

## 谷子黑穗病生理小种研究初报

王斌,王召菊

(山西省农科院谷子研究所,山西长治 046011)

**摘要:**谷子黑穗病是山西省谷子的一个主要病害,近年来有加重的迹象。通过用不同抗性品种与各地菌种交叉接种,鉴定其致病性变化,分析出黑穗病病菌小种分化。在谷子黑穗病病菌群体中确实存在着不同的小种分化。研究初步确定了山西省春谷主产区至少存在3个生理小种,即忻州和壶关两个弱致病菌种和大部分主产区均有的相似的高致病性菌种。这一菌种对山西省目前推广的品种皆具有感病能力,有的还表现为强感病性。这是对山西省谷子生产潜在的威胁。

**关键词:**谷子;谷子黑穗病;病菌毒性;生理小种

**中图分类号:**S432 **文献标识码:**A

### *Ustilago Crameri* Koern Physiological Race Preliminary Research

Wang Bin, Wang Zhaoju

(Millet Research Institute Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Changzhi Shanxi 046011)

**Abstract:** *Ustilago crameri* koern in our province is one of the major diseases in recent years, there are signs of increase. The test adopted by the different varieties of resistance and cross-species around the vaccination, the identification of pathogenic changes in the analysis of *Ustilago crameri* koern division race. The results showed that, as one of the most serious millet diseases in Shanxi Province, *Ustilago crameri* koern showed aggravated signs in recent years. The purposes of this research were to identify pathogenic changes and analyze *Ustilago crameri* koern division races through the vaccination way to different resistant millet varieties. The results showed that there were at least three types of physiological races in Shanxi spring Millet areas, they were Xinzhou weak pathogenic race, Huguan weak pathogenic race and other strong pathogenic race. The last one is more popular than others in most of millet areas, and also was able to infect almost all of being produced millet varieties, someone even showed being strong infected.

**Key words:** millet, *Ustilago crameri* koern, pathogenic, physiological race

### 0 引言

谷子黑穗病(*Ustilago crameri koern*),学名叫粟粒黑粉病,俗称“霉”,又叫“黑疸”,是山西省谷子生产过程中常发生的一种真菌性病害,发病率一般在3%~9%,严重的地块达到35%,严重影响谷子产量和品质。

国内在20世纪80年代对谷子黑穗病开展了一些基础研究,主要集中在谷子黑穗病抗病性鉴定方面,取得了一些成绩。但由于当时的技术和条件限制,没有能够较全面的对黑穗病病菌群体的毒性以及是否存在生理小种等问题进行细致研究,特别是对来自不同谷子主产区的

黑穗病病菌群体是否一致以及其毒性分析尚属空白<sup>[1-3]</sup>。

在生产过程中,笔者发现相同的年份即使在一个生态区,有时谷子黑穗病的发病情况并不相同。除了品种的原因外,还有其他原因,那就是谷子黑穗病病菌出现了新的变化,即有新的生理小种出现,导致同一个品种在相似的地区有不同的发病情况。针对这种现象,2004年课题组立项对谷子黑穗病进行研究,旨在研究谷子黑穗病的生理分化,即找到谷子黑穗病的新的生理小种,更好地研究谷子抗病生理<sup>[4]</sup>。

生理小种的分析可以从两个方面做:一个是从结

**基金项目:**山西省农科院青年基金“山西省谷子黑穗病病菌群体的毒性分析与研究”(YQN0308)。

**第一作者简介:**王斌,男,1968年出生,从事作物栽培研究。通信地址:046011 山西省长治市漳沂西路科研巷2号,山西省农科院谷子研究所。Tel:0355-2090642, E-mail: wswczs@163.com。

**收稿日期:**2008-12-22, **修回日期:**2009-03-23。

构上分析,一个是从毒性上分析,笔者主要是从毒性上分析<sup>[5-6]</sup>。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试品种(资源)

参试品种14个,其中高感品种有6个,分别是晋谷16号、20号、21号、22号、27号、35号,中感1个(毛黄谷),中抗2个(猫蹄谷、秦谷3号),高抗4个(黑谷、抱腿打、铧锤、黄谷、小软谷),晋谷21号白籽对照。

### 1.2 供试菌种

选用12个菌种,分别来自沁县南里乡、长治县贾掌乡、原平大芳乡、武乡县上司乡、大同南郊区、忻州豆锣镇、汾阳经作所、榆次北固乡、襄垣县王村乡、阳曲县、壶关西柏林乡、长治郊区富村乡。将采集到的带菌穗分别处理,粉碎后过筛,密封在玻璃瓶中并避光保存供试验使用。

### 1.3 试验设计

采用随机区组设计,14个品种(资源)分别与来自不同地区的12个菌种交叉接种试验,重复3次。每个小区播种2行,行长6.5 m,每行株数为60~90株。2005年5月19日播种,田间管理与常规试验相同,记载出苗、抽穗和发病情况田间调查。

### 1.4 接种方法

将处理过的厚垣孢子菌粉分别装入接菌瓶中与种子混合,充分搅拌,饱和接菌,然后过筛,装入纸袋,标记,供播种使用。

### 1.5 调查标准

在9月中旬灌浆后期进行调查,项目有:每行总株数,发病株数,计算发病率。发病率(%)=品种发病株/该品种总株数×100。发病率代表病菌毒性的大小。发病标准按发病率划分:高感(HS)50%以上,感(S)20%~50%,中抗(MR)5%~20%,抗(R)5%~0.5%,高抗(HR)0~0.5%(参考山西省农科院品种资源所温琪汾老师分类重新制定)<sup>[7-9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同菌种对不同品种的交叉试验结果

分析结果表明(表1),不同菌种对不同的谷子品种的感染能力不同,发病高的品种可以达到80.2%,低的为0,存在着明显差异。方差分析表明(表2),不同品种之间差异达到极显著,说明品种的抗病性不同;菌种之间也达到极显著,表明来源不同的菌种之间确实存在差异,如忻州的菌种使晋谷21号发病为22.2%,而榆次的菌种发病率为69.8%,差异明显,存在着不同的毒性。

表1 不同品种和不同菌种交叉毒性试验结果(发病率%为2005年3次重复平均值,以下同)

品种	沁县	长治县	原平	武乡县	大同	忻州	汾阳	榆次	襄垣	阳曲	壶关	长治郊区
晋谷16号	62.9	67.8	75.7	77.2	55.5	18.2	61.3	70.1	73.2	63.0	3.1	62.7
晋谷20号	66.1	70.6	68.3	67.6	80.2	19.8	73.1	63.0	74.1	70.5	0.0	65.7
晋谷21号	55.1	67.2	65.5	52.1	61.1	22.2	58.1	69.8	60.2	59.4	1.6	47.7
晋谷22号	54.9	61.7	53.8	64.1	50.1	15.0	58.1	45.7	35.7	52.9	0.0	45.4
晋谷27号	62.3	60.7	58.6	66.5	53.0	18.4	66.2	59.9	49.5	52.5	3.0	40.9
晋谷35号	47.0	64.0	59.3	65.8	58.6	19.0	56.9	58.9	46.8	62.8	0.0	27.6
黑谷	1.5	0.0	0.8	1.5	0.6	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
猫蹄谷	2.0	2.4	2.1	0.0	1.2	5.7	5.7	8.4	21.6	0.0	1.7	47.8
毛黄谷	46.6	40.1	26.0	41.4	47.0	19.2	45.5	60.6	49.6	50.3	4.3	29.2
抱腿打	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0
铧锤	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0
黄谷	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
秦谷3号	4.1	58.1	4.9	0.5	3.9	1.6	6.0	8.3	13.7	2.5	0.0	28.2
小软谷	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	64.8	0.0	0.0
晋谷21号(CK)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
总和	403.5	495.2	415.0	436.7	411.1	139.8	437.6	446.3	424.4	483.8	13.8	395.4
平均	28.8	35.4	29.6	31.2	29.4	10.0	31.3	31.9	30.3	34.6	1.0	28.2

10个具有近似毒性的菌种之间相互比较分析如表3。分析表明(表4),参加比较的这10个菌种间没有明显差异,差异不显著,行之间存在差异,说明品种之

间是有极显著的差异,和试验在田间观察的结果相似,即这10个菌种是相似的,而且发病率高,毒性大,是当前生产上的优势种群,有较强的危害性。

表2 多因素方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	P值	F值
行	9.451896	13	0.727069	41.51474	5.65E-42	1.789168
列	1.653365	11	0.150306	8.58228	1.58E-11	1.856172
误差	2.504433	143	0.017514			
总计	13.60969	167				

表3 近似菌种和多品种交差试验结果 发病率 (%)

品种	沁县	长治县	原平	武乡县	大同	汾阳	榆次	襄垣	阳曲	长治郊区	平均
晋谷16号	62.9	67.8	75.7	77.2	55.5	61.3	70.1	73.2	63.0	62.7	57.6
晋谷20号	66.1	70.6	68.3	67.6	80.2	73.1	63.0	74.1	70.5	65.7	59.9
晋谷21号	55.1	67.2	65.5	52.1	61.1	58.1	69.8	60.2	59.4	47.7	51.7
晋谷22号	54.9	61.7	53.8	64.1	50.1	58.1	45.7	35.7	52.9	45.4	44.8
晋谷27号	62.3	60.7	58.6	66.5	53.0	66.2	59.9	49.5	52.5	40.9	49.3
晋谷35号	47.0	64.0	59.3	65.8	58.6	56.9	58.9	46.8	62.8	27.6	47.2
黑谷	1.5	0.0	0.8	1.5	0.6	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.5
猫蹄谷	2.0	2.4	2.1	0.0	1.2	5.7	8.4	21.6	0.0	47.8	8.2
毛黄谷	46.6	40.1	26.0	41.4	47.0	45.5	60.6	49.6	50.3	29.2	38.3
抱腿打锣锤	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.5
黄谷	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
秦谷3号	4.1	58.1	4.9	0.5	3.9	6.0	8.3	13.7	2.5	28.2	11.0
小软谷	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	64.8	0.0	6.0
晋谷21号(CK)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
总和	403.5	495.2	415.0	436.7	411.1	437.6	446.3	424.4	483.8	395.4	375.2
平均	28.8	35.4	29.6	31.2	29.4	31.3	31.9	30.3	34.6	28.2	26.8

表4 方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P值	F值
行	10.60374	13	0.815672	77.30906	4.94E-51	1.804693
列	0.069853	9	0.007761	0.73563	0.675535	1.960817
误差	1.234444	117	0.010551			
总计	11.90804	139				

表5 长治县和忻州菌种比较 发病率 (%)

品种	长治县	忻州	品种	长治县	忻州
晋谷16号	67.8	18.2	毛黄谷	40.1	19.2
晋谷20号	70.6	19.8	抱腿打锣锤	1.2	0.0
晋谷21号	67.2	22.2	黄谷	1.3	0.7
晋谷22号	61.7	15.0	秦谷3号	58.1	1.6
晋谷27号	60.7	18.4	小软谷	0.0	0.0
晋谷35号	64.0	19.0	晋谷21号(CK)	0.0	0.0
黑谷	0.0	0.0	总和	495.2	139.8
猫蹄谷	2.4	5.7	平均	35.37	9.99

选择有代表性的一个菌种与忻州菌种进行比较,结果表明,菌种之间存在极显著差异,谷子品种之间发

病率存在显著差异,说明这2个菌种是不同的,即有生理分化,出现生理小种(表5、6)。

表6 方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P值	F值
行	1.047407	13	0.08057	2.72559	0.04104	2.576925
列	0.45085	1	0.45085	15.2518	0.001808	4.667186
误差	0.384286	13	0.02956			
总计	1.882543	27				

表7 长治县和壶关不同菌种比较 发病率 (%)

品种	长治县	壶关	品种	长治县	壶关
晋谷16号	67.8	3.1	毛黄谷	40.1	4.3
晋谷20号	70.6	0.0	抱腿打锣锤	1.2	0.0
晋谷21号	67.2	1.6	黄谷	1.3	0.0
晋谷22号	61.7	0.0	秦谷3号	58.1	0.0
晋谷27号	60.7	3.0	小软谷	0.0	0.0
晋谷35号	64.0	0.0	晋谷21号(CK)	0.0	0.0
黑谷	0.0	0.0	总和	495.2	13.8
猫蹄谷	2.4	1.7	平均	35.4	1.0

表8 方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P值	F值
行	0.679043	13	0.052234	1.05988	0.459045	2.576925
列	0.827664	1	0.827664	16.79411	0.001258	4.667186
误差	0.640679	13	0.049283			
总计	2.147386	27				

表9 忻州和壶关两地菌种和各品种之间的试验结果 发病率 (%)

品种	忻州	壶关	品种	忻州	壶关
晋谷16号	18.2	3.1	毛黄谷	19.2	4.3
晋谷20号	19.8	0.0	抱腿打锣锤	0.0	0.0
晋谷21号	22.2	1.6	黄谷	0.7	0.0
晋谷22号	15.0	0.0	秦谷3号	1.6	0.0
晋谷27号	18.4	3.0	小软谷	0.0	0.0
晋谷35号	19.0	0.0	晋谷21号(CK)	0.0	0.0
黑谷	0.0	0.0	总和	139.8	13.8
猫蹄谷	5.7	1.7	平均	10.0	1.0

表10 方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	P值	F值
行	0.069159	13	0.00532	1.421804	0.267363	2.576925
列	0.05679	1	0.05679	15.1778	0.00184	4.667186
误差	0.048641	13	0.003742			
总计	0.17459	27				

同样,对壶关和长治县的菌种分析,结果相似。可以认定是不同小种(表7、8)。

同样将忻州和壶关的菌种相互分析,结果如表9、10。两者之间也存在显著的差异,是不同的小种。

忻州和壶关的菌种的毒性与其他地区有明显不

同。忻定盆地和上党盆地,均属于春播晚熟区不同亚区,生态区相似,有一定的可比性(中国谷子主产区谷子生态区划)<sup>[10]</sup>。通过对比,可以认为在谷子黑穗病菌群体上存在差异,即有生理小种的分化。在毒性上,其他地区的菌种毒性较强,高于这两个点,呈显著差

异;而忻州和壶关菌种的毒性也不相同,相差10倍,是不同的生理小种。因此可以认为至少有3个以上的小种出现,其中有一个菌种是优势小种占主导地位,而且感染力强,毒性大,是各区主要的生理小种。对常规主栽品

种感染的毒性大于50%以上,是目前生产上主要防治的对象,也是各谷子主产区占优势地位的生理小种,应该引起注意,在科研育种工作中应该加以重视,这为抗病育种提供理论指导(图1)。

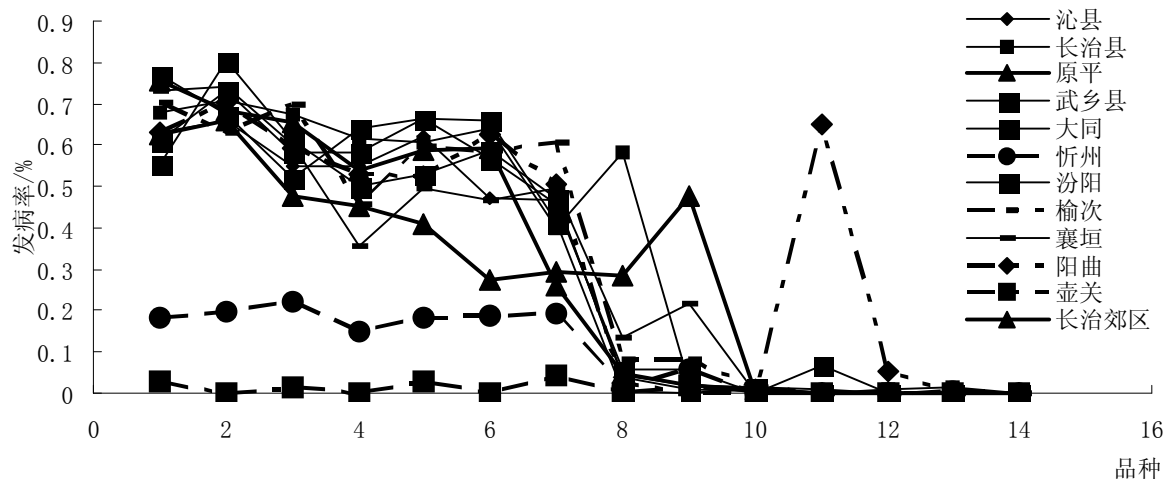


图1 不同品种和菌种的发病率

2.2 各品种对不同菌种抗感反应分布

2.2.1 优势种群占主导地位 从表11中可以清楚的看出,大部分常规推广品种表现高感的菌种分布在:沁县(1)、长治县(2)、原平(3)、武乡(4)、大同(5)、汾阳(7)、榆次(8)、阳曲(10)。另有表现为感病的有襄垣(9)和长治郊区(12),这些地点是山西省谷子的主产区。菌种对品种的抗感反应基本相似,说明它们是一群相似

的优势种群,它们的存在是山西省谷子生产的一大隐患。特别要注意的是其中对晋谷16号、20号这两个品种在各地都出现发病率达70%以上。说明品种推广的时间越长,抗性下降越明显。另有晋谷21号也接近发生高感(67.2%~69.8%),在适宜的条件下,有可能发生严重病害,造成损失,因此种植多年的推广种急需更新换代。

表11 各品种对不同菌种抗感病分布表

抗性品种	高抗	抗	感	高感
晋谷16号		6、11		1、2、3、4、5、7、8、9、10、12
晋谷20号	11	6		1、2、3、4、5、7、8、9、10、12
晋谷21号		11	6、12	1、2、3、4、5、7、8、9、10
晋谷22号	11	6	8、12、9	1、2、3、4、5、7、10
晋谷27号		6、11	12、9	1、2、3、4、5、7、8、10
晋谷35号	11	6	1、12、9	2、3、4、5、7、8、10
黑谷	2、6、7、9、10、11、12	1、3、4、5、8		
猫蹄谷	4、10	1、2、3、5、6、7、8、11	12、9	
抱腿打锣锤	1、3、4、5、6、7、8、9、11、12	2、10		
黄谷	1、3、4、5、7、8、9、10、11、12	2、6		
秦谷3号	4、11	1、3、5、6、7、8、9、10	12	2
小软谷	2、3、4、5、6、8、9、11、12	1、7		10
毛黄谷		6、11	1、2、3、4、5、7、9、12	8、10

注:1沁县、2长治县、3原平、4武乡、5大同、6忻州、7汾阳、8榆次、9襄垣、10阳曲、11壶关、12长治郊区。

2.2.2 特异性品种具有良好抗性 在各地优势种群接种条件下,有些品种(资源)仍然表现高抗或抗。如黑谷、抱腿打锣锤、黄谷、小软谷、猫蹄谷和秦谷3号,可以利用它们选育抗病强的品种,为抗黑穗病品种的选育提

供抗病基因源。

此外,秦谷3号是陕西的推广种,由于其与山西省选育的品种血缘关系较远,再加上选育的生态环境不同,对山西省各地的菌群不适应,表现抗性强。由此可以考

虑适当引进外省推广种,经过试验示范,在山西省推广。  
 2.2.3 不同年份多菌种交叉鉴定 不同年份之间的谷子黑穗病发病情况存在差异,以2004、2005的试验可以

看出,其发病情况和毒性强度不完全一样,但整体趋势是相同的。毒性均大于40%,只有个别为16.9%和36.1%(表12)。

表12 常规品种对不同年份多菌种交叉鉴定试验

地点 年份	襄垣		沁县		长治县		武乡		大同		忻州	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
晋谷16号	52.6	53.6	66.9	77.8	42.6	73.6	43.4	60.6	58.4	63.7	51.7	57.6
晋谷20号	64.5	60.8	77.6	68.3	58.5	59.8	42.3	74.1	74.5	70.3	62.8	69.9
晋谷21号	66.4	44.8	60.4	53.3	44.9	55.0	53.5	65.7	62.2	59.0	49.0	59.6
晋谷22号	70.1	42.1	79.4	49.8	58.8	53.6	52.3	44.9	64.3	49.8	47.9	40.8
晋谷27号	72.3	47.3	74.6	62.4	76.0	57.5	55.8	55.9	62.0	63.3	63.5	63.1
晋谷35号	54.5	36.1	70.0	49.3	53.0	41.0	57.0	51.8	57.5	16.9	42.7	56.3
晋谷21号(CK)	0.2	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0

分析得出:年度之间差异明显,品种之间差异明显。个别谷子品种的发病不同,即品种之间的对黑穗病菌的抗性是不相同的,而且年度之间对黑穗病的发作是不相同的,说明环境因素对黑穗病的发生是起到重要的外在因子,这也是年度之间黑穗病发作不同的主要因素。

目前推广品种,如晋谷16号、晋谷20号、晋谷21号、晋谷22号、晋谷27号等对大部分菌群表现为高感,在各谷子主产区存在优势小种。如长治县、武乡、沁县等地点的菌种等,发病率都达到50%,甚至达到70%。还应该特别指出的是在各主产区都有发病率达到70%以上的强毒性生理小种菌种,是对各区谷子生产潜在的威胁。

### 3 结论与分析

(1)黑穗病菌群体存在生理变化,有一定数量的生理小种分化。当前山西省谷子黑穗病主要有3个生理小种,其中有忻州、壶关两个弱致病病菌群体,另在大部分谷子主产区存在相似的优势种群,即病害主要是由此生理小种病菌引起的,是大部分谷子主产区的优势小种,是当前生产和科研工作中重点防治的。

(2)谷子黑穗病的小种分化的具体情况还需要进一步研究,此项目对黑穗病的小种研究只是个初步探索,对黑穗病的小种分化的研究还很不透彻,特别是小种的具体分布和分化情况,还需要更进步的研究,当然这就需要更高的手段和技术水平。

(3)如果采取目前国内外广泛使用的基因图谱鉴定的方法,效果明显、结论可靠、技术含量高、可以多次重复鉴定,有突出的特点,但是花费较高。

(4)谷子黑穗病年度变化较大,给试验带来一定的影响。特别是春季的温度和湿度,对黑穗病发病影响很大,甚至直接影响试验。

### 参考文献

- [1] 温琪芬,刘润堂,王雅儒,等.谷子品种资源抗黑穗病鉴定.粟类作物,1996,1:26-27.
- [2] 俞大维.粟病害.北京科学出版社,1987.
- [3] 马建萍,古世禄.谷子(粟)对粒黑穗病的抗性遗传分析.华北农学报,1997,12(2):115-120.
- [4] 王斌,王召菊,靳鲲鹏.山西省东南部2003\2004年谷子黑穗病发生情况调查机器防治措施.陕西农业科学,2007(1):94-95.
- [5] 刘祖祺,张石城.植物抗性生理.北京:中国农业出版社,1994.
- [6] 刘润堂,温琪芬.谷子品种抗黑穗病鉴定与同工酶分析.山西农业科学,1988,(11):1-3.
- [7] 温琪芬.谷子品种资源抗黑穗病鉴定研究.粟类科学,1996(1):26-27.
- [8] 李延东.谷子种质资源黑穗病抗性鉴定.黑龙江农业科学,1997(2):32-33.
- [9] 王斌,王召菊,靳鲲鹏,等.谷子黑穗病田间接菌方式研究.山西农业科学,2007,35(4):73-74.
- [10] 王殿瀛,郭桂兰.中国谷子主产区谷子生态区划.华北农学报,1992,7(4):123-128.