

宁夏枸杞炭疽病发生流行的气象条件分析

张晓煜, 张 磊, 刘 静, 亢艳莉, 韩颖娟, 张学艺

(宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002)

摘 要: 根据宁夏枸杞主产区中宁县和银川市芦花台园林试验场 2000~2004 年不同批次的成熟枸杞果实炭疽病病情指数和气象资料, 运用主成分分析结合逐步回归方法, 分析了宁夏枸杞炭疽病爆发流行的主要气象因子及其影响。结果表明: 影响炭疽病发生的气象因子主要是温度和空气相对湿度, 其次是风力和降水。在一定温度范围内, 温度越高, 对炭疽病的发生越不利; 空气湿度越大, 越有利于枸杞炭疽病的发生。

关键词: 枸杞; 炭疽病; 气象因子; 主成分分析

中图分类号: S436.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)01-0181-04

枸杞炭疽病 (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) 又称枸杞黑果病, 是我国枸杞生产的一种毁灭性病害, 对枸杞产量和品质影响很大。枸杞炭疽病造成的产量损失每年平均在 30% 以上, 重者达 70% 以上。枸杞炭疽病还严重影响枸杞外观品质, 给农民造成很大的经济损失^[1~2]。

本研究从可能影响枸杞炭疽病发生流行的气象因子入手, 研究枸杞炭疽病发病的气象因子及其影响, 为枸杞炭疽病发生、流行趋势预报和防治提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为目前种植面积最大的枸杞优良品种“宁杞一号”, 选择枸杞主产区中宁县和银川市芦花台园林试验场 2000~2004 不同批次的成熟枸杞果实, 根据枸杞果实病斑大小, 统计计算每批次的病情指数, 共获得了 71 个枸杞病情指数样本。

1.2 资 料

2000~2004 年的逐日气象资料分别来自中宁县气象站和银川市气象站, 包括日平均气温 (T)、日最高气温 (T_m)、日最低气温 (T_n)、平均相对湿度 (U)、日照时数 (S)、平均风速 (F)、降水量 (R) 和有效降水日数 (R_n) ($> 0.1 \text{ mm}$) 共 8 个气象因子。由于枸杞从开花现蕾到成熟约有 35~40 d 左右, 所以影响枸杞炭疽病流行情况的气象条件主要集中在成熟采收前 40 天内, 我们首先对枸杞采收前 2、4、6、8……40 天的气象因子和病情指数进行相关普查, 对各气象因子做初步筛选, 得到影响枸杞炭疽病

的影响因子和影响时段。

1.3 方 法

1.3.1 枸杞炭疽病病情指数计算 根据宁夏植保所提供的不同枸杞炭疽病分级标样, 对每个样本进行严重度分级 (分级标准如表 1), 统计各级粒数, 按照下式计算各样品的病情指数 I

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N n_i \delta_i}{N \times \sum \delta_i} \times 100 \quad (1)$$

式中: δ 病情分级指数, n_i 为每级的样品个数, N 为所分级数。

表 1 枸杞炭疽病严重度分级划分标准

Table 1 Standard of classification about severity of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz

严重度分级 Classify	各级代表值 Value of each level	分级标准 Standard of classification
一级 The first class	0	颜色鲜红, 果实表面无病斑 No any spots on the fruit
二级 The second class	1	果实表面有少量病斑 (占总面积 0~25%) A few spots on the fruit (about 0~25%)
三级 The third class	2	果实表面有中量病斑 (占总面积 25%~50%) Many spots on the fruit (about 25%~50%)
四级 The forth class	3	果实表面有多量病斑 (占总面积 50%~75%) Too many spots on the fruit (about 50%~75%)
五级 The fifth class	4	果实表面有大量病斑 (占总面积 75% 以上) A great deal of spots on the fruit (above 75%)

收稿日期: 2006-03-19

基金项目: 科技部社会公益项目“宁夏枸杞黑果病发生和爆发流行的气象条件关系及预报方法研究” (2002DIB50127)

作者简介: 张晓煜 (1968—), 男, 宁夏平罗人, 高级工程师, 硕士, 主要从事旱地农业、作物气象、遥感应用研究。E-mail: Zhang_xynet@163.com.

1.3.2 主成分分析 主成分分析方法^[3~4]是一种以量测数据表征的多因素多变量问题的统计分析方法,是研究相关变量共同关系的技术。根据样本和变量在主成分上的得分或权系数,提供有关数据结构的基本特征,诸如变量的聚类模式、变量间的相互关系及相关程度等。得分相近的样本应视为同类,权系数相近的变量视为相关,对主成分贡献大的变量其影响程度也大。主成分分析选用枸杞果实采收前 6 天平均气温(T_6)、最高气温(T_{m6})、最低气温(T_{n6})、相对湿度(U_6)、风速(F_6)和枸杞采摘前 30 天的降水量(R_{30})、降水日数(R_{n30})和日照时数(S_{30})共 8 个气象因子,因子的选取依据相关普查的结果,结合国内枸杞炭疽病分生孢子潜育期和田间观察结果^[5]。这些气象因子的原始数据进行标准化

处理,以消除量纲的影响。

2 结果与分析

2.1 病情指数与气象条件的相关分析

表 2 表明:枸杞炭疽病病情指数 I 与果实采收前 6 天的平均气温、平均最高气温、平均最低气温、平均风速、采收前 30 天日照时数呈负相关关系,与果实采收前 6 天平均相对湿度、采收前 30 天降水量、降水日数呈正相关关系。温度要素、日照时数间存在明显的正相关关系,降水量、降水日数与湿度存在较好的正相关关系。空气湿度大于 75%以上时,枸杞炭疽病孢子萌发的潜育期是 72~96 h。在 7 月中旬至 8 月上旬的发病盛期,如遇到较大连续降水(降雨量>30 mm)时,则发病田大多数果实在 2~5 天内全部变黑。

表 2 枸杞病情指数与气象因子的相关矩阵

Table 2 Correlation matrix between index of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz and weather factors

	I	T_6	T_{m6}	T_{n6}	U_6	S_{30}	F_6	R_{30}	R_{n30}
I	1.0000								
T_6	-0.3881**	1.0000							
T_{m6}	-0.3993**	0.9697**	1.0000						
T_{n6}	-0.3231**	0.9630**	0.8799**	1.0000					
U_6	0.4343**	-0.2914*	-0.4285**	-0.0734	1.0000				
S_{30}	-0.2640*	0.7034**	0.7197**	0.6468**	-0.3424**	1.0000			
F_6	-0.3995**	0.4089**	0.4164**	0.3689**	-0.3408**	0.4054**	1.0000		
R_{30}	0.2481*	-0.1250	-0.1631	-0.0571	0.5226**	-0.2029	-0.1517	1.0000	
R_{n30}	0.2869*	-0.1220	-0.2132	-0.0371	0.3822**	-0.2157	0.0812	0.3430**	1.0000

注:n=71, $r_{0.01}$ =0.300, $r_{0.05}$ =0.230; * 表示 α =0.01 水平显著, * 表示 α =0.05 水平显著。
Note: n=71, $r_{0.01}$ =0.300, $r_{0.05}$ =0.230. ** and * represent the significance at α =0.01 and α =0.05, respectively.

2.2 炭疽病病情的主成分分析

由表 3 可以看出,第一主成分代表温度和能量,对于总方差的贡献率是 49.4%,第二主成分代表相对湿度,对总方差的贡献率为 20.87%,第三主成分代表风的影响,对总方差的贡献率为 11.91%,第四主成分代表降水量和降水日数,对总方差的贡献率为 7.08%,四者之和达到 89.27%,即前 4 个主成分能反映枸杞炭疽病信息的 89.27%。

前 4 个主成分的表达式如下:

$$F1 = 0.2384 X_1 + 0.2418 X_2 + 0.2186 X_3 - 0.1272 X_4 + 0.2081 X_5 + 0.1401 X_6 - 0.0798 X_7 - 0.0672 X_8 \tag{2}$$

$$F2 = 0.1522 X_1 + 0.0742 X_2 + 0.2399 X_3 + 0.4070 X_4 + 0.0166 X_5 + 0.0216 X_6 + 0.4403 X_7 + 0.3906 X_8 \tag{3}$$

$$F3 = -0.1344 X_1 - 0.1265 X_2 - 0.1706 X_3 -$$

$$0.2588 X_4 - 0.0534 X_5 + 0.7501 X_6 - 0.1462 X_7 + 0.5764 X_8 \tag{4}$$

$$F4 = -0.1535 X_1 + 0.0061 X_2 - 0.2908 X_3 - 0.2617 X_4 + 0.1563 X_5 + 0.4912 X_6 + 0.9698 X_7 - 0.6169 X_8 \tag{5}$$

将第一主分量(Z_1)、第二主分量(Z_2)、第三主分量(Z_3)和第四主分量(Z_4)为自变量,进行多元线性逐步回归分析,得到一元线性回归方程:

$$Y = 18.6749 - 3.2054 Z_1 + 2.3222 Z_2 - 1.5631 Z_3 - 2.4854 Z_4 \tag{6}$$

该回归方程 $n = 71$, $R = 0.5433$, $F = 6.9086$, $P = 0.0001$,说明该回归方程极显著。第一主分量、第二主分量、第三主分量、第四主分量对于枸杞炭疽病病情指数的偏相关系数分别为: -0.48445, 0.25231, -0.13146, -0.16055。说明温度对枸杞炭疽病发病的影响最大,温度越高,炭疽病发病率越

轻,炭疽病孢子在阴雨天和夜晚萌发也从侧面说明了这一点。其次是湿度的影响,湿度越大,炭疽病发病率越高;枸杞炭疽病生物学特性的研究证明^[5~7],枸杞炭疽病菌在 15~35℃ 内孢子均可萌发,适宜萌发温度为 20~30℃,孢子萌发的相对湿度为 75.6%~100%,适宜湿度为 100%,低于 75.6%孢子不萌发。风和降水的影响较小,在干旱灌溉农业区,灌溉量远远大于降水量,因此,降水量

的大小对枸杞炭疽病发病影响相对较小。降水主要是通过增加田间湿度和降低温度诱发炭疽病的发生,在病害发生前一场较大降雨决定发病始期、盛期和高峰的到来^[5]。风在炭疽病发生流行中起传播作用,对炭疽病的发生流行影响不大,据李岩涛等研究^[5],在无雨日,分生孢子粘结在一起,不易被风吹散,因而气流的传播作用小。

表 3 样本相关阵的特征根、贡献率及累积贡献率								
Table 3 The eigenvalue, ratio of contribution and ratio of accumulative contribution of matrix								
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Z1	0.4740	0.1966	-0.1312	-0.1156	-0.1412	-0.1839	-0.0458	0.8064
Z2	0.4806	0.0959	-0.1235	0.0046	-0.2589	-0.1302	0.7292	-0.3589
Z3	0.4345	0.3099	-0.1665	-0.2190	0.0778	-0.2426	-0.5985	-0.4652
Z4	-0.2528	0.5259	-0.2526	-0.1971	0.6698	-0.0968	0.3078	0.0638
Z5	0.4136	0.0215	-0.0521	0.1177	0.2900	0.8527	-0.0279	0.0036
Z6	0.2786	0.0279	0.7323	0.3699	0.4103	-0.2806	0.0357	0.0115
Z7	-0.1586	0.5689	-0.1427	0.7303	-0.2921	0.0492	-0.0986	-0.0095
Z8	-0.1335	0.5047	0.5627	-0.4646	-0.3473	0.2699	0.0364	-0.0168
特征根 Eigenvalue	3.9520	1.6694	0.9530	0.5671	0.4357	0.3797	0.0403	0.0029
贡献率(%) Ratio of contribution	49.4000	20.8676	11.9120	7.0892	5.4458	4.7457	0.5035	0.0361
累计贡献率(%) Ratio of accumulative contribution	49.4000	70.2677	82.1797	89.2689	94.7147	99.4603	99.9639	100.0000

2.3 枸杞炭疽病与气象因素的逐步回归分析

根据主成分分析结果,对影响枸杞炭疽病发生的温度(T_{N6})、降水日数(R_{n30})、空气湿度(U_6)、风力(F_6)和日照时数(S_{30})等气象因子进行逐步回归,得到以下方程:

$$Y = -5.4301 - 0.9199 T_{N6} + 0.4317 U_6 + 2.2935 S_{30} - 7.0033 F_6 + 1.4716 R_{n30} \quad (7)$$

$N = 71$, $R = 0.59818$, $F = 7.2437$, $p = 0.00001$. T_{N6} 、 U_6 、 S_{30} 、 F_6 和 R_{n30} 因子的标准回归系数分别是 -0.327、0.300、0.214、-0.282、0.229。可见 T_{N6} 对枸杞炭疽病发病的影响最大,其次是 U_6 , S_{30} 和 R_{n30} 的影响相对较小。这进一步验证了主成分分析结果。

3 结论

1) 前 4 个主成分值的贡献率达到 85%以上,其所表达的综合信息可以用来表述全部枸杞炭疽病病情性状信息。第一主成分为温度因子,第二主成分为湿度因子,第三主成分为风力因子,第四主成分为

降水因子。在研究枸杞炭疽病发生流行的气象条件和炭疽病发生预报时,要重点考虑上述 4 个综合因子。

2) 气象因子中,温度对枸杞炭疽病发病影响最大,其次是空气相对湿度;降水和风的影响相对较小。

参考文献:

[1] 唐慧锋,赵世华,谢施伟,等.枸杞炭疽病发生规律试验观察初报[J].落叶果树,2003,(5):55-57.
[2] 唐慧锋,赵世华,谢施伟,等.枸杞黑果病发生规律初报[J].山西果树,2004,97(2):16-17.
[3] 郭笃发,王秋兵.主成分分析法对土壤养分与小麦产量关系的研究[J].土壤学报,2005,42(3):523-527.
[4] 裴鑫德.多元统计分析及其应用[M].北京:北京农业大学出版社,1991.196-248.
[5] 李岩涛,张锦秀,邓振荣,等.枸杞炭疽病发生规律及防治对策研究[J].内蒙古农牧学院学报,1992,13(3):64-70.
[6] 陈 君,张建文,方 琴,等.宁夏中宁枸杞炭疽病的发生与防治[J].基层中药杂志,2002,16(3):41-42.
[7] 张锦秀,李岩涛,邓振荣,等.枸杞炭疽病菌生物学特性研究[J].华北农学报,1992,7(4):112-116.

Analysis of weather condition of epidemic of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz

ZHANG Xiao-yu, ZHANG Lei, LIU Jing, KANG Yan-li, HAN Ying-juan, ZHANG Xue-yi
(Ningxia Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

Abstract: Based on sampling data from Zhongning county and Luhutai horticultural farm of Yinchuan city in different dates, weather condition and its influence on epidemic of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz were analyzed by using the method of principal components analysis and stepwise regression. The results showed that temperature and air humidity were key factors which impact on *Colletotrichum gloeosporioides* Penz epidemic. The second factor was wind and precipitation. The higher the temperature during fruits developing stage of medlar, the slighter the *Colletotrichum gloeosporioides* Penz occurred. However, the higher the air humidity during fruits developing stage of medlar, the heavier the Epidemic of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Keywords: *Lycium barbarum* L.; *Colletotrichum gloeosporioides* Penz; weather condition; principal components analysis

(上接第 175 页)

The correlation of precipitation during jointing to heading with output and biological yield in East of Gansu Province

HUANG Bin^{1,2}, GUO Jiang-yong^{1,2}, ZHANG Hong-fen², ZHANG Mou-cai², WANG Wei-tai²
(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Qingyang city meteorological bureau, Xifeng, Gansu 745000, China)

Abstract: Based on the data of the precipitation during jointing to heading and the output and biological yield of maize on Loess Plateau in East of Gansu, the correlations of precipitation with output and biological yield were analyzed. The results showed that the correlation coefficient between the precipitation during jointing to heading and the output reached 0.8304, with 0.001 confidence degree reached very significant level. It affected the output components, mainly the spike length, the weight of 100-grais and the spike thick. The correlation of the precipitation with the fresh matter weight and dry matter weight during jointing to maturity is positive, but is not significant, and its effect on spike increased. The complete agreement of rainfall year type with output year type accounted for 50%. The complete and main agreement accounted for 75%. The year of least rainfall is 1997, the rainfall is 19.1 mm, and the maize output is 137.2 kg/667m². The year of most rainfall is 2005, the rainfall is 185.3 mm, and the maize output is 662.1 kg/667m². The output model forecasted using precipitation was set up.

Keywords: East of Gansu Province; maize; precipitation; output; correlation