

花生抗网斑病品种筛选及抗病性与产量损失的关系

许曼琳¹, 张霞^{1,§}, 吴菊香¹, 于静¹, 郭志青¹, 李莹¹, 谢宏峰¹, 谭德云², 周如军³, 迟玉成^{1*}

(1. 山东省花生研究所, 山东 青岛, 266100; 2. 淄博市农业科学研究院, 山东 淄博, 255033;
3. 沈阳农业大学, 辽宁 沈阳, 110866)

摘要:花生茎点霉(*Phoma arachidicola* Marasas Pauer & Boerema)引起的花生网斑病在生产上普遍流行、危害严重, 2018–2019年通过2年的田间接种试验对国内65份花生种质资源网斑病抗性进行测评。以采自山东莱西的病原菌株Wb2制备10⁵/mL的孢子悬浮液喷洒于花生叶片表面进行接种, 对照区喷施50%咯菌腈WP防治花生网斑病菌。结果表明, 65份种质中, 抗病(resistant, R)资源8份, 占鉴定资源总数的12.3%; 中度抗病(moderately resistant, MR)资源9份, 占比13.8%; 感病(susceptible, S)资源37份, 占比56.9%; 高度感病(high susceptible, HS)资源11份, 占比16.9%。测定抗病性不同资源产量损失差异, 结果表明, 花生网斑病菌对花生产量影响显著, 产量损失率随抗病性的降低而升高。本研究为花生抗网斑病育种提供抗源材料, 并为病害产量损失评估提供理论依据。

关键词:花生(*Arachis hypogaea* L.); 网斑病菌; 抗性鉴定; 产量损失

中图分类号: S432.4

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2021)04-0731-05

Evaluation of peanut accessions resistance against *Phoma arachidicola* and relationship between disease-resistance and yield loss

XU Man-lin¹, ZHANG Xia^{1,§}, WU Ju-xiang¹, YU Jing¹, GUO Zhi-qing¹, LI Ying¹, XIE Hong-feng¹,
TAN De-yun², ZHOU Ru-jun³, CHI Yu-cheng^{1*}

(1. Shandong Peanut Research Institute, Qingdao 266100, China; 2. Zibo Institute of Agricultural Science, Zibo 255033, China; 3. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: Peanut web blotch caused by *Phoma arachidicola* is a serious constraint in peanut production. A two-year field experiment was carried out to evaluate the resistance of 65 domestic peanut germplasms to *P. arachidicola* in 2018–2019. A 10⁵/mL spore suspension was prepared from Wb2, a pathogenic strain of *P. arachidicola* collected from Laixi, Shandong Province, and sprayed on the surface of leaves for inoculation. The control area was sprayed with 50% fludioxonil WP for control of peanut web blotch. The result showed that, 8 accessions were resistant (R), accounting for 12.3%, 9 accessions were moderate resistant (MR), accounting for 13.8%, 37 accessions were susceptibility (S), accounting for 56.9%, and 11 accessions were high susceptibility (HS), accounting for 16.9%. The yield loss of accessions with different resistance was determined, and the results showed that the effect of *Phoma arachidicola* on peanut yield was significant, the yield loss rate increased with the decrease of disease resistance. This study provides resistant materials for peanut resistant breeding and provides a theoretical basis for yield loss assessment.

Key words: peanut (*Arachis hypogaea* L.); *Phoma arachidicola*; evaluation of resistance; yield loss

花生(*Arachis hypogaea* L.)是重要的油料和经 的花生生产国、消费国和出口国^[1]。由花生茎点霉
济作物,在世界各地广泛种植,我国是世界上最大 (*Phoma arachidicola* Marasas Pauer & Boerema)引起

收稿日期: 2020-03-17

基金项目: 国家自然科学基金(31972967); 山东省自然科学基金(ZR2018LC015); 山东省农业科学院农业科技创新工程(CXGC2018E21;
CXGC2016B11); 山东省现代农业产业技术体系花生创新团队建设项目(SDAIT-04-07); 山东省重大科技创新工程项目(2019JZZY010702)

作者简介: 许曼琳(1980–), 女, 助理研究员, 博士, 主要从事植物病理学研究, E-mail: xumanlin@126.com; § 张霞, 共同第一作者, 女, 助理研究
员, 博士, 主要从事植物病理学研究, E-mail: zhangxia2259@126.com

* 通讯作者: 迟玉成, 男, 研究员, 主要从事花生植物保护研究, E-mail: 87626681@163.com

的花生网斑病近年来在山东、河南、辽宁等重要花生产区均有发生流行,成为危害花生生产的重要因素之一^[2]。花生网斑病从花期到收获期均可发生,中、后期发病较重,主要危害叶片,严重时危害叶柄和茎秆,导致叶片大量脱落,一般可减产10%~20%,严重时可达30%以上,对花生的产量和品质有很大影响^[2-4]。不同病斑类型和不同地理来源的网斑病菌致病力存在明显差异^[5,6],新的生理小种产生以及地区间的调种都是影响网斑病突发流行的潜在因素。

种植抗病品种是目前防治花生网斑病最为经济有效的措施,而抗病资源的鉴定则是选育抗病品种的关键。国内对网斑病的报道多集中在病原菌的分离培养以及发生流行特点^[2,7,8],对于抗感病资源的评价往往将其与其他叶斑病作为一个整体^[9,10],未明确区分网斑病、褐斑病、黑斑病。本研究旨在筛选出抗病资源,为花生抗网斑病育种提供抗源材料和科学指导,同时明确网斑病危害程度和花生产量损失的关系,为花生抗网斑病育种和病害产量损失评估提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 花生品种 供试花生品种共65份,由山东省花生研究所保存。选择已鉴定的高感品种WB-S作为对照材料。

1.1.2 菌种 花生网斑病菌(*Phoma arachidicola*)菌株Wb2分离自山东省莱西市田间自然发病的花生网斑病病叶,保存于山东省花生研究所。

1.1.3 杀菌剂 50%咯菌腈WP由瑞士先正达生产,对照区300 mg/L喷雾防治花生网斑病。

1.2 方法

1.2.1 田间抗性鉴定试验设计 试验地点在山东省花生研究所莱西试验站。试验开展时间为2018年和2019年,花生均在5月2日播种,每个品种种植2垄,垄长10 m,种植花生密度为每公顷15万穴,每穴两粒。小区采用随机区组排列,重复2次,覆膜栽培,田间常规管理,接种田不使用杀菌剂。

1.2.2 网斑病菌培养和接种 将供试网斑病菌转接到马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)上,25℃光暗交替培养10~15 d,刮去表面菌丝后继续培养,直至产生大量孢子,无菌水冲洗孢子,纱布过滤后将孢子悬浮液浓度制成 10^5 /mL待用。8月初进行接种,将制备好的孢子悬浮液喷洒在花生叶片表面,接种后12 h、36 h分别进行喷雾,保湿。对照区则同时喷50%咯菌腈WP防治花生网斑病菌,连喷3次,每次间隔10 d。

1.2.3 调查方法 8月下旬调查花生网斑病菌发生情况,每个处理随机调查20株。花生网斑病分级标准参照袁虹霞^[10]等的方法,分级标准及公式如表1。公式如下:

网斑病病情指数=(发病级值×各级病株数)/(最高级数×调查总株数)×100。

1.2.4 品种抗性评价标准 免疫(I):相对抗病指数为1.0;高抗(HR):相对抗病指数为0.80~0.99;抗病(R):相对抗病指数为0.60~0.79;中抗(MR):相对抗病指数为0.40~0.59;感病(S):相对抗病指数为0.20~0.39;高感(HS):相对抗病指数为0.20以下。

相对抗病指数=1-某品种(系)病情指数/最感品种(系)病情指数。品种两年抗病指数如有差异则以

表1 花生网斑病的分级标准

Table1 The standard of disease rating of *Phoma arachidicola*

病情级别 Disease grade	代表值 Representative value	症状描述 Symptom description
0级 Level 0	0	全株无病 Healthy plant
1级 Level 1	1	病斑面积占整片面积的1/10以下 Disease spot occupy below 1/10 of the whole leaf
2级 Level 2	2	病斑面积占整片面积的1/10~1/4 Disease spot occupy 1/10~1/4 of the whole leaf
3级 Level 3	3	病斑面积占整片面积的1/4~1/2 Disease spot occupy 1/4~1/2 of the whole leaf
4级 Level 4	4	病斑面积占整片面积的1/2~3/4 Disease spot occupy 1/2~3/4 of the whole leaf
5级 Level 5	5	病斑面积占整片面积的3/4以上,病叶脱落严重,植株几乎死亡 Disease spot occupy above 3/4 of the whole leaf, serious defoliation and even death of plant

抗病指数较高的一年为准。

1.2.5 发病程度与产量损失之间的关系 根据花生种质资源抗网斑病的鉴定结果,每个抗性级别选取4个花生品种,共计16个品种(接种组及对照组),调查网斑病菌对花生产量的影响。花生收获时,荚果晒干称重计算产量,分析花生品种资源抗病级别与产量损失的关系。产量损失率=[(对照组产量-接种组产量)/对照组产量]×100%。

1.2.6 数据处理方法 Excel和Spss软件对结果进行统计分析,Duncan新复极差法进行差异显著性

检验。

2 结果与分析

2.1 花生不同品种田间抗性鉴定

花生抗网斑病田间鉴定试验结果显示(表2),65份材料中抗病品种(R)8个,占鉴定资源总数的12.3%;中抗品种(MR)9个,占鉴定资源总数的13.8%;没有筛选出免疫品种(I)和高抗品种(HR)。鉴定出感病品种(S)37个,占鉴定资源总数的56.9%;高感品种(HS)11个,占鉴定资源总数的

表2 花生资源对网斑病的鉴定结果

Table 2 Result of evaluation of peanut accessions resistance to *P. arachidicola*

编号 No.	品种 Accessions	2018 DI RI		2019 DI RI		R/S	编号 No.	品种 Accessions	2018年 DI RI		2019年 DI RI		R/S
1	远杂9805 Yuanza 9805	65	0.33	67.5	0.27	S	34	开17-2 Kai 17-2	58	0.41	50	0.46	MR
2	豫花9803-A1 Yuhua 9803-A1	92.5	0.05	90	0.03	HS	35	郑农花9701 Zhengnonghua 9710	90	0.08	87	0.06	HS
3	山花12 Shanhua 12	95	0.03	92	0.01	S	36	青花1号 Qinghua 1	37.5	0.62	38	0.59	R
4	开17-15 Kai 17-15	58.33	0.40	48	0.48	MR	37	山花11 Shanhua 11	55	0.44	52	0.44	MR
5	青花503 Qinghua 503	48	0.51	55.0	0.41	MR	38	606	75	0.23	87.5	0.05	S
6	粮花2号 Lianghua 2	46	0.53	50	0.46	MR	39	漯花9号 Luohua 9	62.5	0.36	57	0.38	S
7	冀0608-4-9 Ji 0608-4-9	30	0.69	24	0.74	R	40	花育19 Huayu 19	92.5	0.05	82	0.11	HS
8	冀0607-17 Ji 0607-17	70	0.28	64	0.31	S	41	冀0607-19 Ji 0607-19	70.5	0.28	69	0.25	S
9	徐9825 Xu 9825	90	0.08	87	0.06	HS	42	泛花3号 Fanhua 3	63	0.35	62.5	0.32	S
10	花育34 Huayu 34	82.5	0.15	73.8	0.20	S	43	豫花41 Yuhua 41	62.5	0.36	57	0.38	S
11	源花6号 Yuanhua 6	90	0.08	92.5	0.00	HS	44	圣濮花1 Shengpuhua 1	37.5	0.62	52	0.44	R
12	商花4号 Shanghua 4	29	0.70	35	0.62	R	45	开19-2 Kai 19-2	54	0.45	52	0.44	MR
13	农大361 Nongda 361	72.5	0.26	69	0.25	S	46	漯花6号 Luohua 6	67	0.31	57	0.38	S
14	青花05-3 Qinghua 5-3	60.0	0.38	59	0.36	S	47	秋乐606 Qiule 606	62	0.36	60	0.35	S
15	濮花28 Puhua 28	85.0	0.13	81	0.12	HS	48	花U101 Hua U101	67.5	0.31	62	0.33	S
16	农大521 Nongda 521	75.0	0.23	72	0.22	S	49	花育43 Huayu 43	53.5	0.45	49	0.47	MR
17	潍215 Wei 215	25.0	0.74	24	0.74	R	50	花选18 Huaxuan 18	71.5	0.27	72	0.22	S
18	花育20 Huayu 20	62.5	0.36	59	0.36	S	51	郑花6号 Zhenghua 6	65	0.33	62	0.33	S
19	豫花9805 Yuhua 9805	37.5	0.62	52	0.44	R	52	郑农花13 Zhengnonghua 13	67	0.31	72	0.22	S
20	远杂0025 Yuanza 0025	70	0.28	72	0.22	S	53	闽花7号 Minhua 7	69	0.29	60	0.35	S
21	濮花28 Puhua 28	60	0.38	62	0.33	S	54	海花3号 Haihua 3	95.0	0.03	90	0.03	HS
22	开17-6 Kai 17-6	70	0.28	64	0.31	S	55	荷99-26 He 99-26	77.5	0.21	72	0.22	S
23	开17-7 Kai 17-7	92.5	0.05	88	0.05	HS	56	临8707 Lin 8707	82.5	0.15	80	0.14	HS
24	邢9710 Xing 9710	36.5	0.63	32.5	0.65	R	57	鲁星1号 Luxing 1	72.5	0.26	69	0.25	S
25	濮花26 Puhua 26	30	0.69	25	0.73	R	58	青兰6号 Qinglan 6	80.0	0.18	72	0.22	S
26	冀0212-4 Ji 0212-4	42.5	0.56	44	0.52	MR	59	青花05-2 Qinghua 05-2	75.0	0.23	72.5	0.22	S
27	花选11 Huaxuan 11	70	0.28	65	0.30	S	60	鲁花A-5 Luhua A-5	65.0	0.33	57	0.38	S
28	花选12 Huanxuan 12	85	0.13	74	0.20	S	61	抗青8号 Kangqing 8	75.0	0.23	72.5	0.22	S
29	邢9917 Xing 9917	60	0.38	60	0.35	S	62	金花6号 Jinhua 6	72.5	0.26	72.5	0.22	S
30	濮花30 Puhua 30	80	0.18	85	0.08	HS	63	源花8号 Yuanhua 8	57.5	0.41	54	0.42	MR
31	商花6号 Shanghua 6	72.2	0.26	67.5	0.27	S	64	农大716 Nongda 716	87.5	0.10	79	0.15	HS
32	徐9812 Xu 9812	70	0.28	67	0.28	S	65	阳光31 Yangguang 31	82.5	0.15	74	0.20	S
33	青花505 Qinghua 505	60	0.38	62	0.33	S	CK	WB-S	97.5	0.00	92.5	0.00	HS

注:R:抗病;S:感病;DI:病情指数;RI:相对抗病指数

Note: R: resistant; S: susceptibility. DI, disease index; RI, relative resistant index

16.9%。65份花生资源两年的抗性表现基本一致,最终鉴定的抗性结果以抗性表现较好的年份为准。试验选择的高感材料WB-S在两年的试验中病害级别均达到9级,均出现最高的病情指数,证明喷施花生网斑病菌孢子悬浮液菌源充足,温度、湿度等环境条件适合花生网斑病的发生,资源抗性评价结果可信。

2.2 花生网斑病病害级别与产量损失的关系

2.2.1 产量损失的测定 花生收获后,对产量进行测定和分析,结果显示花生网斑病对花生产量影响显著。对试验中不同抗性材料中分别选择4个资源,供16个花生资源进行分析,不同抗性级别花生资源产量损失率存在明显差异(表3)。抗病品种产量损失率为3.2%~5.6%,中抗品种(MR)产量损失率为8.8%~12%,感病品种产量损失率为15.9%~18.7%,高感品种产量损失率为24.7%~30.5%,由此可见,花生网斑病对产量影响明显,产量损失率随着品种抗病性的减弱而明显增加。

2.2.2 产量损失与抗病性的关系 供试16种不同抗性花生材料产量分析结果显示,花生产量的损失率与抗病性关系密切。取每个抗病性等级花生的产量损失率的平均值,R、MR、S、HS的产量损失率分别为4.6%、10.3%、16.8%和27.3%,随着花生资源抗病性的减弱,花生产量损失率呈大幅度增加趋

势。田间观察结果显示,花生网斑病危害严重的植株,除了叶片上出现大量病斑以外,还危害叶柄和茎,造成花生植株叶片大量脱落,甚至整株枯死。

3 讨论

不同地区来源以及不同病斑类型的花生网斑病菌均存在致病性差异^[5,6],随着花生种植面积的扩大和不同地区间调种,花生网斑病危害程度呈逐年增加的趋势,对花生产量和品质危害极大。利用寄主本身的抗性,选育和推广花生抗病品种是防控病害最为经济有效的措施^[11],而开展抗病育种的首要工作是获得优异的抗病资源。针对近年来严重危害花生生产的网斑病,2018-2019连续两年采用孢子悬浮液喷雾接种对65个国内花生种质资源进行测定和评价,未筛选到免疫和高度抗病品种资源,获得抗病资源8个,中度抗病资源9个。筛选试验利用已确定的感病材料WB-S作为易感对照材料,两年的连续试验中,WB-S病情指数均达到了最高,说明试验所选感病材料、地块环境条件和评价技术符合试验要求。

国内研究者相继开展了花生网斑病抗性鉴定工作,如山东、河南、辽宁^[10,12-14],本研究与部分结果一致,有些存在一定出入,可能与花生生长的气候条件、种植时间、栽培条件、病原菌致病性和数量等

表3 花生网斑病对花生产量的影响
Table3 Effect of *P. arachidicola* on peanut yield

资源 Accessions	R/S	产量 Yield / (kg·667m ⁻²)		产量损失率 Loss rate /%
		接种组 Inoculated with spores	对照 CK	
冀0608-4-9 Ji 0608-4-9	R	147.6	152.5	3.2dD
潍215 Wei 215	R	158.3	167.7	5.6dD
豫花9805 Yuhua 9805	R	141.6	149	5dD
青花1号 Qinghua 1	R	199.2	206.5	4.5dD
开17-15Kai 17-15	MR	142.6	156.4	9.8cC
青花503Qinghua 503	MR	146.6	163.8	10.5cC
山花11 Shanhua 11	MR	146	165.9	12cC
花育43号 Huayu 43	MR	196.7	215.7	8.8cC
花育20号 Huayu 20	S	119.3	141.8	15.9bB
郑农花13号 Zhengnonghua 13	S	188	231.2	18.7bB
金花6号 Jinhua 6	S	196.2	235	16.5bB
荷99-26 He 99-26	S	176.2	209.8	16bB
郑农花9701 Zhengnonghua 9710	HS	169	224.5	24.7aA
濮花30 Puhua 30	HS	154.3	205.7	25aA
海花3号 Haihua 3	HS	166.3	234.5	29.1aA
农大716 Nongda 716	HS	152.8	219.8	30.5aA

注:* 经方差分析差异显著($P=0.05$, $P=0.01$)的标以不同字母

Note: Data followed by different letters in a column are significantly different through variance ($P=0.05$ or 0.01).

方面密切相关^[15,16],致使花生品种在不同地区的抗感性存在一定差异,某些品种还要做进一步的试验进行分析确定。

衡量花生生产的重要指标就是花生的高产、稳产,本文在调查花生品种抗网斑病级别以外,还对各个抗病级别品种的产量损失率进行统计,结果显示花生品种的抗病性越强,产量损失越低,为花生网斑病的病害预警、田间损失评估以及适时的人工干预提供了科学依据。然而,植物病害的严重程度和造成的损失受多方面的影响^[17],花生的产量也受各种因素影响^[18],本试验所用地块仅设在山东省莱西市一地,环境和气候条件有其独特性,获得结果有一定的局限性,抗病性与产量损失的关系尚需多年的持续研究进一步完善。

目前,花生全基因组序列已经成功测序^[19],我们也完成了花生网斑病的部分测序工作^[20],这使网斑病抗性基因和抗病遗传机理的研究精确到染色体的DNA序列上成为可能,也为进一步明确网斑病的关键致病因子及其与花生寄主之间关系奠定了基础。今后的工作中,我们将利用筛选出的花生抗感病材料和已有的测序信息,进一步明确花生网斑病抗性基因序列和抗病遗传机理,为育种工作者培养更多优质抗网斑病花生品种奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 郭声波,张明.历史上中国花生种植的区域特点与商业流通[J].中国农史,2011,30(1):15-22.
- [2] 傅俊范,王大洲,周如军,等.辽宁花生网斑病发生危害及流行动态研究[J].中国油料作物学报,2013,35(1):80-83.
- [3] 徐秀娟.中国花生病虫害鼠害[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [4] 徐秀娟,崔凤高.中国花生网斑病研究[J].植物保护学报,1995,22(1):70-74.
- [5] 许曼琳,迟玉成,万书波,等.不同地区花生网斑病菌致病性鉴定及环境条件对致病力的影响[J].中国油料作物学报,2019,41(002):250-254. DOI:10.7505/j.issn.1007-9084.2019.02.013
- [6] 李绍建,高蒙,王娜,等.花生网斑病不同病斑类型及其病原菌致病力差异[J].植物保护,2018,44(3):150-155. DOI:10.16688/j.zwbh.2017295.
- [7] 胡彦江,张茹琴.光照对花生网斑病菌生长、产孢及致病力的影响[J].江苏农业科学,2016,44(4):174-176. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.046.
- [8] 李君彦,李有志.陕西省花生网斑病病原菌的研究[J].花生科技,1991(1):1-6.
- [9] 崔建潮,周如军,傅俊范,等.花生褐斑病和网斑病田间混发流行过程及其产量损失研究[J].植物病理学报,2016,46(2):265-272. DOI:10.13926/j.cnki.ap-ps.2016.02.015.
- [10] 袁虹霞,孙炳剑,李洪连,等.花生品种(系)对叶斑病的抗性鉴定[J].河南农业科学,2004,33(12):35-38. DOI:10.3969/j.issn.1004-3268.2004.12.011.
- [11] 陈高,徐凤花,单世华,等.花生抗病基因分离克隆研究进展[J].生物技术通讯,2009,20(2):279-281. DOI:10.3969/j.issn.1009-0002.2009.02.036.
- [12] 张伟,矫岩林,栾炳辉,等.不同花生品种(系)对叶斑病抗病性的初步研究[J].湖北农业科学,2018,57(12):61-64. DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2018.12.017.
- [13] 傅俊范,崔建潮,周如军,等.辽宁花生主栽品种(系)对褐斑病和网斑病抗性鉴定[J].植物保护,2015,41(1):171-173. DOI:10.3969/j.issn.0529-1542.2015.01.035.
- [14] 董炜博,石延茂,赵志强.花生品种(系)叶部病害综合抗性鉴定[J].中国油料作物学报,2000,22(3):71. DOI:10.3321/j.issn:1007-9084.2000.03.018.
- [15] Monfort W S, Culbreath A K, Stevenson K L, et al. Effects of reduced tillage, resistant cultivars, and reduced fungicide inputs on progress of early leaf spot of peanut (*Arachis hypogaea*) [J]. Plant Dis, 2004, 88(8):858-64.
- [16] Olatinwo R O, Prabha T V, Paz J O, et al. Predicting favorable conditions for early leaf spot of peanut using output from the Weather Research and Forecasting (WRF) model [J]. Int J Biometeorol, 2012, 56(2):259-268. DOI:10.1007/s00484-011-0425-6.
- [17] 徐婧,姜钰,胡兰,等.高粱抗炭疽病资源筛选及病情与产量损失的关系[J].中国农业科学,2019,52(22):4079-4087. DOI:10.3864/j.issn.0578-1752.2019.22.012.
- [18] 张新友.栽培花生产量、品质和抗病性的遗传分析与QTL定位研究[D].杭州:浙江大学,2011.
- [19] Chen X, Li H, Pandey M K, et al. Draft genome of the peanut A-genome progenitor (*Arachis duranensis*) provides insights into geocarpy, oil biosynthesis, and allergens [J]. PNAS, 2016, 113(24):6785-6790. DOI:10.1073/pnas.1600899113.
- [20] Zhang X, Xu M, Wu J, et al. Draft genome sequence of *Phoma arachidicola* Wb2 causing peanut web blotch in China [J]. Curr Microbiol, 2019, 76(2):200-206. DOI:10.1007/s00284-018-1612-z.

(责任编辑:王丽芳)