

DOI:10.11937/bfyy.201624036

连翘根系土壤中氮、磷、钾含量与药材有效成分含量的相关性分析

夏 伟¹, 董 诚 明¹, 牛 建 斌¹, 周 元 涛²

(1. 河南中医药大学 药学院, 河南 郑州 450008; 2. 河南太龙药业股份有限公司, 河南 郑州 450000)

摘 要:以连翘根系土壤及不同产地老翘为试材,采用凯氏定氮法、火焰光度计法及 2015 版药典中醇溶性浸出法及高效液相色谱方法,研究了连翘根系土壤中 pH、全氮、速效钾和速效磷含量与药材有效成分含量的相关性。结果表明:连翘酯苷 A 与土壤因子中全氮、速效磷、速效钾均有显著的相关性,相关系数分别为 -0.303^* 、 -0.300^* 和 -0.299^* ;连翘苷与土壤因子中全氮、速效磷、速效钾则没有显著性;连翘中醇溶性浸出物与速效磷间呈显著负相关,显著系数为 -0.312^* 。通过灰度关联度法分析发现,连翘醇溶性浸出物、连翘酯苷 A、连翘苷均与土壤中 pH 和速效钾关联系数大,连翘酯苷 A 与速效磷、速效钾、全氮和 pH 的关联系数为 0.852 7、0.851 6、0.844 6 和 0.844 4,说明连翘酯苷 A 含量积累与土壤因子间关系密切;连翘苷与速效钾、pH 的关联系数分别为 0.487 2 和 0.473 2;醇溶性浸出物与 pH 和速效钾关联系数为 0.721 8 和 0.514 5,综合上述可以得出连翘有效成分与土壤因子中速效钾、pH 关系最为密切,其次为速效磷和全氮。由分析可知连翘根系土壤中 N、P、K 含量对连翘药材有效成分含量的积累有一定的相关性,在对连翘规范化种植中应合理使用 N、P、K 的施肥配比。

关键词:连翘;有效成分;土壤因子;相关分析;灰度关联度

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0142-05

连翘为木犀科植物连翘(*Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl)的干燥果实。秋季果实初熟尚带绿色时采收,除去杂质,蒸熟,晒干,习称“青翘”;果实熟透时采收,晒干,除去杂质,习称“老翘”^[1]。连翘具有清热解毒、消肿散结、疏散风热等功效,有“疮家圣药”的美称,史载于神农本草经,亦是现在临床常用大宗药材之一。

连翘作为 40 个大宗药材之一,其用量逐年增加,但由于近年连翘受气候影响,产地药农抢青严重,人为破坏等因素,连翘出现了减产、质量下降等众多问题,给临床用药带来困难,因此要对连翘基源产品质量进行控制。连翘主产于山西、河南、陕西、河北等地,研究 4 个产区生态环境、土壤因子、连翘质量等对连翘的影响,可为连翘规范化种植提供理论依据。童永全等^[2]对烟碱含量与烟叶中其它化学成分、土壤碱解氮和施氮量的相关性分析中发现烟叶烟碱含量与总氮、蛋白质呈极显著正

相关。另有报道土壤因子与金槐槐米有效成分含量的相关性分析中,槐米中芦丁含量的最大影响因子是土壤速效钾,其次为土壤水解氮,影响槐米中总黄酮含量的主导因子是土壤有效磷和土壤有机质,总黄酮的含量与土壤有效磷呈显著负相关,与土壤有机质呈正相关^[3];在生态因子及抚育对野生连翘生长和产量的影响研究中发现,阴坡土壤因子含量明显高于阳坡,肥力及生长条件较为适宜,人工抚育对阴阳坡野生连翘的物候期没有影响,但在人工抚育下,阴坡和阳坡野生连翘株高、分枝数均低于未抚育连翘,连翘冠幅、结实量显著大于未抚育连翘,且阴坡经人工抚育后连翘结实量显著高于阳坡^[4]。从以上研究可以看出,土壤因子与药材中有效成分的合成有一定相关性,且在中药材规范化种植中可以调配土壤因子来控制其产量及质量。因此,该研究主要采用相关性分析和灰度关联法对连翘根系土壤因子和有效成分进行研究,以期为指导连翘规范化种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

美国 Waters e2695 型高效液相(沃特世科技有限公

第一作者简介:夏伟(1989-),男,硕士研究生,研究方向为中药材规范化种植。E-mail:ml8300677220@163.com.

责任作者:董诚明(1963-),男,本科,教授,研究方向为中药材规范化种植。E-mail:dcm371@sohu.com.

收稿日期:2016-08-19

司),Waters 2489 型紫外检测器(沃特世科技有限公司);A5 系列双光速紫外可见分光光度计(翰艺仪器上海有限公司);K-05 型自动定氮仪(上海晟声自动化分析仪器有限公司);KQ-500DV 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),FP640 型火焰光度计(上海傲谱分析仪器有限公司)。

连翘苷(150602)、连翘酯苷 A(140311)均购自四川

省维克奇生物科技有限公司。甲醇、乙腈均为色谱纯,其余提取试剂均为分析纯。

试验共收集了河南、河北、山西、陕西共 30 个产地药材样品及土壤样品,药材经河南中医药大学董诚明教授鉴定为连翘。土壤收集均为连翘根系旁 20 cm 以内,深度 10~30 cm,每产地取土样约 1 kg,装入自封袋备用。样品收集信息见表 1。

表 1
Table 1
Sample collection information

编号 Number	地名 Place name	经纬度 Longitude and latitude	采集日期 Collection date/(年-月)	海拔 Altitude/m
1	河南林州合涧镇	北纬 35°58′36.0″,东经 113°42′04.0″	2015-11	620.0~650.0
2	河南林州石板岩	北纬 36°09′55.0″,东经 113°44′36.0″	2015-11	640.0
3	河南林州石板岩	北纬 36°07′30.5″,东经 113°42′52.8″	2015-11	706.0
4	河北涉县关防乡	北纬 36°29′39.3″,东经 113°55′55.7″	2015-11	571.4
5	河北武安管陶乡	北纬 36°49′51.5″,东经 113°49′43.5″	2015-11	704.5
6	河北涉县青塔乡	北纬 36°48′02.6″,东经 113°44′24.6″	2015-11	720.4
7	山西左权栗城乡	北纬 36°53′43.4″,东经 113°30′23.1″	2015-11	1 046.0
8	山西左权龙泉乡	北纬 36°56′01.3″,东经 113°21′29.7″	2015-11	1 356.0
9	山西黎城西井镇	北纬 36°40′21.1″,东经 113°24′32.4″	2015-11	792.0
10	山西屯留张店乡	北纬 36°19′0.8″,东经 112°32′44.7″	2015-11	1 074.0
11	山西安泽黄花岭	北纬 36°13′50.1″,东经 112°23′12.2″	2015-11	1 302.0
12	山西古县永乐乡	北纬 36°09′52.4″,东经 112°07′20.8″	2015-11	1 148.0
13	山西安泽杜村乡	北纬 36°06′36.7″,东经 112°29′57.8″	2015-11	1 033.0
14	山西长子石哲镇	北纬 36°04′51.1″,东经 112°43′03.4″	2015-11	988.9
15	山西平顺青羊镇	北纬 36°10′41.7″,东经 113°24′06.5″	2015-11	1 176.0
16	山西壶关石坡乡	北纬 35°58′01.8″,东经 113°29′02.5″	2015-11	1 393.0
17	山西陵川六泉乡	北纬 35°47′43.4″,东经 113°25′40.8″	2015-11	1 400.0
18	山西高平原村乡	北纬 35°44′17.4″,东经 112°43′57.2″	2015-11	1 023.0
19	山西沁水固县乡	北纬 35°50′42.6″,东经 112°35′14.9″	2015-11	788.4
20	山西阳城东冶镇	北纬 35°20′20.8″,东经 112°30′54.5″	2015-11	677.8
21	山西阳城回龙庙	北纬 35°24′16.5″,东经 112°12′25.0″	2015-11	1 295.0
22	山西垣曲历山镇	北纬 35°20′37.4″,东经 111°59′13.9″	2015-11	1 015.0
23	山西垣曲历山镇	北纬 35°17′35.6″,东经 111°53′46.9″	2015-11	690.0
24	山西绛县冷口乡	北纬 35°23′08.2″,东经 111°35′57.4″	2015-11	806.4
25	山西夏县泗交镇	北纬 35°04′51.1″,东经 111°20′01.3″	2015-11	841.0
26	山西平陆三门镇	北纬 34°51′51.0″,东经 111°21′42.0″	2015-11	511.5
27	陕西华阴罗夫镇	北纬 34°27′45.2″,东经 109°57′56.8″	2015-11	972.0
28	陕西洛南石门镇	北纬 34°15′21.7″,东经 110°08′10.4″	2015-11	1 100.0
29	陕西山阳银花镇	北纬 33°27′01.0″,东经 110°16′08.0″	2015-11	566.0
30	陕西丹凤铁峪铺镇	北纬 33°37′20.4″,东经 110°31′15.4″	2015-11	739.2

1.2 试验方法

采集土样,在阴凉通风处干燥,干燥后研细过 6 号筛,装袋备用。老翘样品用干燥鼓风干燥箱在 60 ℃条件下干燥,打粉,过 3 号筛装袋备用。

1.3 项目测定

1.3.1 连翘质量评价 总灰分、醇溶性浸出物、连翘苷及连翘酯苷 A 含量测定均依据中国药典的方法。

1.3.2 土壤样品分析 pH 测定采用 pH 测定仪,全氮含量测定采用凯氏定氮法,土壤速效磷含量测定采

用 NaHCO₃ 浸提-比色法,速效钾含量测定采用 NaOH 熔融-火焰光度法。

2 结果与分析

2.1 连翘质量评价与土壤因子

依据 2015 版药典方法测定连翘总灰分、醇溶性浸出物、连翘苷含量及连翘酯苷 A 含量;采用理化分析方法测定连翘根系土壤中全氮、速效磷、速效钾含量及 pH^[1,5-7]。结果见表 2。

表 2

连翘质量及土壤因子结果

Table 2

The quality of forsythia and soil factor results

编号 Number	连翘酯苷 A 含量 Forsythoside A content/%	连翘苷含量 Phillyrin content/%	醇溶性浸出物含量 Alcohol-soluble extraction content/%	总灰分含量 Total ash content/%	全氮含量 Total nitrogen content/(g·kg ⁻¹)	速效磷含量 Available phosphorus content/(mg·kg ⁻¹)	速效钾含量 Available potassium content/(μg·g ⁻¹)	pH
1	0.815 0±0.021 2	0.335 0±0.007 1	14.591 0±0.839 3	2.142 0±0.064 6	2.200 0±0.113 1	2.205 4±0.058 1	266.533 4±2.918 5	7.635 0±0.106 0
2	0.935 0±0.063 6	0.180 0±0.000 0	14.614 0±0.475 2	2.554 8±0.196 1	3.740 0±0.028 3	3.459 8±0.420 0	386.300 6±7.122 2	7.620 0±0.325 3
3	0.950 0±0.042 4	0.215 0±0.007 1	16.237 5±0.265 7	2.687 4±0.025 4	3.360 0±0.141 4	3.262 4±0.290 7	361.699 1±4.855 4	8.160 0±0.070 7
4	1.385 0±0.007 1	0.215 0±0.007 1	17.715 2±0.178 0	2.818 5±0.014 7	2.125 0±0.007 1	1.321 4±0.415 0	121.043 9±3.894 3	7.930 0±0.028 3
5	1.365 0±0.049 5	0.600 0±0.042 4	20.033 6±0.364 2	3.190 4±0.064 6	2.405 0±0.063 6	1.459 3±0.268 1	113.522 7±4.336 9	7.995 0±0.106 1
6	1.700 0±0.000 0	0.575 0±0.035 4	19.139 4±0.550 1	2.914 0±0.033 2	2.940 0±0.028 3	6.458 3±0.418 4	189.919 1±3.560 7	7.400 0±0.028 3
7	1.245 0±0.007 1	0.185 0±0.007 1	16.382 7±0.875 4	2.834 0±0.035 8	3.710 0±0.028 3	14.758 5±1.146 0	481.185 0±1.017 3	7.285 0±0.049 5
8	0.760 0±0.042 4	0.205 0±0.007 1	13.263 0±0.599 0	2.631 2±0.005 7	1.510 0±0.042 4	6.447 4±0.416 5	178.683 0±2.027 7	7.900 0±0.099 0
9	1.080 0±0.226 2	0.225 0±0.021 2	16.316 2±0.300 0	2.355 4±0.018 4	3.115 0±0.063 6	4.699 2±0.416 5	184.883 0±3.064 5	7.740 0±0.056 6
10	1.485 0±0.007 1	0.200 0±0.014 1	16.931 8±0.112 2	1.350 9±0.604 7	0.725 0±0.021 2	4.404 5±1.038 1	206.553 8±6.183 0	7.290 0±0.198 0
11	1.015 0±0.353 6	0.160 0±0.000 0	15.418 8±0.787 2	2.403 6±0.074 4	0.040 0±0.000 0	2.716 5±0.516 0	164.312 4±2.035 4	8.120 0±0.014 1
12	1.000 0±0.014 1	0.190 0±0.000 0	13.180 1±0.364 0	2.711 0±0.030 5	1.850 0±0.028 2	1.101 5±0.103 6	206.866 8±0.602 0	7.765 0±0.190 9
13	1.265 0±0.035 4	0.170 0±0.000 0	13.687 0±0.158 8	2.475 6±0.009 1	0.535 0±0.007 1	2.569 4±0.310 9	121.175 9±10.295 2	8.300 0±0.084 8
14	1.305 0±0.134 4	0.270 0±0.099 9	15.353 6±0.432 5	2.419 8±0.000 8	0.575 0±0.007 1	1.321 7±0.415 0	125.772 9±3.331 0	8.255 0±0.021 2
15	1.250 0±0.056 6	0.295 0±0.007 1	15.930 4±0.095 5	2.700 7±0.088 5	0.750 0±0.042 4	7.783 3±0.622 0	237.517 3±1.925 4	7.525 0±0.021 2
16	1.210 0±0.014 1	0.305 0±0.21 2	15.361 1±0.456 1	2.326 8±0.077 0	5.880 0±0.113 1	12.406 0±0.103 1	199.662 8±3.539 3	7.855 0±0.077 8
17	1.575 0±0.021 2	0.355 0±0.007 1	17.035 6±0.162 4	2.709 0±0.061 3	1.840 0±0.014 1	4.038 4±0.517 5	90.697 4±1.686 9	7.540 0±0.028 3
18	1.810 0±0.000 0	0.660 0±0.028 3	18.116 5±0.027 2	2.999 2±0.031 5	2.560 0±0.056 6	7.122 9±0.309 1	89.390 3±0.136 3	6.620 0±0.084 8
19	1.875 0±0.077 8	0.590 0±0.042 4	16.513 3±0.057 7	3.035 1±0.033 1	1.730 0±0.056 6	4.038 1±1.350 7	150.533 4±10.527 2	7.850 0±0.014 1
20	1.100 0±0.014 1	0.245 0±0.007 1	16.447 3±0.847 0	2.680 1±0.051 8	2.795 0±0.007 1	5.728 6±1.040 1	196.967 4±14.273 4	7.760 0±0.042 4
21	0.785 0±0.021 2	0.290 0±0.014 1	14.019 8±0.028 5	2.180 6±0.086 8	1.660 0±0.056 6	11.015 5±0.205 5	243.090 3±3.227 7	6.835 0±0.063 6
22	1.500 0±0.028 3	0.160 0±0.000 0	14.001 9±0.266 9	2.412 4±0.022 8	2.260 0±0.042 4	10.428 2±0.209 5	177.590 2±13.965 0	6.875 0±0.091 9
23	1.310 0±0.113 1	0.175 0±0.007 1	16.708 7±0.424 8	2.391 4±0.012 6	1.295 0±0.035 4	3.304 0±0.103 0	113.743 9±0.163 7	7.620 0±0.028 3
24	1.260 0±0.183 8	0.160 0±0.000 0	12.850 5±0.462 2	2.869 8±0.039 9	2.260 0±0.084 8	5.579 7±1.867 4	167.564 8±0.075 6	7.995 0±0.007 0
25	1.045 0±0.190 9	0.185 0±0.007 1	14.992 2±0.858 4	2.985 0±0.176 8	0.160 0±0.000 0	5.433 8±0.830 6	118.738 0±0.169 4	8.120 0±0.028 3
26	1.055 0±0.035 4	0.165 0±0.007 1	18.944 7±0.199 2	3.128 4±0.017 9	1.890 0±0.028 2	2.642 9±0.207 6	182.404 0±0.213 8	8.065 0±0.049 5
27	1.270 0±0.000 0	0.270 0±0.141 0	17.159 2±0.282 5	2.448 8±0.046 1	1.110 0±0.014 1	1.319 9±0.414 9	164.993 9±3.811 0	5.505 0±0.134 4
28	1.185 0±0.035 4	0.300 0±0.028 3	14.078 9±0.293 4	2.121 4±0.000 0	1.480 0±0.028 3	3.964 9±0.622 2	360.124 4±7.175 3	7.540 0±0.056 6
29	0.160 0±0.000 0	0.180 0±0.000 0	11.193 6±0.647 6	2.399 0±0.059 0	6.375 0±0.120 2	17.546 0±0.932 4	181.018 1±1.838 8	6.535 0±0.162 6
30	1.475 0±0.035 4	0.175 0±0.007 1	12.256 7±1.261 8	2.784 4±0.041 8	2.320 0±0.028 3	3.672 3±1.246 4	194.580 8±10.418 0	7.500 0±0.028 3

2.2 相关性分析

由表 3 可知,连翘苷与连翘酯苷 A 相关系数为 0.531*,呈极显著正相关;连翘苷与连翘醇溶性浸出物为 0.541*,呈极显著正相关;醇溶性浸出物与总灰分间相关系数为 0.294*,呈显著正相关。从表 3 还可看出,连翘根系土壤间全氮与速效磷间相关系数为 0.616**,呈极显著正相关;全氮与速效钾间相关系数为 0.317*,呈显著正相关,速效磷与速效钾之间相关

系数为 0.278*,呈显著正相关。速效磷与 pH 间相关系数为-0.375**,呈极显著负相关。连翘酯苷 A 与其根系土壤中全氮、速效磷、速效钾相关系数分别为-0.303*、-0.300* 和 -0.299*,结果表明连翘酯苷 A 与土壤中全氮、速效钾和速效磷呈显著负相关,且连翘苷与土壤中全氮、速效钾和速效磷相关性没有达到显著水平,醇溶性浸出物只与速效磷呈显著负相关。

表 3

根系土壤因子与连翘质量间相关性

Table 3

Correlation between the quality of forsythia and root soil factor

	连翘酯苷 A Forsythoside A	连翘苷 Phillyrin	醇溶性浸出物 Alcohol-soluble extraction	总灰分 Total ash	N	P	K	pH
连翘酯苷 A Forsythoside A	1							
连翘苷 Phillyrin	0.531**	1						
醇溶性浸出物 Alcohol-soluble extraction	0.528**	0.541**	1					
总灰分 Total ash	0.233	0.342**	0.294*	1				
N	-0.303*	0.066	-0.129	0.070	1			
P	-0.300*	-0.055	-0.312*	-0.081	0.616**	1		
K	-0.299*	-0.248	-0.182	-0.187	0.317*	0.278*	1	
pH	0.009	-0.143	0.029	0.201	-0.204	-0.375**	-0.052	1

注:* 在 0.01 水平(双侧)上显著相关;* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。表中全氮、速效磷、速效钾分别用 N、P、K 表示。

2.3 灰度关联度分析

灰度关联度分析是对于一个系统发展变化态势的定量描述和比较,主要通过关联度数反映各因素间的密切程度,即关联度数大则因素间变化态势接近,之间关系就密切,反之则关系疏远^[8]。由表4可知,连翘酯苷A与土壤因子关联度数据关系排序为:速效磷>速效钾>全氮>pH,可以发现连翘酯苷A与这4种因子的关联度数据非常接近,整体上差异不明显,即可以说明土壤

表4 连翘有效成分及醇溶性浸出物与土壤因子关联矩阵

Table 4 Active ingredients and forsythia extract and soil factor correlation matrix

	pH	全氮 Total nitrogen	速效磷 Available phosphorus	速效钾 Available potassium
连翘酯苷 A Forsythoside A	0.844 4	0.844 6	0.852 7	0.851 6
连翘苷 Phillyrin	0.473 2	0.375 4	0.424 4	0.487 2
醇溶性浸出物 Alcohol-soluble extraction	0.721 8	0.465 5	0.409 2	0.514 5

3 讨论

植物生长过程中主要从土壤中获取自身所需物质,吸收的物质对自身营养物质或有效成分合成具有一定的影响。通过相关性分析可知,连翘中连翘苷与连翘酯苷A和醇溶性浸出物呈极显著正相关,说明三者之间具有一定的相似性。在运用灰度关联度分析时发现,影响连翘苷、连翘酯苷A和醇溶性浸出物的土壤因子不尽相同,其中连翘酯苷A中4种土壤影响因子较为接近,认为这4种因子均与连翘酯苷A的积累有关;土壤因子在对连翘苷含量的影响中,认为与速效钾关系密切,pH次之;而影响醇溶性浸出物最密切的土壤因子为pH,速效钾次之,这与王艳茹等^[9]土壤因子对药用白菊花活性成分含量影响研究的结论相似,这也说明了中药材活性成分含量与土壤因子间的相关性;李卫建等^[10]报道关于连翘有效成分含量与土壤养分的量化关系研究中,影响老翘中连翘酯苷含量的主导因子有全磷、有效钾,影响老翘中连翘苷含量的最大因子为土壤pH,其次为土壤有效磷、有效钾,对比该研究可以发现,该研究结果与上述报道基本一致;但相比较以上研究,该研究未对一些土壤因子中的微量元素的测定,该研究接下来需进一步研究。

综合相关性分析和灰度关联度分析可以得出,连翘中活性成分主要受土壤因子中速效钾、pH的影响,其次

中的4种因子都是影响连翘酯苷A含量的因子;连翘苷与土壤因子关联度数据关系为:速效钾>pH>速效磷>全氮,认为速效钾、pH是影响连翘苷含量的主要因素;醇溶性浸出物与土壤因子关联度数据关系排序为:pH>速效钾>全氮>速效磷,说明pH是影响醇溶性浸出物含量的主要因子,其次是速效钾。综上分析可知土壤中全氮、速效钾、速效磷和pH是影响连翘质量的主要因素。

为速效磷和全氮。据文献报道,连翘活性成分与土壤因子中氮、磷、钾之间有一定的关系^[10],在植株生长过程中,使用不同配比的氮、磷、钾肥料,可以促进植株的生长发育和代谢过程,有利于提高植物产量和有效成分合成,指导中药材规范化种植具有重要意义。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京:化学工业出版社,2015.
- [2] 童永全,邓小华. 烟碱含量与烟叶中其他化学成分、土壤碱解氮和施氮量的相关性分析[J]. 湖南农业科学,2012(21):103-105.
- [3] 朱华,谢锋,李振志,等. 土壤因子与金槐槐米有效成分含量的相关性分析[J]. 北方园艺,2013(15):173-175.
- [4] 张建军. 生态因子及抚育对野生连翘生长和产量的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2013,33(1):10-15.
- [5] 郭巧生,梁迎暖,张重义,等. 土壤因子对怀菊质量影响研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(2):123-128.
- [6] 李宗梅,李秀珍,常禹,等. 不同土壤因子对中药牛蒡子品质的影响[J]. 土壤通报,2011,42(1):106-111.
- [7] 张莲婷,叶正良,郭巧生. 土壤因子对麦冬活性成分影响研究[J]. 中国中药杂志,2010,35(11):1372-1377.
- [8] 尚晓娜,宋平顺,李士博,等. 板蓝根有效成分含量与土壤因子的相关性和灰色关联度研究[J]. 中国农学通报,2012,28(30):151-154.
- [9] 王艳茹,郭巧生,邵清松,等. 土壤因子对药用白菊花活性成分含量影响研究[J]. 中国中药杂志,2010,35(6):676-681.
- [10] 李卫建,李先恩. 连翘有效成分含量与土壤养分的量化关系研究[J]. 中国中药杂志,2005,30(20):1577-1580.

Correlation Analysis of N,P,K Content in Forsythia Root Soil and Medicine Effective Component Content

XIA Wei¹, DONG Chengming¹, NIU Jianbin¹, ZHOU Yuantao²

(1. College of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou, Henan 450008; 2. Henan Taloph Pharmaceutical Stock Co. Ltd., Zhengzhou, Henan 450000)

DOI:10.11937/bfyy.201624037

根域高温对枸杞动态生长量和光合速率的影响

黄 婷, 秦 垦, 张 波, 罗 青

(国家枸杞工程技术研究中心, 宁夏 银川 750002)

摘 要:以“宁杞一号”枸杞为试材,通过测量宁夏地区夏季高温条件下的枸杞根域温度,同时跟踪测量枸杞的动态生长量及光合速率等生长指标,研究了根域高温对枸杞动态生长量和光合速率的影响。结果表明:随着夏季根域温度逐渐升高,枸杞花蕾数由33个减少到20个,青果数由17个减少为0。枸杞叶片的净光合速率由 $1.18 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 升至 $29.30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,又下降至 $2.79 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

关键词:根域高温;动态生长量;光合速率;宁夏枸杞

中图分类号:S 567.1⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)24-0146-03

宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)是我国重要的特色药用植物资源之一^[1],其根、茎、叶、果均可入药^[2],枸杞作为宁夏的特色优势产业,具有生态、经济及社会效益^[3]。

枸杞有一种特殊的夏眠现象,即在气温超过30℃

时,即生长停止,叶片脱落,进入休眠状态,秋季又重新萌芽生长^[4]。枸杞的夏眠现象会直接影响秋季的结果,造成小果或稀果,叶子生长也不良^[5]。

根域温度对植物夏眠的影响逐渐被人们关注。早在1994年,日本的研究人员就发现,加温越早,花芽分化率越低,花穗原基发育越差^[6]。也有研究表明,根域加温能够促进“绯红”葡萄的生长发育影响^[7]。然而,关于枸杞的夏眠现象目前研究甚少,该试验在宁夏夏天持续高温的情况下,通过测量根域温度及枸杞的生长量及光合速率,研究了根域温度对枸杞生长发育的影响,以期研究枸杞的夏眠机理提供理论依据。

第一作者简介:黄婷(1984-),女,宁夏中宁人,硕士,助理研究员,现主要从事枸杞栽培育种等研究工作。E-mail:smilehuangting@163.com.

基金项目:宁夏农林科学院先导基金资助项目(NKYJ-15-24);宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ15111);宁夏农林科学院重大科技攻关资助项目(NKYG-15-07)。

收稿日期:2016-09-26

Abstract: The rhizosphere soil of forsythia and the different origin of forsythia were used as the materials, by using the method of the determination of the nitrogen, the flame photometry and the 2015 Edition Pharmacopoeia method, the correlation of pH in root soil, total nitrogen, available phosphorus, potassium content and medicinal active ingredient content was studied. The results showed that forsythoside A and soil factors of total nitrogen, available phosphorus, available potassium showed a significant correlation, correlation coefficients respectively were -0.303^* , -0.300^* and -0.299^* . There was no significance among forsythin and total nitrogen, available phosphorus, available potassium. Forsythia alcohol soluble extraction and available phosphorus were statistically significant negation correlation, coefficients was -0.312^* . By gray correlation degree analysis, it was found that the forsythia alcohol soluble extractive, forsythoside A, forsythin were correlated with pH and available potassium in the soil. The correlation coefficients between forsythoside A and available phosphorus, available potassium, total nitrogen and pH respectively were 0.852 7, 0.851 6, 0.844 6 and 0.844 4, the results suggested that the accumulation of forsythiaside A content and soil factors were closely related. The correlation coefficients between forsythin and pH, available potassium were 0.487 2 and 0.473 2 respectively; the correlation coefficients between alcohol soluble extraction and pH, available potassium were 0.721 8 and 0.514 5. From the above, it was found that the effective components of forsythia was the most closely related to the pH and total potassium of soil factors. From analysis, it was known that N, P, K content of rhizosphere soil had correlation with the accumulation of effective components in forsythia, in the standardized cultivation of forsythia, N, P, K fertilizer ratio should be reasonably used.

Keywords: forsythia; effective components; soil factor; correlation analysis; gray correlation degree