

· 资源与鉴定 ·

忍冬枝枯病对忍冬药材产量和质量的影响

杨帆^{1,2}, 刘玉霞², 李炯³, 高素霞², 文艺², 王飞², 鲁传涛², 刘红彦^{2*}

(1. 河南中医药大学, 郑州 450046; 2. 河南省农业科学院 植物保护研究所, 郑州 450002;
3. 河南省农业厅 中药材生产技术服务中心, 郑州 450002)

[摘要] 目的:探究忍冬枝枯病对金银花产量、金银花和忍冬藤有效成分含量的影响,为忍冬枝枯病的防治和药材质量评价提供科学依据。方法:在金银花头茬花期比较各病级忍冬植株平均单株结蕾量,并称量花蕾的鲜重、干重;按照2015年版《中国药典》测定各病级忍冬植株金银花样品中绿原酸和木犀草苷的含量以及忍冬藤样品中绿原酸和马钱苷的含量。结果:忍冬0~7级植株平均单株结蕾量、鲜重、干重差异极显著($P < 0.01$),其中健株结蕾量最多,7级植株结蕾量最少。病级越高,植株结蕾量越少,产量越低。各病级忍冬植株金银花样品绿原酸和木犀草苷以及忍冬藤样品绿原酸和马钱苷的含量均达到2015年版《中国药典》标准。金银花中绿原酸的质量分数为2.31%~3.46%,其中1级病树金银花中绿原酸的含量最高,健株(0级)金银花中绿原酸的含量最低。各发病等级植株金银花中绿原酸含量均高于健株,差异极显著($P < 0.01$)。金银花中木犀草苷的质量分数为0.050%~0.065%,健株金银花中木犀草苷的含量最低。健株和其他各发病等级植株金银花中木犀草苷含量差异极显著($P < 0.01$)。忍冬藤中绿原酸的质量分数为0.43%~0.54%,健康植株忍冬藤中绿原酸的含量高于其他各发病等级植株,差异极显著($P < 0.01$)。忍冬藤中马钱苷的质量分数为0.82%~1.58%,各发病等级植株忍冬藤中马钱苷含量均低于健康植株,差异极显著($P < 0.01$)。结论:忍冬枝枯病的发生,有利于金银花中绿原酸和木犀草苷的积累,但会显著降低忍冬藤中绿原酸和马钱苷的含量以及金银花的产量。

[关键词] 忍冬; 枝枯病; 金银花; 忍冬藤; 产量

[中图分类号] R284.1; R289; R282.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)20-0032-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20181914

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20180712.1137.030.html>

[网络出版时间] 2018-07-13 10:28

Effect of Branch Blight on Yield and Quality of *Lonicera japonica*

YANG Fan^{1,2}, LIU Yu-xia², LI Jiong³, GAO Su-xia², WEN Yi²,
WANG Fei², LU Chuan-tao², LIU Hong-yan^{2*}

(1. Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China;
2. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;
3. Chinese Herbal Medicine Production Technology Service Center, Department of
Agricultural of Henan Province, Zhengzhou 450002, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the effect of branch blight on the yield of honeysuckle as well as the yield and the content of active components of *Lonicera japonica*, and provide scientific basis for field management on branch blight disease and quality evaluation. **Method:** The yield of honeysuckle was measured by the number of buds and their total weight harvested at the first full-bloom stage. The contents of chlorogenic acid and luteolin-7-O-glucosid in honeysuckle samples and the contents of chlorogenic acid and loganin in the *L. japonica* caulis from all grades of *L. japonica* were measured according to method illustrated in *Chinese Pharmacopoeia* (2015). **Result:**

[收稿日期] 20180223(003)

[基金项目] 国家中药材产业技术体系(CARS-21);河南省农业科学院自主创新专项(2017ZC44)

[第一作者] 杨帆,在读硕士,从事中药材规范化种植研究,E-mail:15137187912@163.com

[通信作者] *刘红彦,博士,研究员,从事农作物病虫害综合防治技术研究,E-mail:liuhy1219@163.com

The average number, fresh weight and dry weight of buds per plant from grade 0 grade 7 were significantly different ($P < 0.01$). Among them, healthy plants had the highest quantity of buds and grade 7 plant had the lowest quantity. The higher the disease grade, the smaller the amount of buds and the lower the yield. The contents of active components including chlorogenic acid and luteolin-7-*O*-glucosid in honeysuckle samples and chlorogenic acid and loganin in the *L. japonica* caulis from all disease grades were in line with the standards in *Chinese Pharmacopoeia* (2015). The content of chlorogenic acid in all honeysuckle samples ranged from 2.31% to 3.46%, among which the content of chlorogenic acid in the honeysuckle sample from grade 1 of diseased tree was the highest, while that from grade 0 (healthy plant) was the lowest. The content of chlorogenic acid in the samples from diseased tree was significantly higher than that from healthy plants ($P < 0.01$). The content of luteolin-7-*O*-glucosid in honeysuckle samples ranged from 0.050% to 0.065%, among which the content of luteolin-7-*O*-glucosid from the grade 0 honeysuckle sample was the lowest. The content of luteolin-7-*O*-glucosid in healthy plants was significantly different from other disease grades ($P < 0.01$). The content of chlorogenic acid in *L. japonica* caulis was 0.43% to 0.54%, and the content of chlorogenic acid in healthy plants was higher than that in other disease-grade plants ($P < 0.01$). The content of loganin in *L. japonica* caulis was 0.82% to 1.58%, and the content of loganin in all diseased sample plants of *L. japonica* caulis was significantly lower than that in healthy ones ($P < 0.01$). **Conclusion:** The branch blight disease was beneficial to the accumulation of chlorogenic acid and Luteolin in honeysuckle, but could significantly decrease the yield and the contents of chlorogenic acid and loganin in the *L. japonica* caulis.

[Key words] *Lonicera japonica*; branch blight; honeysuckle; *Lonicera japonica* caulis; yield

金银花为忍冬科植物忍冬的干燥花蕾或带初开的花^[1],其主要含有挥发油、黄酮类、有机酸、皂苷、环烯醚萜类等有效成分^[2-3],忍冬藤为忍冬科植物忍冬的干燥茎枝,秋冬两季采割,其主要有清热解毒、保肝利胆^[4]、抗炎^[5]、抗氧化^[6]、抗病毒和增强免疫^[7]等药理作用。忍冬为多年生植物,有利于病虫害的发生蔓延。对于病虫害种类和防治方法有较多的报道,比较常见的有白粉病、棉铃虫^[8]、褐斑病^[9]、根腐病^[10]、蚜虫^[11]、忍冬细蛾^[12]等。白粉病^[13]和蚜虫^[14-15]不仅造成金银花减产,而且会影响金银花品质,但是有关忍冬枝枯病的研究报道很少。忍冬枝枯病是近年来忍冬上新出现的一种维管束类病害^[16],早期在枝条断面、落叶叶痕处以及叶片损伤处会出现白色菌丝,后期叶片脱落,枝条干枯死亡^[17]。该病害会从发病的枝条向周围健康枝条逐渐蔓延,导致发病枝条占整棵树的比例不断增加,随着时间延长,整棵树的枝条全部发病,最终植株枯死,重病田病株率高达 90% 以上。目前关于忍冬枝枯病的研究仅停留在田间发病率、发病症状的调查以及病原菌的分离鉴定,对于忍冬枝枯病对金银花产量以及忍冬药材质量的研究还未见报道。金银花和忍冬藤化学成分相近,主要含有绿原酸、木犀草苷、异绿原酸、马钱苷、挥发油等化学成分,其中绿原酸和木犀草苷是目前公认的金银花有效成分,绿原

酸和马钱苷被认为是忍冬藤有效成分。2015 年版《中国药典》将绿原酸和木犀草苷含量规定为金银花的质量评判标准,把绿原酸和马钱苷含量规定为忍冬藤的质量评判标准。本研究通过调查不同发病程度植株金银花产量,分析金银花中绿原酸和木犀草苷的含量以及忍冬藤中绿原酸和马钱苷含量,明确枝枯病对忍冬产量和药材质量的影响,为忍冬枝枯病的防治和药材的应用提供科学依据。

1 材料

1100 Series 系列高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司,配 G1311A 四元泵,G1315B DAD 检测器,手动进样器);KQ-500DV 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);FA1004A 型分析天平(上海精天电子仪器有限公司)。绿原酸、木犀草苷、马钱苷对照品(中国食品药品检定研究院,批号分别为 110720-201108, 110712-201111, 111640-201005,纯度分别为 >98%, >98%, 99.2%);乙腈(天津市科密欧化学试剂有限公司,色谱纯,批号 20130106);磷酸(莱阳市双双化工有限公司,分析纯,批号 20130816);冰乙酸(烟台市双双化工有限公司,分析纯,批号,20160901);甲醇(天津市科密欧化学试剂有限公司,色谱纯,批号 20151014);乙醇(天津市科密欧化学试剂有限公司,色谱纯,批号 20161101);超纯水自制。

本研究所用的忍冬植株均引种自河南省封丘县金银花种植基地,种植于河南现代农业研究开发基地(原阳),田块土壤为砂姜黄土,土地平整,水肥均一,田间修剪管理一致。忍冬品种为大毛花,5年生,经河南中医药大学药学院董诚明教授鉴定为忍冬科植物忍冬 *Lonicera japonica*。

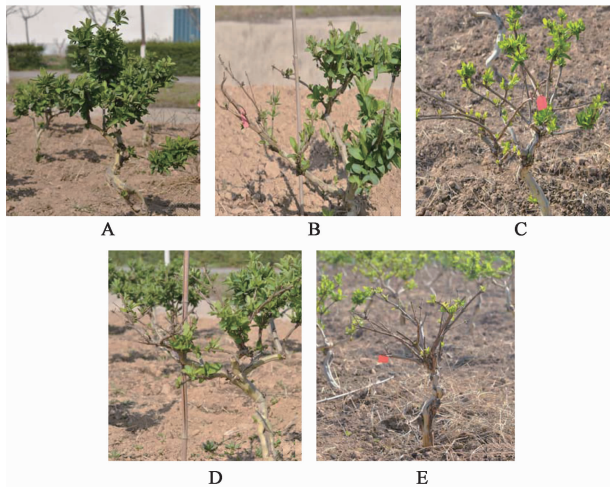
2 方法

本研究以田间不同病级忍冬植株为研究对象,比较其结蕾量、鲜重、干重以及花中绿原酸和木犀草苷,以及藤中绿原酸和马钱苷的含量来判定枝枯病对忍冬药材产量和质量的影响。忍冬枝枯病树分级标准见表1。植株生长情况见图1。

表1 忍冬枝枯病树分级标准

Table 1 Grading standard of branch blight of *Lonicera japonica*

病级	病枝所占整棵树比例
0 (健株)	0
1	20% 以下
3	20% ~ 40%
5	41% ~ 60%
7	60% 以上



A. 0级植株; B. 1级植株; C. 3级植株; D. 5级植株; E. 7级植株
图1 不同病级忍冬植株

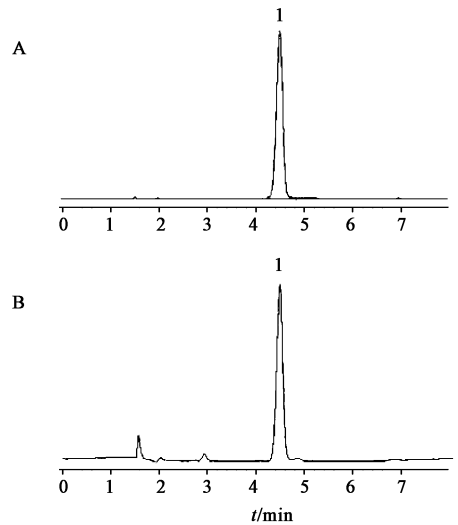
Fig. 1 Different grades of honeysuckle plants

2.1 不同病级忍冬植株的结蕾量 于忍冬头茬花盛花期(2017年5月9日)在试验田中选择各等级忍冬植株各5株,每1单株为1重复,分别在每株东、南、西、北4个方向随机各选择1枝未经采摘的带花枝条^[12],记录其结蕾数量,比较数量差异。所得数据用SPSS 17.0软件进行分析。

2.2 不同病级忍冬植株的金银花产量 于忍冬头茬花盛花期(2017年5月9日)分株分级别采收所

有病级植株三青期花蕾,发白及开裂的花蕾均不采收,称量其鲜重、干重。干燥方法35℃杀青6h,温度升至50℃,6~8h,将其烘干,-20℃保存。数据处理方法同2.1项。

2.3 金银花中绿原酸含量测定 按照2015年版《中国药典》金银花项下绿原酸含量测定方法^[1]制备对照品溶液和供试品溶液进行含量测定。采用Agilent ZORBAX SB-C₁₈色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm),流动相乙腈-0.4%磷酸溶液(13:87),流速1 mL·min⁻¹,柱温25℃,检测波长327 nm。色谱图见图2。



A. 对照品; B. 样品; 1. 绿原酸

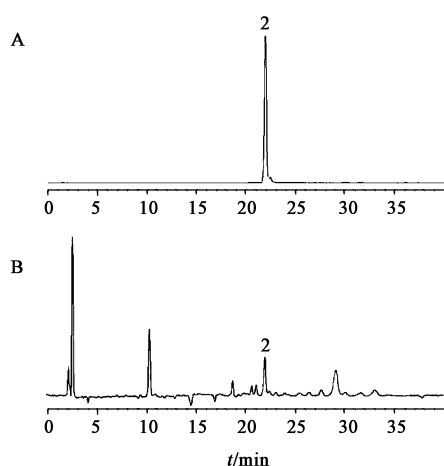
图2 绿原酸对照品金银花和样品 HPLC 色谱

Fig. 2 Chlorogenic acid reference substance and *Lonicerae Japonicae* Flos HPLC chromatogram

2.3.1 线性关系 依次吸取绿原酸对照品溶液2, 4, 6, 8, 10, 15 μL 进行测定,以峰面积 Y 为纵坐标,进样量 X(μg)为横坐标绘制标准曲线并进行回归计算。回归方程 $Y = 75.318X + 9.8329$ ($R^2 = 0.9998$),在0.08~0.6 μg 线性关系良好。

2.3.2 样品含量测定 取金银花样品粉末制备供试品溶液,平行测定3次,计算金银花中绿原酸的含量,数据处理方法同2.1项。

2.4 金银花中木犀草苷含量测定 按照2015年版《中国药典》金银花项下木犀草苷含量测定方法^[1]制备对照品溶液和供试品溶液进行含量测定。Agilent ZORBAX SB-phenyl 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm),流动相乙腈(A)-0.5%冰乙酸(B),梯度洗脱(0~15 min, 10%~20% A; 15~30 min, 20% A; 30~40 min, 20%~30% A),流速1 mL·min⁻¹,柱温25℃,检测波长350 nm。见图3。



A. 对照品; B. 样品; 2. 木犀草苷

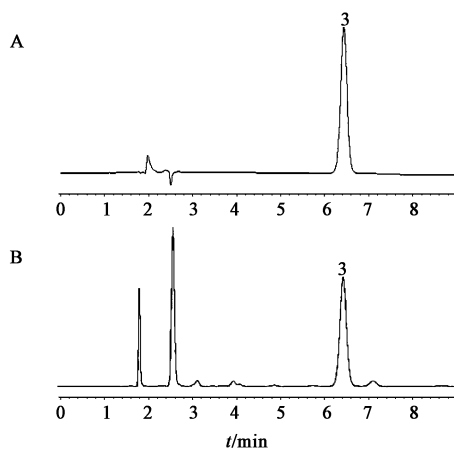
图3 木犀草苷对照品和金银花样品 HPLC 色谱

Fig. 3 Luteolin-7-O-glucoside reference substance and Lonicerae Japonicae Flos HPLC chromatogram

2.4.1 线性关系 依次吸取木犀草苷对照品溶液 2, 4, 6, 8, 10, 15 μL 进行测定, 以峰面积 Y 为纵坐标, 进样量 $X(\mu\text{g})$ 为横坐标绘制标准曲线并进行回归计算。回归方程 $Y = 480.31X - 17.686 (R^2 = 0.9999)$, 在 0.08 ~ 0.6 μg 线性关系良好。

2.4.2 样品含量测定 取金银花样品粉末制备供试品溶液, 平行测定 3 次, 计算金银花中木犀草苷的含量, 数据处理方法同 2.1 项。

2.5 忍冬藤中绿原酸含量测定 按照 2015 年版《中国药典》忍冬藤项下绿原酸含量测定方法^[1] 制备对照品溶液和供试品溶液进行含量测定。采用 Agilent ZORBAX SB-C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm \times 150 mm, 5 μm), 流动相乙腈-0.4% 磷酸溶液 (10:90), 流速 1 mL \cdot min⁻¹, 柱温 25 $^{\circ}\text{C}$, 检测波长 327 nm。见图 4。



A. 对照品; B. 样品; 3. 绿原酸

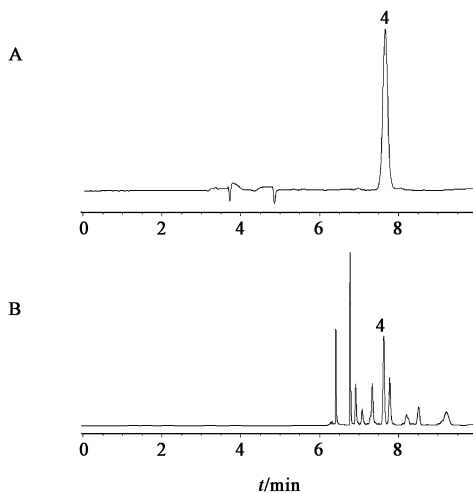
图4 绿原酸对照品和忍冬藤样品 HPLC 色谱

Fig. 4 Chlorogenic acid reference substance and Lonicerae Japonicae Caulis HPLC chromatogram

2.5.1 线性关系考察 依次吸取绿原酸对照品溶液 2, 4, 6, 8, 10, 15 μL 进行测定, 以峰面积 Y 为纵坐标, 进样量 $X(\mu\text{g})$ 为横坐标绘制标准曲线并进行回归计算。回归方程 $Y = 160.88X - 14.968 (R^2 = 0.9999)$, 在 0.08 ~ 0.60 μg 线性关系良好。

2.5.2 样品含量测定 取忍冬藤样品粉末制备供试品溶液, 平行测定 3 次, 计算忍冬藤样品中绿原酸的含量, 数据处理方法同 2.1 项。

2.6 忍冬藤中马钱苷含量测定 按照 2015 年版《中国药典》忍冬藤项下马钱苷含量测定方法^[1] 制备对照品溶液和供试品溶液进行含量测定。Agilent ZORBAX SB-phenyl 色谱柱 (4.6 mm \times 250 mm, 5 μm), 流动相乙腈-0.4% 磷酸溶液 (12:88), 流速 1 mL \cdot min⁻¹, 柱温 25 $^{\circ}\text{C}$, 检测波长 236 nm。见图 5。



A. 对照品; B. 样品; 4. 马钱苷

图5 马钱苷对照品和忍冬藤样品 HPLC 色谱

Fig. 5 Loganin reference substance and Lonicerae Japonicae Caulis HPLC chromatogram

2.6.1 线性关系考察 依次吸取马钱苷对照品溶液 2, 4, 6, 8, 10, 15 μL 进行测定, 以峰面积 Y 为纵坐标, 进样量 $X(\mu\text{g})$ 为横坐标绘制标准曲线并进行回归计算。回归方程 $Y = 76.949X - 2.4599 (R^2 = 0.9998)$, 在 0.08 ~ 0.60 μg 线性关系良好。

2.6.2 样品含量测定 取忍冬藤样品粉末制备供试品溶液, 平行测定 3 次, 计算忍冬藤样品中马钱苷的含量, 数据处理方法同 2.1 项。

3 结果

3.1 不同病级忍冬植株的结蕾量 各病级忍冬植株的结蕾量差异极显著 ($P < 0.01$), 健株平均单株结蕾量最多, 达 216 枚, 7 级植株平均单株结蕾量最少, 只有 68 枚。植株的结蕾量随着发病等级的增加而减少, 发病越重, 结蕾量越少。见表 2。

表2 不同病级忍冬植株产量及有效成分质量分数

Table 2 Yield and active ingredient content of *Lonicera japonica* in different disease levels

病级	结蕾量/枚 (株)	鲜重/g (株)	干重/g (株)	金银花/%		忍冬藤/%	
				绿原酸	木犀草苷	绿原酸	马钱苷
0	216 ^a	130.19 ^a	34.19 ^a	2.31 ^c	0.050 ^d	0.54 ^a	1.58 ^a
1	190 ^b	80.40 ^b	26.25 ^b	3.46 ^a	0.062 ^b	0.45 ^c	1.01 ^b
3	178 ^c	57.55 ^c	18.82 ^c	2.89 ^b	0.060 ^c	0.44 ^d	0.98 ^c
5	143 ^d	42.72 ^d	13.79 ^d	2.97 ^b	0.066 ^a	0.43 ^d	0.97 ^c
7	68 ^e	18.78 ^e	6.13 ^e	2.91 ^b	0.058 ^c	0.49 ^b	0.82 ^d

注:同一列不同字母代表具有统计学差异。

3.2 不同病级忍冬植株的金银花产量 由表2可见,1,3,5,7级病株的平均单株产量均显著低于健株。健株平均单株产量最高,干重达34.19 g;7级植株平均单株产量最低,仅有6.13 g,约为健株产量的1/6,差异达极显著水平($P < 0.01$)。以单株干重记,1,3,5,7级病株分别较健株减产23.2%,45.0%,59.7%,82.1%。

3.3 金银花中有效成分含量测定 1级病树金银花样品中绿原酸的质量分数最高达3.46%,比健株样品高49.8%,比3,5,7级病树样品中绿原酸质量分数分别高19.72%,16.49%,18.90%,差异极显著($P < 0.01$)。3,5和7级病树样品之间绿原酸含量差异不显著,但均高于健株样品。表明忍冬枝枯病能够使金银花药材中绿原酸的含量增加。1,3,5,7级病树金银花样品中木犀草苷含量均高于健株,差异显著($P < 0.05$)。其中5级病树样品中木犀草苷的质量分数最高,达0.066%。1,3级病树样品中木犀草苷含量差异不显著,见表2。

3.4 忍冬藤中有效成分含量测定 1,3,5,7级病树忍冬藤样品中绿原酸的含量均低于健株,具有极显著差异性($P < 0.01$)。1,3,5,7级样品中绿原酸含量较健株分别下降了16.7%,18.5%,20.4%,9.3%。1,3,5,7级病树忍冬藤样品中马钱苷含量均低于健株,差异极显著($P < 0.01$)。1,3,5,7级样品中马钱苷的含量分别较健株下降了36.1%,38.0%,38.6%,48.1%。随着病级的升高,忍冬藤中马钱苷的含量逐渐降低,见表2。

4 讨论

依据本研究建立的忍冬枝枯病分级标准,发现各病级忍冬植株的结蕾量和产量具有显著差异性。该分级方法简单,在田间调查过程中易于掌握,简便易行,可用于忍冬枝枯病发病规律调查和病害防治效果评价。

病害的发生往往会促使植物产生有关的物质进行防御,黄璐琦等^[18-19]认为黄酮类化合物和植物的抗病性具有密切的关系,是植物与病原微生物互作并产生防御作用的重要物质,在植物受到生物或者非生物因子胁迫时,通过体内抗性基因表达积累并合成这些物质用来抵抗病原菌的侵害。俞明亮等^[20]发现流胶病菌侵染桃树后,绿原酸的含量会快速升高且一直保持在较高水平。龚得明等^[21]发现甘蔗受黑穗病菌入侵后,苯丙氨酸酶活性增强,促使绿原酸和黄酮类化合物等物质的合成。陈美兰等^[13]发现白粉病的不同发生程度会对金银花中绿原酸的含量造成影响,发病轻的植株绿原酸含量会增加,发病重的植株绿原酸含量有所降低。

本研究比较了不同病级忍冬植株的金银花产量和金银花样品中绿原酸及木犀草苷的含量以及忍冬藤中绿原酸和马钱苷的含量,发现枝枯病能够影响金银花的产量、金银花中绿原酸和木犀草苷的含量以及忍冬藤中绿原酸和马钱苷的含量。发病植株金银花样品中绿原酸和木犀草苷的含量均高于健株,发病植株忍冬藤样品中绿原酸和马钱苷的含量均低于健株,原因可能是忍冬植株受到枝枯病菌侵染后,刺激了植物自身免疫系统,使得植株的次生代谢产物合成增加,但是忍冬藤作为直接受害者,所合成的次级代谢产物直接用来抵御枝枯病的侵染,所以会导致忍冬藤中有效成分的含量降低。

本研究发现忍冬枝枯病发生后,虽然金银花中绿原酸和木犀草苷的含量提高,但是会造成金银花的严重减产,最高减产率可达82.1%。该病害为维管束病害,一旦发病,难以根治,若不及时防治,3~4年后会造成整株枯死,并向周边健株蔓延,导致忍冬植株大面积死亡,危害严重。所以在栽培管理过程中,应加强田间病害调查,及早发现,及时采用防控措施,以保证药材的产量和质量。

[参考文献]

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:221.
- [2] 夏远,李弟灶,裴振昭,等. 金银花化学成分的研究进展[J]. 中国现代中药,2012,14(4):26-32.
- [3] 杨倩茹,赵媛媛,郝江波,等. 金银花与山银花化学成分及其差异的研究进展[J]. 中国中药杂志,2016,41(7):1204-1211.
- [4] 张百霞,周凤琴,郭庆梅. 金银花中黄酮类化合物的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(23):349-352.
- [5] 宋亚玲,王红梅,倪付勇,等. 金银花中酚酸类成分及其抗炎活性研究[J]. 中草药,2015,46(4):490-495.
- [6] 赵媛媛,杨倩茹,郝江波,等. 金银花与忍冬藤及叶药理作用差异的研究进展[J]. 中国中药杂志,2016,41(13):2422-2427.
- [7] 赵尤,刘鑫钰. 金银花的化学成分及药理作用研究[J]. 黑龙江科技信息,2012(15):14.
- [8] 翟爱勇,周凌云. 金银花病虫害发生规律与防治技术[J]. 河南农业,2018(4):39-40.
- [9] 张应,李隆云,谭锟琨,等. 灰毡毛忍冬褐斑病发生规律与防治方法研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(23):3540-3544.
- [10] 刘鸣韬,孙化田. 金银花根腐病初步研究[J]. 华北农学报,2004,19(1):109-111.
- [11] 侯少岩,王玉洁,薛健,等. 农药氟啶虫胺腈、氟啶虫酰胺对金银花蚜虫防治效果研究[J]. 中国中药杂志,2018,43(2):306-308.
- [12] 肖晓华,刘春,杨昌洪,等. 金银花病虫害测报及防治技术[J]. 植物医生,2015,28(5):23-25.
- [13] 陈美兰,刘红彦,李琴,等. 白粉病发生程度对金银花药材中绿原酸含量的影响[J]. 中国中药杂志,2006,31(10):846-847.
- [14] 张芳,张永清,于晓,等. 蚜虫危害对金银花药材质量的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(9):5306-5307,5636.
- [15] 刘磊,张文丹,祝国栋,等. 蚜虫为害对金银花产量和品质的影响及休眠期蚜虫防治技术研究[C]//病虫害绿色防控与农产品质量安全——中国植物保护学会2015年学术年会论文集,2015,长春:中国农业科学技术出版社,2015:387-391.
- [16] 赵迎彤,孙庚午,郑伟,等. 金银花维管条纹枯萎病研究初报[C]//2014年中国植物保护学会学术年会论文集,2014,厦门:中国农业科学技术出版社,2014:417.
- [17] 毕淑娟. 忍冬枝枯病病原菌研究[D]. 郑州:河南中医学院,2012.
- [18] 黄璐琦,王康才. 药用植物生理生态学[M]. 北京:中国中医药出版社,2012.
- [19] 黄璐琦,郭兰萍. 环境胁迫下次生代谢产物的积累及道地药材的形成[J]. 中国中药杂志,2007,32(4):277-280.
- [20] 俞明亮,马瑞娟,赵密珍,等. 桃树体内生化代谢与其对流胶病抗性的关系[J]. 江苏农业学报,2001(4):241-243.
- [21] 龚得明,陈如凯,林彦铨. 甘蔗受黑穗病菌侵染后苯丙烷类代谢变化及与其抗性的关系[J]. 福建农业大学学报,1995(4):394-398.

[责任编辑 顾雪竹]