

温度、湿度、接菌量及 pH 对烟草青枯病菌致病力的影响

汪汉成, 余 婧, 蔡刘体, 陆 宁

(贵州省烟草科学研究院, 烟草行业山地烤烟品质与生态重点实验室, 贵阳 550081)

摘 要: 烟草青枯病菌是土传病原细菌, 其致病力易受多种因素影响。采用穿刺法接种离体叶片, 系统性地研究了温度、湿度、接菌量和 pH 对烟草青枯病菌致病力的影响。试验范围内青枯病菌可致病的病原菌数量为 $1.3\sim 1.3\times 10^8$ cfu, 1.3×10^8 cfu 病斑面积最大; 致病的温度范围为 $20\sim 35$ °C, 最适为 $30\sim 35$ °C, 病害潜伏期随着温度升高而变短; $40\%\sim 100\%$ 的相对湿度范围内均可发病; 致病 pH 范围为 $5.0\sim 8.0$, 最适发病 pH 为 6.0。影响青枯病菌致病力的关键因子为温度和 pH, 湿度不是青枯病发生的关键因素, 结果为研究烟草青枯病发生机制提供了科学依据。

关键词: 青枯病菌; 致病力; 温度; 湿度; pH

中图分类号: S435.72

文章编号: 1007-5119 (2017) 05-0008-05

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2017.05.002

Effect of Temperature, Relative Humidity, Inoculum Amount and pH on Pathogenicity of *Ralstonia solanacearum* on Tobacco

WANG Hancheng, YU Jing, CAI Liuti, LU Ning

(Guizhou Academy of Tobacco Science, Upland Flue-cured Tobacco Quality & Ecology Key Laboratory of China Tobacco, Guiyang 550081, China)

Abstract: *Ralstonia solanacearum* is a worldwide soil born bacterium on tobacco, and its pathogenicity is affected by many factors but the key factors are still unclear. In this study, the effect of temperature, relative humidity, inoculum amount and pH on pathogenicity of *R. solanacearum* was systematically analyzed. The method of stab inoculation on detached leaves was used throughout the whole experiment. The results showed that the pathogenic amount of *R. solanacearum* was between 1.3 cfu and 1.3×10^8 cfu, and the biggest scab in detached tobacco leaves was observed in the treatment of 1.3×10^8 cfu. The pathogenic temperature of the bacterium was from 20 °C to 35 °C, and the best range was from 30 °C to 35 °C, showing decreased incubation period with the raise of temperature. Tobacco bacterial wilt could happen under the relative humidity range of 40% to 100%, thus humidity was not the key factor for this disease. The pathogenic pH value range was from 5.0 to 8.0, and the best value was around 6.0. In conclusion, temperature and pH value were the key factors for pathogenicity of *R. solanacearum*. These results provided scientific evidence for occurrence mechanism of tobacco bacterial wilt.

Keywords: *Ralstonia solanacearum*; pathogenicity; temperature; humidity; pH

长期以来, 烟叶生产受到烟草土传细菌性病害烟草青枯病 (tobacco bacterial wilt) 的危害, 其病原菌为茄科雷尔氏菌 [*Ralstonia solanacearum* (Smith 1896, Yabuuchi et al. 1996 emend)]。该病害是典型的维管束病害, 烟草根、茎、叶各部位均可被侵染, 但主要危害植物的根和茎, 病株侧根常变黑腐烂, 茎部可见黑色条斑^[1-2]。该病于 1864 年

在印度尼西亚首次发现, 此后, 迅速扩展至主要产烟国家并成为制约烟草生产的重要病害^[3-4], 目前我国主要产烟省区均有发生。近年来, 由于气候、土壤酸碱度等方面的原因, 该病害在我国的危害范围逐步扩大。

烟草青枯病的发生是烟草、病原菌、环境共同作用的结果, 烟草青枯病的发生与病原菌的致病力

基金项目: 中国博士后科学基金资助项目“基于土壤微生物量的烟草青枯病根际微生态的研究”(2017M610585); 贵州省科技支撑计划

“侵染裂解烟草青枯菌的噬菌体资源库构建及应用研究”(黔科合支撑[2017]2606号); 中国烟草总公司贵州省公司科技项目

“解淀粉芽孢杆菌和烟草青枯菌的营养需求特性研究”(2013-05)

作者简介: 汪汉成 (1982-), 男, 博士, 研究员, 从事烟草植保与微生物方面的研究。E-mail: xiaobaiyang126@hotmail.com

收稿日期: 2017-05-05

修回日期: 2017-08-04

密切相关。致病力是病原菌侵入寄主后引起致病的能力。影响致病力的因素包括温度、湿度、病原菌的浓度、pH 等多个方面,同时病原菌株间的致病力也存在差异。引起我国烟草青枯病的茄科雷尔氏菌主要为 1 号小种 3 号生化型 (R1Bv3) [5]。已有的研究表明,30 °C 的环境温度和 81.42% 以上的相对湿度比较有利于烟草青枯病的发生 [6],同时温度也会影响烟草品种对青枯病的抗性 [7]; 接菌浓度 $10^0\sim 10^{10}$ cfu/mL 时均会引起番茄青枯病的发生 [8]。目前,烟草青枯病菌可致病的温度、湿度、病原菌浓度及 pH 范围仍不清楚。本文以一株烟草青枯病菌致病力菌株为研究对象,对其可致病的温度、湿度、病原菌数量及 pH 范围进行测定,旨在明确影响烟草青枯病致病力的关键环境因子,为烟草青枯病发生机制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株与烟株 试验于 2017 年 2—5 月在贵州省烟草科学研究院微生物实验室开展,烟草青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) 由该实验室分离鉴定所得。烟草品种为云烟 87 (*Nicotiana tabacum* cv. Yunyan 87)。

1.1.2 供试培养基与试剂 烟草青枯病菌的培养使用牛肉膏蛋白胨培养基 (NA、NB) [9]、青枯菌专性培养基 (SMSA) [10] 和 (BUG+B) 培养基 [11], BUG 琼脂由 Biolog 公司提供,冻干脱纤维羊血 (B) 由北京友康基业生物科技有限公司提供。青枯菌不同 pH 下生长采用的代谢板 PM9、接种液 IF-0a GN/GP (#72268) 和 IF-10b GN/GP (#72266)、染料 Mix A (#74221), 均购自美国 Biolog 公司。

1.2 接种量对烟草青枯病菌致病力的影响

将青枯病菌于 NB 培养液中 30 °C、170 r/min 黑暗培养 48 h 后吸取 5 mL 菌液,从中吸取 0.5 mL,用无菌水将菌液依次稀释至 $10^0\sim 10^{-8}$ 。采用 1 mL 无菌注射器从 $10^0\sim 10^{-8}$ 的梯度稀释液中分别吸取 0.1 mL 菌液,采用“穿刺接菌法”将菌液注射至 8

叶期烟草离体叶片,每点注射 15 μ L 菌液,以注射同体积的 NB 培养基为对照,每个处理重复 4 次。接菌后将叶片置于 30 °C、RH 80%、16 h 黑暗和 8 h 光照交替的环境下培养,72 h 后测量病斑的直径并计算病斑面积。此外,从 $10^0\sim 10^{-8}$ 的梯度稀释液中分别吸取 0.1 mL 菌液,分别将其均匀涂布于制备好的 SMSA 平板上,每处理重复 3 次,将接菌后的平板置于 30 °C 黑暗条件下培养,72 h 后计数平板上长出的菌落数。

1.3 温度对烟草青枯病菌致病力的影响

将青枯病菌于 NB 培养液中 30 °C、170 r/min 黑暗培养,48 h 后吸取 1 mL 菌液,用无菌水将菌液稀释,制备 10^7 cfu/mL 的菌液。采用“穿刺接菌法”将菌液注射至 8 叶期烟草离体叶片,每点注射 15 μ L 菌液,以注射同体积的 NB 培养基为对照,每个处理重复 4 次。接菌后将叶片置于 RH 80%、16 h 黑暗和 8 h 光照交替、及不同温度 (18、20、25、28、30、35 °C) 的环境下培养,分别于接菌后 24、36、60、84、108 和 132 h 观察叶片发病情况,测量病斑的直径并计算病斑面积。

1.4 湿度对烟草青枯病菌致病力的影响

参照上述方法制备青枯病菌 10^7 cfu/mL 的菌液。采用“穿刺接菌法”将菌液注射至 8 叶期烟草离体叶片,每点注射 15 μ L,以注射同体积的 NB 培养基为对照,每个处理重复 4 次。接菌后将叶片置于 30 °C、16 h 黑暗和 8 h 光照交替、及不同相对湿度 (40%、60%、80%、100%) 的环境下培养,分别于接菌后 72 h 观察叶片发病情况,测量病斑的直径并计算病斑面积。

1.5 pH 对烟草青枯病菌致病力的影响

将烟草青枯病菌在 BUG+B 平板上纯化培养 2 代,参照 Biolog 革兰氏阴性细菌代谢的操作规程 [12] 进行烟草青枯病菌的不同 pH 环境下的生长培养,30 °C 培养 5 d 后取出培养菌液。用 1 mL 无菌注射器从 pH 3.5~10 的菌液中分别吸取 0.1 mL 菌液,采用“穿刺接菌法”将菌液注射至 8 叶期烟草离体叶

片,每点注射 15 μL 菌液,以注射同体积的无菌水为对照,每处理重复 4 次。接菌后将叶片置于 30 $^{\circ}\text{C}$ 、RH 80%、16 h 黑暗和 8 h 光照交替的环境下培养,72 h 后观察叶片发病情况,测量病斑的直径并计算病斑面积。此外,吸取 0.1 mL pH 3.5~10 范围内的青枯菌培养液,将菌液用无菌水进行梯度稀释,吸取 0.1 mL 稀释液均匀涂布于制备好的 SMSA 平板上,每处理重复 3 次,将接菌后的平板置于 30 $^{\circ}\text{C}$ 黑暗条件下培养,72 h 后计数平板上长出的菌落数。

2 结果

2.1 接菌量对烟草青枯病菌致病力的影响

如表 1 所示,在烤烟云烟 87 的离体叶片上,烟草青枯病菌在 $1.3\sim 1.3\times 10^8$ cfu 的接菌范围内均可使烟草叶片致病,接菌量 1.3×10^2 cfu 48 h 时,发病面积可达 0.63 cm^2 ,接菌量不影响病斑扩展面积。

2.2 温度对烟草青枯病菌致病力的影响

结果如表 2 所示,烟草离体叶片接菌 15 μL 的 10^7 cfu/mL 的菌液,在 18~35 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,除 18 $^{\circ}\text{C}$ 外,烟草青枯病菌均具有致病力;20 $^{\circ}\text{C}$ 时,青枯菌接菌 84 h 后才开始使离体叶片发病;

25~30 $^{\circ}\text{C}$ 处理,接菌 36 h 后叶片开始发病;35 $^{\circ}\text{C}$ 处理 24 h 后叶片就开始发病。在 24~132 h 的培养时间内,各温度处理下的烟草叶片发病面积均会随着培养时间的延长而逐渐扩大。此外,在 20~35 $^{\circ}\text{C}$ 的测试温度范围内,36~132 h 各时离体叶片的发病面积均随着温度的升高而增大。

2.3 湿度对烟草青枯病菌致病力的影响

测定结果表明,相对湿度 40%、60%、80%和 100%的条件下,烟草离体叶片穿刺接种 15 μL 的 10^7 cfu/mL 的菌液,青枯菌均可使叶片发病,其平均病斑面积分别为 0.87、1.04、0.87 和 0.95 cm^2 。

表 1 烟草青枯病菌接菌量在烟叶上对其致病力的影响

Table 1 Effect of inoculum quantity on *Ralstonia solanacearum* pathogenicity in tobacco leaf

稀释倍数	接菌量/cfu	病斑面积/ cm^2
10^0	1.3×10^8	0.78 \pm 0.14a
10^1	1.3×10^7	0.57 \pm 0.03b
10^2	1.3×10^6	0.69 \pm 0.09a
10^3	1.3×10^5	0.59 \pm 0.02b
10^4	1.3×10^4	0.53 \pm 0.03c
10^5	1.3×10^3	0.70 \pm 0.06a
10^6	1.3×10^2	0.63 \pm 0.02b
10^7	1.3×10^1	0.57 \pm 0.03b
10^8	1.3	0.51 \pm 0.04c
CK	0	0

注:不同小写字母表示 0.05 水平上差异显著,下同。

表 2 温度对烟草青枯病菌在烟叶上致病力的影响

Table 2 Effect of temperature on *Ralstonia solanacearum* pathogenicity in tobacco leaf

温度/ $^{\circ}\text{C}$	病斑面积/ cm^2					
	24 h	36 h	60 h	84 h	108 h	132 h
18	0 b	0 c	0 c	0 d	0 e	0 e
20	0 b	0 c	0 c	0.57 \pm 0.13 c	0.79 \pm 0.07 d	1.37 \pm 0.12 d
25	0 b	0.50 \pm 0.05 b	0.82 \pm 0.06 b	1.06 \pm 0.22 b	1.55 \pm 0.13 c	2.02 \pm 0.43 c
28	0 b	0.45 \pm 0.06 b	0.98 \pm 0.08 b	1.57 \pm 0.33 b	2.64 \pm 0.23 b	3.97 \pm 0.67 b
30	0 b	1.37 \pm 0.13 a	2.05 \pm 0.28 a	3.96 \pm 0.54 a	4.21 \pm 0.32 a	4.67 \pm 0.74 a
35	0.8 \pm 0.07 a	1.62 \pm 0.24 a	2.14 \pm 0.17 a	4.32 \pm 0.36 a	4.65 \pm 0.29 a	4.89 \pm 0.53 a

2.4 pH 对烟草青枯病菌致病力的影响

结果如表 3 所示,在 pH 3.5~10.0 的测试范围内,烟草青枯病菌可生长的 pH 范围为 5.0~9.0,最适为 6.0,pH 3.5~4.5 和 9.5~10.0 的环境下青枯菌均不能存活。在相同的接菌体积下,pH 6.0 处理的菌落数量可达 1.4×10^{10} cfu,其次为 pH 5.0、7.0、5.5 和 8.0 的处理,pH 8.5 和 9.0 处理的菌落数最小 (1.7×10^3 cfu)。不同 pH 下的致病力测定结果(表 3)表明,烟草青枯菌可致病的 pH 范围为 5.0~8.0,

该范围内的离体叶片发病面积均随叶片培养时间的延长而逐渐增大;pH 8.5 和 pH 9.0 的处理,青枯菌虽能存活,但离体烟草叶片培养 120 h 内均未发病。

3 讨论

烟草青枯菌是世界性的土传病原细菌,寄主广,变异强,难以防治。本文以中抗品种云烟 87 为材料,采用单因子试验,开展了温度、湿度、接

表 3 pH 对烟草青枯病菌在烟叶上致病力的影响
Table 3 Effect of pH on *Ralstonia solanacearum* pathogenicity in tobacco leaf

pH	菌落数/cfu	病斑面积/cm ²				
		24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
3.5	0	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d
4.0	0	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d
4.5	0	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d
5.0	8.2×10 ⁹	0.33±0.03 b	0.64±0.13 b	0.81±0.07 c	0.95±0.10 b	1.03±0.07 c
5.5	2.7×10 ⁹	0.44±0.04 a	0.78±0.12 b	0.93±0.12 b	1.04±0.11 b	1.16±0.12 c
6.0	1.4×10 ¹⁰	0.47±0.05 a	1.05±0.34 a	1.41±0.24 a	1.60±0.32 a	1.79±0.26 a
7.0	6.7×10 ⁹	0.31±0.01 b	0.54±0.02 c	0.94±0.11 b	1.12±0.12 b	1.36±0.05 b
8.0	3.3×10 ⁸	0.27±0.02 c	0.50±0.04 c	0.80±0.06 c	0.98±0.09 b	1.38±0.07 b
8.5	1.7×10 ³	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d
9.0	1.7×10 ³	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d
9.5	0	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d
10.0	0	0 d	0 d	0 d	0 c	0 d

注：同列中不同小写字母表示 0.05 水平上差异显著。

菌量和 pH 对烟草青枯病菌致病力影响的系统性研究, 获得了烟草青枯病菌致病的病原菌数量范围为 1.3~1.3×10⁸ cfu, 致病的温度范围为 20~35 °C, 致病的湿度范围为 40%~100%, 致病的 pH 范围为 5.0~8.0。

温度是重要的环境因素, 对植物病原菌的生长和病害的发生均具有较大的影响。据报道番茄青枯病菌在液体培养基中最适生长温度为 30 °C^[8], 青枯病菌侵染番茄的最低温度为 22 °C, 且温度越高病害发生的潜伏期越短^[13]; 30 °C 最有利于辣椒青枯病的发生^[14]; 大部分青枯病菌菌株在 20 °C 以下没有致病力, 但青枯病菌 3 号小种 2 号生化型 (R3Bv2) 被报道 18 °C 时在土豆和番茄上可以致病^[15-16]; 烟草青枯病菌的可生长温度范围为 15~43 °C, 28.52 °C 为病原菌在平板上的最适生长温度, 同时 30 °C 左右为烟草青枯病发展的最有利温度^[17]; 30 °C 和 35 °C 时不同青枯病抗性的烟草品种均会被青枯病菌侵染^[7]。本文采用的离体叶片穿刺接种的方法虽然与上述研究不同, 但获得的烟草青枯病菌致病力温度范围同上述报道基本一致。

烟草青枯病菌是土传细菌性病害, 土壤 pH 环境影响着它的定殖和侵染。据报道一些烟草青枯病菌菌株可以存活的 pH 范围为 5.0~9.5^[18], 青枯雷尔氏菌在偏酸和偏碱条件下生长较好^[19]。本文所测得的青枯病菌可存活的 pH 范围为 5.0~9.5, 研究结果与之前报道一致。MICHEL 等^[20]报道了不同类型土壤中不同 pH 的土壤处理措施对青枯病病情指数影

响, 仅在土壤环境中评价了青枯病菌的病情指数与 pH 的关系。pH 对青枯病菌致病力影响方面未见报道, 本文首次系统性地评价了 pH 对青枯病菌致病力的影响。青枯病菌虽然在 pH 8.5~9.0 的范围内能够存活, 但并不能致病, 该结论为通过改良土壤 pH 来防控青枯病提供了科学依据。

本文发现湿度和青枯病菌的数量为烟草青枯病发生的非必要因素。烟草青枯病菌的环境适应能力较强^[18], 可供其生长的营养物质范围广泛, 在无氮的情况下仍然能够生长^[5]。只要温度合适, 该病原菌就能迅速繁殖, 在寄主存在的条件下, 就能侵染烟草进而造成危害。湿度虽不是其致病力的关键因子, 但对病害的流行与传播起到积极作用。

参考文献

- [1] ROBERTSON A E, WECHTER W P, DENNY T P, et al. Relationship between a virulence gene (*avrA*) diversity in *Ralstonia solanacearum* and bacterial wilt incidence [J]. *Molecular plant-microbe interactions*, 2004, 17(12): 1376-1384.
- [2] QIAN Y L, WANG X S, WANG D Z, et al. The detection of QTLs controlling bacterial wilt resistance in tobacco (*N. tabacum* L.)[J]. *Euphytica*, 2013, 192: 259-266.
- [3] HAYWARD A C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*[J]. *Annual review of phytopathology*, 1991, 29(1): 65-87.
- [4] HAYWARD A C. *Ralstonia solanacearum*[J]. *Encyclopedia of microbiology*, 2000, 32-42.
- [5] WANG H C, HUANG Y F, WANG J, et al. Phenotypic fingerprints of *Ralstonia solanacearum* Biovar 3 strains from tobacco and tomato in China assessed by Phenotype microarray analysis[J]. *Plant pathology journal*, 2015, 14(1): 38-43.

- [6] 李想,刘艳霞,蔡刘体,等. 烟草青枯病菌在烟草根际的定殖及最适发病条件[J]. 植物保护学报, 2016, 43(5): 796-804.
- [7] BITTNER R J, ARELLANO C, MILA A L. Effect of temperature and resistance of tobacco cultivars to the progression of bacterial wilt, caused by *Ralstonia solanacearum*[J]. Plant soil, 2016, 408: 299-310.
- [8] SINGH D, YADAV D K, SINHA S, et al. Effect of temperature, cultivars, injury of root and inoculum load of *Ralstonia solanacearum* to cause bacterial wilt of tomato[J]. Archives of phytopathology and plant protection, 2014, 47(13): 1574-1583.
- [9] SHAHIDI B G H, BARKHORDAR B, PAKGOHAR N, et al. Biological control of *Phytophthora drechsleri* tucker, the causal agent of pistachio gummosis, under greenhouse conditions by use of actinomycetes[J]. Plant pathology journal, 2006, 5: 20-23.
- [10] IMAZAKI I, NAKAHO K. Pyruvate-amended modified SMSA medium: improved sensitivity for detection of *Ralstonia solanacearum*[J]. Journal of general plant pathology, 2010, 76: 52-61.
- [11] 汪汉成,王茂胜,黄艳飞,等. 烟草青枯病菌拮抗菌株 X-60 的分离鉴定及其表型组学分析[J]. 植物病理学报, 2016, 46(3): 409-419.
- [12] BOCHNER B R. New technologies to assess genotype-phenotype relationships[J]. Nature reviews genetics, 2003, 4: 309-314.
- [13] 卓国豪. 温度和病原菌接种浓度对番茄青枯病菌侵染的影响[J]. 植物检疫, 2005, 19(3): 143-144.
- [14] TRAN N H, KIM B S. Influence of temperature, pathogen strain, inoculum density, seedling age, inoculation method and varietal resistance on infection of pepper seedlings by *Ralstonia solanacearum*[J]. Horticulture, environment, and biotechnology, 2010, 51(2): 95-100.
- [15] BOCSANCZY A M, ACHENBACH U C M, MANGRAVITA-NOVO A, et al. Comparative effect of low temperature on virulence and twitching motility of *Ralstonia solanacearum* strains present in Florida [J]. Phytopathology, 2012, 102: 185-194.
- [16] 莊明富,罗淑芳,林静宜. 温度对青枯病菌致病力之影响与马铃薯品种(系)对青枯病反应之初步评估[J]. 台湾农业研究, 2015, 64(2): 89-98.
- [17] 刘宪臣. 温湿度对烟草青枯病发生的影响及调控技术研究[D]. 重庆:西南大学, 2014.
- [18] CHEN X J, LI L C, WANG H C, et al. Phenotypic fingerprints of *Ralstonia solanacearum* under various osmolytes and pH environments [J]. Plant pathology journal, 2016, 15(3): 102-107.
- [19] 谭军,刘雨虹,刘影,等. 不同条件对烟草青枯雷尔氏菌生长的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(1): 85-88.
- [20] MICHEL V V, MEW T W. Effect of a soil amendment on the survival of *Ralstonia solanacearum* in different soils[J]. Phytopathology, 1998, 88(4): 300-305.



《烟草科技》2017年第9期目次

烟草镉转运基因突变体的鉴定和功能分析.....	高玉龙,王丙武,李文正,等	1
豫中烟区不同质地土壤理化性质、酶活性及微生物群落分析.....	戴华鑫,陈丽燕,陈彦春,等	7
文山植烟土壤交换性钙镁分布特征及影响因素分析.....	谭军,周冀衡,古琦,等	15
复合盐处理对不同烤烟品种发芽特性的影响.....	张晓帆,郑宪滨,马静,等	23
芸薹属植物提取液与异硫氰酸酯类制剂对烟草疫霉菌的抑制作用.....	李继伟,周俊学,王宇鹏,等	30
打孔地膜覆盖对楚雄烟草生长发育和品质的影响.....	陈岗,董继翠,王跃金,等	37
电子烟工作电压对气溶胶中关键成分释放量的影响.....	张霞,朱东来,李寿波,等	42
气相色谱-质谱法测定烟草中多氯联苯.....	李鹏,沈轶,刘俊辉,等	49
烟叶保润性能的NIR光谱测定.....	朱龙杰,张华,庄亚东,等	55
烟叶烘烤前后主要代谢产物的差异分析.....	赵会纳,蔡凯,秦嘉,等	61
基于卷积神经网络的烟丝物质组成识别方法.....	高震宇,王安,董浩,等	68
基于图像处理梗丝形态指数模型的建立.....	李晓,何超,郑力文,等	76
基于变点检测理论的制丝过程稳态识别方法.....	马晓龙,何雪平,刘继辉,等	84
C800-BV包装机条盒纸胶点视觉检测系统的设计.....	蔡培良,杨剑锋,李明,等	92
喂料机提升带速度控制模式的改进.....	洪凯强,陈荣峰	97