. Isopentenyladenosine and cytokinin-like activity of different humic substances[J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 2013, 129(6): 70-75.

[16] **李燕婷，李秀英，肖　艳，等. 叶面肥的营养机理及应用研究进展**[J]. **中国农业科学**, 2009, 42(1): 162-172.
LI Y T, LI X Y, XIAO Y, *et al*. Research progress on nutrition mechanism and application of foliar fertilizer[J]. *Chinese Journal of Agricultural Sciences*, 2009, 42(1): 162-172.

[17] **张继舟，袁　磊，马献发. 腐植酸对设施土壤的养分、盐分及番茄产量和品质的影响研究**[J]. **腐植酸**, 2008(3): 19-22.
ZHANG J ZH, YUAN L, MA X F. Effect of humic acid on soil nutrients, salinity and tomato yield and quality in greenhouse soil[J]. *Humic Acid*, 2008(3): 19-22.

[18] **周　超，周传余，徐　婷，等. 腐植酸液体叶面肥对大棚西瓜产量和品质的影响**[J]. **黑龙江农业科学**, 2013(9): 36-38.
ZHOU CH, ZHOU CH Y, XU T, *et al*. Effect of humic acid liquid foliar fertilizer on yield and quality of greenhouse watermelon[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2013(9): 36-38.

[19] **梁文旭. 腐殖酸对烤烟光合性能及产质量的影响**[J]. **湖南农业科学**, 2004(5): 30-33.
LIANG W X. Effects of humic acid on photosynthetic performance, yield and quality of flue-cured tobacco[J]. *Hunan Agricultural Science*, 2004(5): 30-33.

[20] **李明军，刘　军，梁　东，等. 猕猴桃 *GalUR* 表达与抗坏血酸积累的关系**[J]. **园艺学报**, 2011, 38(9): 1641-1649.
LI M J, LIU J, LIANG D, *et al*. Relationship between *GalUR* expression and ascorbate accumulation in kiwifruit[J]. *Journal of Horticulture*, 2011, 38(9): 1641-1649.

[21] **马继红，寇太记，李　威，等. 腐殖酸对丹参干物质积累与养分利用的影响**[J]. **山东农业科学**, 2012, 44(1): 63-67.
MA J H, KOU T J, LI W, *et al*. Effect of humic acid on dry matter accumulation and nutrient utilization of salvia[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2012, 44(1): 63-67.

[22] **苏长青. 叶面喷施腐植酸钾对黄冠梨产量和果实品质的影响**[J]. **江苏农业科学**, 2009(6): 385-386.
SU CH Q. Effect of foliar application of potassium humate on yield and fruit quality of Huangguan pear[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2009(6): 385-386.

[23] **张显东，王培顺，王兴远，等. 腐植酸有机肥对菜豆产量和品质的影响**[J]. **现代农业科技**, 2011(13): 279-283.
ZHANG X D, WANG P SH, WANG X Y, *et al*. Effect of humic acid organic fertilizer on yield and quality of kidney bean[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2011(13): 279-283.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Effect of Applying Humic Acid Fertilizer on Fruit Quality and Yield of Kiwifruit

LIU Zengzhao[1], HAO Mingde[1,2], NIU Yuhua[3] and WANG Chenguang[4]

(1. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 3. Shaanxi Institute of Agricultural Technology, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China; 4. Shaanxi Province Agricultural Technology Extension Station, Xi'an 710021, China)

Abstract To explore the optimal mass concentration of humic acid foliar fertilizer applied on kiwifruit fruit trees, 'Xuxiang' kiwifruit was used as an experimental material to study the effects of different mass concentrations of humic acid foliar fertilizers on fruit quality and the yield of kiwifruit. And there are 5 mass concentration gradients were set, treatment 1 (humic acid 0 g/L), treatment 2 (humic acid 0.15 g/L), treatment 3 (humic acid 0.3 g/L), treatment 4 (humic acid 0.45 g/L), treatment 5 (humic acid 0.6 g/L), 3 replicates per treatment. Kiwi fruit was sprayed 3 times on days 10, 20 and 30 after fruit set, and the amount of spray was 200 L/667 m^2. The result showed that no matter how much the mass concentration of humic acid is, the yield and quality of fruit cannot be optimized. To sum it up, regarding its yield and quality, the mass concentration of treatment 3 is the optimal. The result of regression fitting showed that there was a significant quadratic correlation between yield, quality indicators and humic acid mass concentration. When the yield reaches the top, the humic acid mass concentration was 0.349 g/L, and the humic acid mass concentration was optimal in all indicators of fruit quality. 0.3—0.4 g/L.

Key words Humic acid; Kiwi; Quality; Yield

Received 2018-04-14 **Returned** 2018-07-23

Foundation item The Project of Agricultural Science and Technology Innovation of Shaanxi (No. NYKJ-2017-01); Leading Industry Technology Innovation and Demonstration of Xi'an [No. 2017050NC/NY011(3)]; the Project of Scientific Research of Shaanxi Department of Education in 2017 (No. 17JF003); the Project of Science and Technology of Yulin (No. 2016-13-4).

First author LIU Zengzhao, male, master student. Research area: application of humic acid fertilizer in agriculture. E-mail: 1485598623@qq.com

Corresponding author HAO Mingde, male, research fellow, doctoral supervisor. Research area: soil ecological environment treatment. E-mail: mdhao@ms.iswc.ac.cn

(责任编辑:潘学燕 Responsible editor: PAN Xueyan)

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net