

广东省禽源大肠杆菌分离株的耐药性调查

温肖会, 魏文康, 丘婷, 翟少伦, 周秀蓉, 吕殿红*

(广东省农业科学院动物卫生研究所, 广东省兽医公共卫生公共实验室, 广东省畜禽疫病防治研究重点实验室, 广东广州 510640)

摘要 [目的]了解广东省不同地区禽源大肠杆菌的耐药情况。[方法]采用纸片扩散法对不同养禽场分离的229株大肠杆菌进行28种抗菌药物的耐药性试验。[结果]229株大肠杆菌对四环素、复方磺胺甲噁唑、阿莫西林和氨苄西林的耐药率较高,分别为89.1%、80.0%、76.9%和75.5%,其次是多西环素和链霉素(74.7%和68.6%),但阿米卡星耐药率最低(8.3%)。229株大肠杆菌存在多重耐药性,其中6株大肠杆菌可耐26种药物。[结论]广东省禽源大肠杆菌分离株耐药情况严重,存在多重耐药现象。养殖场应合理使用药物,加强细菌耐药性监测,研究结果为养殖场选用合适药物、控制细菌耐药性的产生和扩散提供了有效的理论依据。

关键词 禽;大肠杆菌;药敏试验;耐药性

中图分类号 S852.61 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)11-0074-04

Investigation on the Drug Resistance of *Escherichia coli* Isolated Strains from Poultry Sources in Guangdong Province

WEN Xiao-hui, WEI Wen-kang, QIU Ting et al (Guangdong Provincial Key Laboratory of Animal Disease Prevention, Guangdong Open Laboratory of Veterinary Public Health, Institute of Animal Health, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640)

Abstract [Objective] To understand the antibiotic resistance of *Escherichia coli* from poultry source in different areas of Guangdong Province. [Method] Using paper diffusion method, the drug resistance of 229 isolates of *E. coli* from different poultry farms to 28 kinds of antimicrobial agents was tested. [Result] The drug resistance rates of 229 isolates of *E. coli* to tetracycline, compound sulfamethoxazole, amoxicillin, ampicillin, doxycycline and streptomycin were 89.1%, 80.0%, 76.9%, 75.5%, 74.7% and 68.6% respectively, but their drug resistance rate to amikacin was the lowest (only 8.3%). There was multi-drug resistance in 229 isolates of *E. coli*, among which 6 isolates were resistant to 26 drugs. [Conclusion] *E. coli* isolates from poultry source in Guangdong Province had severe antimicrobial resistance, and multi-drug resistance phenomena existed. It was suggested that rational use of drugs should be made in farms and the monitoring of antimicrobial resistance should be strengthened. The research provided effective theoretical basis for selecting suitable drugs, controlling the generation and diffusion of antimicrobial resistance.

Key words Poultry; *Escherichia coli*; Drug sensitivity test; Drug resistance

大肠杆菌是大肠埃希氏菌(*Escherichia coli*, *E. coli*)的简称,隶属肠杆菌科埃希氏菌属^[1]。大肠杆菌在自然界中广泛存在,是人和动物的肠道共生菌和条件致病菌^[2]。不同动物感染后具有不同的临床症状和病理变化,且常与其他病原并发或混合感染,发病率和死亡率较高,给养殖业带来严重的经济损失。大肠杆菌血清型复杂,目前尚无理想的疫苗来预防,主要依靠抗生素进行治疗^[3]。抗生素的广泛使用造成动物源大肠杆菌的耐药菌株不断增加,耐药机制日趋复杂,多重耐药现象日益严重^[4-9]。动物源耐药菌株和耐药基因可通过食物链传给人类,危害人类健康,将来可能造成人类无药可用的严峻局面。笔者通过对广东省10个市(县)养殖场不同动物来源样品分离到的大肠杆菌进行了28种抗菌药物的敏感性试验,以期对养殖业合理有效地使用抗菌药提供参考,并为大肠杆菌的防制提供科学依据。

1 材料与方法**1.1 材料****1.1.1 菌株。**

(1)受试菌株。2012年采集来自广州、花都、增城、东

莞、四会、中山、台山、翁源、博罗、江门10个市(县)养殖场不同动物来源的样品,动物品种包括鸡、鸭、鹅和鸽子等。样品来源于病、死动物的肝脏、心血、卵黄、肠道、粪便和健康动物的泄殖腔棉拭子以及发病、健康家禽场的垫纸、水源、土壤等,经分离鉴定获得的229株大肠杆菌。其中56株来自鸭场,17株来自鹅场,134株来自鸡场,22株来自鸽场;分离自心血、肝、肺、肾等内脏70株,肛门拭子、垫纸、肠道及粪便139株,环境样品5株,鸭场水样15株;来源于健康动物及其养殖场119株,来源于病死动物及其养殖场110株。

(2)质控菌株。大肠杆菌标准株 ATCC25922,由广东省农业科学院动物卫生研究所动物疫病诊断中心实验室保存。

1.1.2 药敏纸片。共选用7类28种抗菌药物的药敏纸片,分别为β-内酰胺类[氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、阿莫西林、头孢他啶、头孢唑林、头孢曲松、头孢唑林、头孢西丁、头孢哌酮、氨基糖苷类(阿米卡星、卡那霉素、妥布霉素、庆大霉素、链霉素、大观霉素、新霉素和奈替米星)、氯霉素类(氯霉素和氟苯尼考)、四环素类(四环素和多西环素)、磺胺类[复方磺胺甲噁唑(磺胺甲噁唑/甲氧苄啶)]、硝基咪唑类(呋喃唑酮)、氟喹诺酮类(环丙沙星、恩诺沙星、氧氟沙星、诺氟沙星),均购自杭州天和微生物试剂有限公司。

1.1.3 培养基。麦康凯琼脂培养基、MH琼脂培养基、MH肉汤培养基等均购自杭州天和微生物试剂有限公司。

1.1.4 主要仪器与设备。立式灭菌器,购自山东新华医疗器械股份有限公司;电热鼓风干燥箱和电热恒温培养箱,购

基金项目 国家重点研发计划项目(2016YFD0500800);广东省科学技术厅项目(2016A020212014,2016A040401012,2015A030401067,2017A040406020);广州市科技计划项目(201508020055);广东省农业科学院院长基金项目(201625)。

作者简介 温肖会(1982—),女,河南安阳人,副研究员,硕士,从事动物传染病防治研究。*通讯作者,副研究员,博士,从事动物疫病诊断和细菌耐药性研究。

收稿日期 2018-02-07

自上海一恒科学仪器有限公司;恒温振荡培养箱购自上海智城分析仪器制造有限公司;精密电子天平购自梅特勒-托利多仪器有限公司;游标卡尺购自上海台海工量具有限公司。

1.2 方法 采用美国临床实验室标准化委员会(CLSI)推荐的K-B(Kirby-Bauer)纸片扩散法进行药敏试验,同时以大肠杆菌标准株ATCC25922作为质控菌株。将229株大肠杆菌在麦康凯琼脂平板上划线、培养后,挑取单菌落接种于3 mL MH肉汤内,37℃下培养16~18 h,用MH肉汤将菌液稀释至0.5麦氏比浊管浓度。用灭菌棉签浸透调配的菌液,在试管壁上旋转,挤去多余液体,均匀涂抹于MH琼脂平板上,每次旋转60°,最后用棉签沿平板周边琼脂涂抹2圈,使整个平板涂布均匀。涂好后放置3~5 min,待培养基表面水分吸干后,用无菌眼科镊子将药敏纸片贴在平板上,纸片间距不小于24 mm,纸片中心距平皿边缘不小于15 mm。37℃下培养16~18 h后,使用游标卡尺测量抑菌圈直径。参照美国临床实验室标准化委员会(CLSI) 2012 M100-S22标准,根据抑菌圈直径判断受试大肠杆菌对28种抗菌药物的耐药性,个别CLSI没有列出但我国兽医中有应用的药物参照杭

州天和微生物试剂有限公司提供的标准作为判定依据。

2 结果与分析

2.1 229株大肠杆菌分离株的总体耐药情况 药敏试验结果表明,广东省家禽养殖场大肠杆菌对28种抗菌药物的耐药情况十分严重,其中对四环素、复方磺胺甲噁唑、阿莫西林和氨苄西林的耐药率较高,分别为89.1%、80.0%、76.9%和75.5%;其次为多西环素和链霉素,耐药率分别为74.7%和68.6%;受试菌株对阿米卡星的耐药率最低,仅为8.3%;受试菌株对硝基咪唑类药物呋喃唑酮的耐药率也较低,为12.7%;临床分离的大肠杆菌对头孢西丁、奈替米星的耐药率均在10.0%以下;对头孢类药物的耐药率为9.2%~43.2%,其中对一代头孢类药物头孢唑林的耐药率最高,为43.2%;所有菌株对氟喹诺酮类药物呈现不同程度耐药性,耐药率为34.5%~47.6%;受试菌株对氨基糖苷类药物的耐药性在不同药物间存在很大差异,对链霉素和卡那霉素的耐药率较高,分别为68.6%和41.5%;对新霉素和庆大霉素的耐药率为32.8%和32.3%(表1)。

表1 229株大肠杆菌分离株对28种抗菌药物的药敏试验结果

Table 1 The drug sensitivity test results of 229 *E. coli* isolates to 28 kinds of antimicrobial agents

序号 No.	药物名称 Name of antibiotics	R	I	S
1	氨苄西林	75.5 (173/229)	2.2 (5/229)	22.3 (51/229)
2	阿莫西林	76.9 (176/229)	2.2 (5/229)	20.9 (48/229)
3	氨苄西林/舒巴坦	10.5 (24/229)	23.6 (54/229)	65.9 (151/229)
4	头孢他啶	20.9 (48/229)	37.6 (86/229)	41.5 (95/229)
5	头孢呋辛	34.5 (79/229)	52.4 (120/229)	13.1 (30/229)
6	头孢曲松	36.2 (83/229)	13.1 (30/229)	50.7 (116/229)
7	头孢唑林	43.2 (99/229)	23.2 (53/229)	33.6 (77/229)
8	头孢西丁	9.2 (21/229)	6.5 (15/229)	84.3 (193/229)
9	头孢哌酮	26.2 (60/229)	14.4 (33/229)	59.4 (136/229)
10	氨基南	20.5 (47/229)	7.9 (18/229)	71.6 (164/229)
11	氯霉素	55.5 (127/229)	3.5 (8/229)	41.0 (94/229)
12	氟苯尼考	51.5 (118/229)	9.6 (22/229)	38.9 (89/229)
13	阿米卡星	8.3 (19/229)	2.2 (5/229)	89.5 (205/229)
14	卡那霉素	41.5 (95/229)	14.4 (33/229)	44.1 (101/229)
15	妥布霉素	28.0 (64/229)	9.6 (22/229)	62.4 (143/229)
16	庆大霉素	32.3 (74/229)	3.9 (9/229)	63.8 (146/229)
17	链霉素	68.6 (157/229)	13.1 (30/229)	18.3 (42/229)
18	大观霉素	19.2 (44/229)	14.8 (34/229)	66.0 (151/229)
19	新霉素	32.8 (75/229)	6.5 (15/229)	60.7 (139/229)
20	奈替米星	9.2 (21/229)	2.2 (5/229)	88.6 (203/229)
21	四环素	89.1 (204/229)	2.6 (6/229)	8.3 (19/229)
22	多西环素	74.7 (171/229)	14.4 (33/229)	10.9 (25/229)
23	复方磺胺甲噁唑	80.0 (183/229)	1.7 (4/229)	18.3 (42/229)
24	恩诺沙星	47.6 (109/229)	21.4 (49/229)	31.0 (71/229)
25	环丙沙星	41.0 (94/229)	17.5 (40/229)	41.5 (95/229)
26	氧氟沙星	37.6 (86/229)	8.3 (19/229)	54.1 (124/229)
27	诺氟沙星	34.5 (79/229)	13.1 (30/229)	52.4 (120/229)
28	呋喃唑酮	12.7 (29/229)	7.9 (18/229)	79.4 (182/229)

注:R. 耐药;I. 中介;S. 敏感

Note: R. resistant; I. intermediate; S. sensitive

2.2 患病动物场与健康动物场大肠杆菌分离株的耐药率比较 对来源于患病动物场与健康动物场大肠杆菌对28种抗菌药物进行敏感性分析,发现无论是患病动物场还是健康动物场大肠杆菌分离株都对四环素、复方磺胺甲噁唑、多西环素、氨苄西林和阿莫西林表现出较高的耐药性,耐药率在65.0%以上;患病动物场大肠杆菌分离株除对头孢西丁、阿

米卡星、氨苄西林/舒巴坦和奈替米星的耐药率低于20.0%以外,其他药物表现出不同程度的耐药性。患病动物场大肠杆菌分离株对大部分药物的耐药率均极显著高于健康动物场($P < 0.01$)。健康动物场大肠杆菌分离株除对奈替米星、阿米卡星、呋喃唑酮、氨苄西林/舒巴坦和头孢西丁比较敏感(耐药率分别为1.7%、2.5%、3.3%、5.0%、6.7%)外,其他

药物呈现不同程度的耐药性,除上述高度耐药的5种药物和较为敏感的5种药物以外,对其余18种药物的耐药率为12.6%~57.1%;对于头孢类药物,229株大肠杆菌都对一代头孢类具有较高的耐药率,均在39.5%以上;229株大肠杆菌对二代头孢类的耐药率较低,特别是头孢西丁,耐药率低于

11.8%;在氨基糖苷类药物中,健康动物场大肠杆菌分离株对链霉素有较强的耐药性,耐药率达57.1%;在氟喹诺酮类药物中,大肠杆菌对恩诺沙星的耐药率最高,为38.7%;健康动物场大肠杆菌分离株对氯霉素和氟苯尼考也表现出较高的耐药性,耐药率分别为45.4%和42.0%(表2)。

表2 患病动物场和健康动物场大肠杆菌分离株对28种抗菌药物的耐药率比较

Table 2 The drug resistance rate comparison of *E. coli* isolates from diseased animal farm and healthy animal farm to 28 kinds of antimicrobial agents %

序号 No.	药物名称 Name of antibiotics	患病动物场 Diseased animal farm (n=110)			健康动物场 Healthy animal farm (n=119)		
		R	I	S	R	I	S
1	氨苄西林	86.4**	0.9	12.7	65.5	3.4	31.1
2	阿莫西林	88.2**	0.9	10.9	66.4	3.4	30.2
3	氨苄西林/舒巴坦	16.4**	26.4	57.2	5.0	21.0	74.0
4	头孢他啶	25.5**	47.2	27.3	16.8	28.6	54.6
5	头孢呋辛	37.3	51.8	10.9	32.0	52.9	15.1
6	头孢曲松	40.0**	14.5	45.5	32.8	11.7	55.5
7	头孢唑林	47.3**	27.3	25.4	39.5	19.3	41.2
8	头孢西丁	11.8	7.3	80.9	6.7	5.8	87.5
9	头孢哌酮	30.9**	16.4	52.7	21.8	12.6	65.6
10	氨曲南	28.2**	8.2	63.6	13.4	7.6	79.0
11	氯霉素	66.4**	0.9	32.7	45.4	5.9	48.7
12	氟苯尼考	61.8**	5.5	32.7	42.0	13.4	44.6
13	阿米卡星	14.6**	1.8	83.6	2.5	2.5	95.0
14	卡那霉素	60.0**	10.9	29.1	24.4	17.6	58.0
15	妥布霉素	36.4**	14.5	49.1	20.2	5.0	74.8
16	庆大霉素	45.5**	3.6	50.9	20.2	4.2	75.6
17	链霉素	80.9**	10.0	9.1	57.1	16.0	26.9
18	大观霉素	26.4**	18.2	55.4	12.6	11.8	75.6
19	新霉素	46.4**	7.3	46.3	20.2	5.9	73.9
20	奈替米星	17.3**	2.7	80.0	1.7	1.7	96.6
21	四环素	91.0	3.6	5.4	87.4	1.7	10.9
22	多西环素	80.9**	9.1	10.0	68.9	19.3	11.8
23	复方磺胺甲噁唑	85.5**	2.7	11.8	74.8	0.8	24.4
24	恩诺沙星	57.3**	19.1	23.6	38.7	23.5	37.8
25	环丙沙星	50.9**	17.3	31.8	32.0	17.6	50.4
26	氧氟沙星	47.4**	7.3	47.3	28.6	10.9	60.5
27	诺氟沙星	48.2**	6.4	45.4	21.9	19.3	58.8
28	呋喃唑酮	22.8**	3.6	73.6	3.3	11.8	84.9

注:R. 耐药;I. 中介;S. 敏感。**表示患病动物场与健康动物场大肠杆菌分离株的耐药率相比差异极显著($P < 0.01$)

Note:R. resistant;I. intermediate;S. sensitive;** indicated extremely significant differences of drug tolerance rate of *E. coli* isolates between diseased animal farm and healthy animal farm($P < 0.01$)

2.3 229株大肠杆菌分离株多重耐药性分析 从图1可以看出,229株分离大肠杆菌分离株多重耐药情况严重而复杂,其中9耐的菌株数最多,有23株,占总菌株数的10.0%;每种多重耐药类型均有菌株分布,特别是2~16和18耐,均有8株以上菌株分布,共有173株,占总菌株数的75.5%;有1株大肠杆菌对28种药物均耐药,27、26、25耐也各有1株;有13株分离菌只对1种药物敏感,只有1株健康动物场的大肠杆菌分离株对28种药物敏感。

从图2可以看出,患病动物(场)110株大肠杆菌分离株的多重耐药性主要分布在9、12、14、18、19耐,共40株,占总分离株的36.4%;健康动物(场)119株大肠杆菌分离株的多重耐药性主要分布在3~10耐,共61株,占总分离株的51.3%。18耐以上的分离株,患病动物场有38株,占比34.5%;健康动物场有9株,占比7.6%。大肠杆菌耐药性与饲养管

理和用药情况有关,抗生素用量越多、种类越复杂,其耐药性越严重,多重耐药现象也就越严重。在实际生产中,加强饲养管理,采取综合措施来预防疾病,少用抗菌药物,是控制细菌产生耐药性与多重耐药情况的必要方法。

3 讨论与结论

随着我国养殖业集约化的发展、抗生素的出现和科技的进步,养殖业细菌性疾病得到了一定控制,但由于抗菌药物的不合理使用和抗生素滥用,导致细菌产生耐药性,特别是大肠杆菌耐药性问题尤为严重^[10-11]。20世纪50~60年代分离的大肠杆菌对兽医常用药物非常敏感,20世纪70年代分离菌产生了耐药性,20世纪80年代至90年代初分离菌对抗菌药的耐药性十分普遍,多重耐药性呈上升趋势^[12]。近年来,大肠杆菌病已成为畜禽养殖场主要细菌性疾病,给我 国养殖业造成了严重的经济损失。

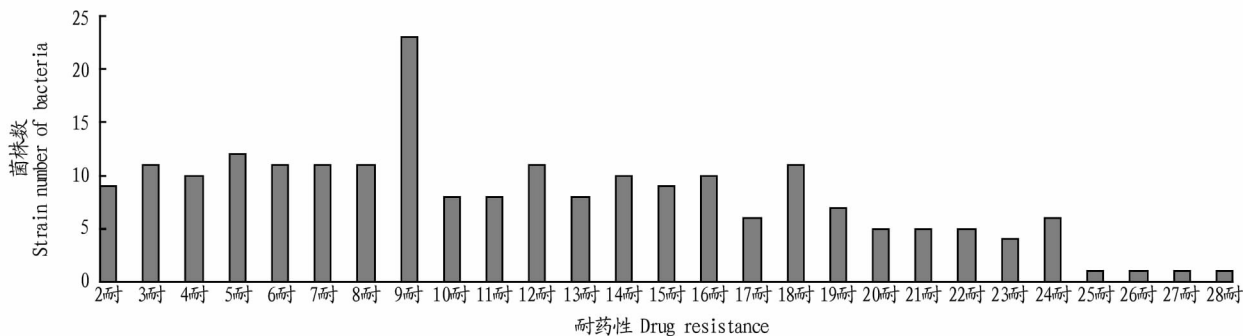


图1 229株大肠杆菌分离株对28种抗菌药物的多重耐药情况

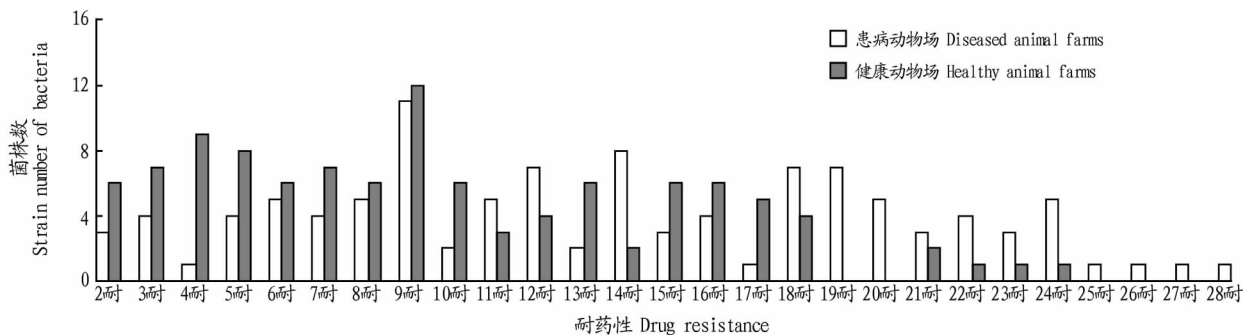
Fig.1 The multi-drug resistance of 229 strains of *E. coli* isolates to 28 kinds of antimicrobial agents

图2 患病动物场和健康动物场大肠杆菌分离株多重耐药情况的比较

Fig.2 Comparison of multi-drug resistance of *E. coli* isolates in diseased animal farms and healthy animal farms

该研究通过对2012年1—11月广东地区10个市(县)229株家禽养殖场大肠杆菌分离株对28种抗菌药物的耐药情况进行了调查,结果发现229株大肠杆菌分离株对四环素、复方磺胺甲噁唑、氨苄西林和阿莫西林高度耐药,可能与这4种药物通常作为家禽饲料药物添加剂使用有关^[13]。由于患病动物场用药量大、用药次数较多且长期使用氟喹诺酮类、氨基糖苷类、氯霉素类药物,因此患病动物场大肠杆菌分离株对这几类药物的耐药性显著高于健康动物场。氯霉素在被禁用后仍然表现出很高的耐药率(55.5%),同类药物氟苯尼考也表现出较高的耐药率(51.5%)。此外,229株大肠杆菌分离株对氨苄西林的耐药率为75.5%,而对氨苄西林/舒巴坦的耐药率为10.5%,这2种药物联合使用后耐药率明显下降,提示养殖场在临床抗菌药物的选择上应尽量采用联合用药、交叉用药、轮换用药的方式,充分发挥抗生素间的协同作用,避免细菌与某单一药物长期接触。各养殖场应该严格控制在饲料和饮水中添加抗菌药物,应加强饲养管理,采取预防措施,重视疾病的前期预防,少用抗菌药物,控制并逐渐降低细菌耐药性和多重耐药现象^[14]。

抗菌药物的广泛使用、连续使用及使用方法不当,对细菌的生存环境产生了压力,这种环境压力因素可能通过多种机制导致病原菌对抗菌药物产生耐药性^[15-16]。229株大肠杆菌分离株对头孢菌素类药物也表现出较高的耐药率,特别是对一代头孢菌素的耐药率达39.5%;二代头孢菌素药物中,患病养殖场大肠杆菌分离株对头孢西丁的耐药率为11.8%,健康养殖场大肠杆菌分离株对头孢西丁的耐药率为6.8%;健康养殖场和患病养殖场大肠杆菌分离株对头孢唑

辛的耐药率分别为37.2%和32.0%。这可能是由于家禽养殖场头孢菌素类药物的广泛使用,增加了耐头孢菌素类菌株的出现。该类药物还存在交叉耐药现象,一旦耐药菌传播扩散到人群中,将会造成人类临床治疗的困难^[17],因此兽医临床要慎重使用此类药物。

参考文献

- [1] 陆承平. 兽医微生物学[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2001:213-223.
- [2] VON BAUM H, MARRE R. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and therapeutic implications[J]. *Int J Med Microbiol*, 2005, 295(6/7): 503-511.
- [3] 贺丹丹, 黄良宗, 陈孝杰, 等. 不同动物源大肠杆菌的耐药性调查[J]. *中国畜牧兽医*, 2013, 40(10): 211-215.
- [4] 赖婧, 刘洋, 汪宇, 等. 800株不同动物源大肠杆菌的耐药性监测[J]. *中国兽医杂志*, 2011, 47(4): 12-14.
- [5] 胡林. 华东部分地区禽大肠杆菌病的分子流行病学调查[D]. 南京:南京农业大学, 2015.
- [6] 关森, 赵凤菊, 赵晓彤, 等. 辽宁猪源大肠埃希菌的分离鉴定与药敏试验[J]. *动物医学进展*, 2017, 38(2): 132-136.
- [7] 姚晓慧, 隆茂俊, 库尔班乃木·卡地尔, 等. 新疆焉耆县不同动物源大肠杆菌耐药性调查[J]. *新疆农业科学*, 2017, 54(12): 2314-2319.
- [8] 魏雅静, 林居纯, 毕师诚, 等. 四川省不同地区猪源大肠杆菌耐药性调查[J]. *安徽农业科学*, 2011, 39(1): 273-274, 276.
- [9] HANON J B, JASPERS S, BUTAYE P, et al. A trend analysis of antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* from several livestock species in Belgium (2011-2014)[J]. *Prev Vet Med*, 2015, 122(4): 443-452.
- [10] 刘艳红, 吕淑霞, 李颖, 等. 大肠杆菌耐药性及氟苯尼考耐药基因 *floR* 的研究[J]. *中国畜牧杂志*, 2017, 53(1): 115-118.
- [11] 宁官保, 牛艺儒, 张鼎, 等. 鸡源大肠杆菌耐药性分析及中药对大肠杆菌耐药性消除作用的研究[J]. *畜牧兽医学报*, 2015, 46(6): 1018-1025.
- [12] 朱力军. 动物大肠杆菌耐药性的变化趋势[J]. *中国兽药杂志*, 2001, 35(2): 16-18.

指数由 9.76 减小到 9.62,可以看出黄瓜棒孢叶斑病已被控制住。

在夜间风扇通风 6 d 后,防效为 22.64% ~ 33.99%。经 SPSS 软件分析,处理①与处理④有显著差异,处理②、处理③与其他处理之间并无差异。随着通风时间的增加,防效逐渐增加,最大可达到 58.26%,且处理①与其他处理之间存在显著差异,显著高于其他处理。说明在通风的 12 d 里,距离风扇的远近与防效并无正比关系,并非离风扇越近越好。而处理①在刚开始发病最重,但防效最好,说明发病重的处理,风扇通风对黄瓜棒孢叶斑病的防效反而较好。

表 1 风扇通风对黄瓜棒孢叶斑病的防效

Table 1 The effect of fan ventilation on *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei. of cucumber

处理 Treatment	04-06		04-12		04-18	
	病情指数 Disease index	病情指数 Disease index	防效 Control effect/%	病情指数 Disease index	防效 Control effect/%	病情指数 Disease index
①	11.64	12.96	22.64 a	9.75	58.26 a	
②	8.73	9.06	27.90 ab	9.49	45.83 b	
③	9.76	10.00	28.81 ab	9.62	50.88 b	
④	8.82	8.38	33.99 b	8.86	49.94 b	
⑤	4.53	6.52	—	9.09	—	

注:同列数据不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: The different lowercase letters in the same column indicated significant differences at 0.05 level

3 结论与讨论

温室机械通风能够有效控制湿度范围,这对黄瓜病害的预防能够起到一定的作用。北方温室蔬菜生产中,特别是深秋、冬季、春季等气温较低的时间段内,通常会在夜间关闭风口、放下棉被进行保温,这样封闭的环境条件造成的空气流通不畅是造成病害严重发生的重要因素。如果夜间采用风口或机械式强制内外通风,则会极大地降低温室气温,但又与覆盖棉被保温的目的相违背。在当地的生产品种植中,高湿温室中黄瓜棒孢叶斑病等可从零星病害一夜之间发展到不可控制。该研究尝试在夜间(上下风口关闭、覆盖棉被条件下)通过风扇通风使温室内气体循环流动起来,以减少黄瓜叶片上的结露,从而减轻病害的发生。

该试验结果表明,风扇夜间内循环通风对温室黄瓜棒孢叶斑病有一定的预防作用。该试验设置主要考虑以下几个方面因素:①风扇放置位置。若是将风扇直吹黄瓜叶片,会使黄瓜叶片表面水分散失,使黄瓜叶片受到伤害,所以风扇对着过道吹,使室内的空气流通起来。②风力大小。为了避免黄瓜叶片水分大量散失,应将风扇的风力调到最小。③风

扇的高度。试验时黄瓜正值结瓜盛期,植株高度在 170 ~ 180 cm,而结露一般是在上半部分,所以风扇高度调节到 120 cm 时才能够保证上半部空气流畅。这种设置方法也只是凭借经验进行的,但在何种风向、何种风力和何种高度条件下能够达到最优的病害预防效果,还需进一步验证。

该试验证明,风扇夜间内循环通风对温室黄瓜棒孢叶斑病确实有一定的影响,为通过温室小气候生态调控方式进一步对病害进行预防控制提供了以下理论依据:在适当条件下采用温室内外通风(包括自然通风和机械强制内外通风);在不适宜温室内外通风的条件下(如需加强保温时),则可采用增加相应的设备进行温室内循环通风。通过内循环通风处理,增加温室内空气的流动性,既不会降低内部气温,同时又降低了病害的发生程度。至于采用何种设备和如何设置设备的风力、风速等参数能够使黄瓜病害降低到最小程度和达到最大的经济效益,则需要进一步探究。

经过长期的田间调查研究发现,在实际的温室生产中,种植户超量滥用农药现象严重,而黄瓜棒孢叶斑病极易变异产生抗药性,造成防效的下降,也是病害得不到有效控制的重要原因。有研究表明,连续喷施 3 次以上同一杀菌剂的黄瓜大棚,黄瓜棒孢叶斑病的抗性概率会显著增加^[10]。并且在大面积严重发病的情况下,生物防治效果缓慢,仅靠生物防治无法有效防治黄瓜病害。通过生物防治与温室小气候生态调控相结合的方式,改变易于发生病害的环境,加上生防菌对病害的抑制作用,既能有效控制病害,又能生产绿色健康蔬菜,是一条控制黄瓜病害的持续有效途径。

参考文献

- [1] 岳宏忠. 黄瓜褐斑病的识别与防治[J]. 甘肃农业科技, 2010(2): 50-51.
- [2] 李宝聚,高苇,石延霞,等. 多主棒孢和棒孢叶斑病的研究进展[J]. 植物保护学报, 2012, 39(2): 171-176.
- [3] 邹庆道,傅俊范,朱勇,等. 黄瓜褐斑病原菌鉴定及生物学特性研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(4): 258-261.
- [4] 刘鸣韬,张定法,孙化田. 黄瓜靶斑病菌的生物学特性[J]. 中国蔬菜, 2003(4): 17-18.
- [5] 王蕊,杨小龙,马健,等. 基于通风技术的日光温室空气湿度管理[J]. 农业工程技术, 2016(25): 21-25.
- [6] 姜延军,岳德成,杨金云,等. 日光温室地面覆膜对黄瓜棒孢叶斑病控制作用比较[J]. 甘肃农业科技, 2011(12): 12-14.
- [7] 谢迪,须晖,李天来,等. 顶部通风对日光温室内温湿度的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(6): 573-575.
- [8] 王春野. 日光温室除湿技术的试验研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2016.
- [9] 闫恩诚,谢小妍,刘鹏. 塑料温室通风降温的试验研究[J]. 农机化研究, 2002(3): 115-117.
- [10] 杨双娟,顾兴芳,张圣平,等. 黄瓜棒孢叶斑病(*Corynespora cassiicola*)的研究概况[J]. 中国蔬菜, 2012(4): 1-9.

(上接第 77 页)

- [13] 杜娟,李荣誉. 饲料药物添加剂药物残留危害的思考[J]. 湖南饲料, 2011(2): 43-45.
- [14] 何丽华. 鸡致病性大肠杆菌耐药性的研究进展[J]. 现代畜牧兽医, 2014(4): 56-59.
- [15] 李穗霞,席美丽,王盼盼,等. 8 省市鸡肉源性大肠杆菌分离鉴定及其耐药性检测[J/OL]. 中国人兽共患病学报, 2018-01-22[2018-02-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/35.1284.R.20180122.1034.002.html>. DOI: 10.3969/J.issn.1002-2694.2018.00.0011.

- [16] YASSIN A K, ZHANG J L, WANG J W, et al. Identification and characterization of *mcr* mediated colistin resistance in extraintestinal *Escherichia coli* from poultry and livestock in China [J/OL]. FEMS Microbiol Lett, 2017, 364(24) [2017-12-20]. <https://academic.oup.com/femsle/article-abstract/364/24/fnx242/4604819?redirectedFrom=fulltext>. DOI: 10.1093/femsle/fnx242.
- [17] QIAO M, YING G G, SINGER A C, et al. Review of antibiotic resistance in China and its environment[J]. Environ Int, 2018, 110: 160-172.