

石蒜生长对杂草群落组成及物种多样性的影响

杨旭¹, 杨志玲¹, 左慧^{1,2}

(1.中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2.中南林业学院资源与环境学院, 长沙 410004)

摘要: 通过野外调查,研究了石蒜(*Lycoris radiata*)对群落杂草组成和物种多样性的影响。结果表明:石蒜的生长能减少群落中物种的种类,降低群落中杂草的密度,并减少商陆(*Phytolacca acinosa*)、蹄盖蕨(*Athyrium frizellia*)及禾本科(Gramineae)几个物种的数量,群落的物种多样性指数降低,群落均匀度提高。群落相似度与没有石蒜分布的群落相比显著降低。说明石蒜改变了杂草的群落结构,有利于限制杂草的发生危害。

关键词: 石蒜; 群落; 物种多样性

中图分类号: Q948.122.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2008)03-0212-07

Influence of *Lycoris radiata* Growth on the Composition and Diversity of Weed Communities

YANG Xu¹, YANG Zhi-ling¹, ZUO Hui^{1,2}

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China;

2. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: The field investigation was carried out in the communities, in which *Lycoris radiata* was distributed. The result showed as following: (1) Species composition of the communities and weed density were decreased by the growth of *L. radiata*. (2) Population density of *Phytolacca acinosa*, *Athyrium frizellia* and some species of Gramineae were rapidly decreased as well, which reduced the indices of species diversity and increased the evenness of weed communities. (3) Indices of Jaccard's and Sorensen's similarity of the communities, where *L. radiata* was distributed, were significantly different from those without *L. radiata*. All these indicated that *L. radiata* obviously changed the composition and structure of weed communities, and effectively controlled the growth of weeds.

Key words: *Lycoris radiata*; Community; Species diversity

杂草是作物生产中危害较大的一类植物,它与作物争夺光、热、水、肥等自然资源,导致作物产量和品质的下降。据报道,美国每年由于杂草造成水稻(*Oryza sativa*)生产的损失大约为潜在产量的17%,约合2亿美元^[1]。在泰国,杂草每年会带来25%~75%的水稻产量损失^[2]。在我国,杂草的肆虐同样给农业生产带来了严重的危害。目前常用的化学防除手段给环境带来了较大的弊端,造成了作物的药害、环境和地下水污染等严重的生态问题。

植物体内的部分次生代谢产物可以通过自身淋溶、挥发以及分泌物影响周围的其他植物,这种代谢产物称为化感物质^[3]。植物的化感物质是天然的除草剂,由于其来自于植物体,是环境长期选择的结果,因此不会对环境造成不利的影响,是未来农业中极具开发价值的环保型农药^[4]。

石蒜属(*Lycoris* Herb)为石蒜科(Amaryllidaceae)多年生具鳞茎草本植物,主要分布于东亚的中国及日本、尼泊尔、缅甸等地,我国有17种,基本处于野

生状态,分布于长江流域及西南、华南、西北等省区^[5]。目前,有关科研人员针对胜红蓟(*Ageratum conyzoides*)、黄花蒿(*Artemisia annua*)、三裂叶蟛蜞菊(*Wedelia trilobata*)等的化感物质对农田杂草的抑制作用进行了研究^[6-8],但是民间长期用作土农药杀灭杂草的石蒜属植物的化感作用研究却未得到重视。石蒜中含有大量的生物碱类物质,包括石蒜碱、伪石蒜碱、加兰他敏等19种^[9],而生物碱是一类常见的具有化感抑制作用的代谢产物,可影响其他植物体内核酸和蛋白质的代谢,影响其他植物的生长^[10]。此外石蒜中还含有石蒜西定、石蒜醇等物质,对豆类苜蓿等植物的生长存在抑制作用^[11-12]。其含有的雪花莲凝集素对稻飞虱、叶蝉、蚜虫等同翅目害虫、线虫均有很好的毒杀作用,已成功植入马铃薯、番茄、烟草、莴苣等9种植物中,表现出了良好的抗虫活性^[13-14]。我们研究石蒜属植物石蒜(*Lycoris radiata*)分布的群落组成及物种多样性,探讨其对杂草种类抑制作用的潜力,以期作为天然除草剂的运用提供理论依据。

1 自然概况

石蒜栽培样地位于浙江省兰溪市游埠镇伍家圩浙江一新制药有限公司的栽培基地内。基地位于E119°15',N29°2',属中亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明,热量丰富,雨量适中,无霜期长,夏季高温,冬春寒潮,梅雨伏旱显著,全年平均气温17.7℃,冬季平均5.4℃,极端最低温度-8.2℃,夏季平均29.8℃,极端最高温度41.3℃,年平均降水量1439mm,其中五、六月梅雨季节雨量集中,无霜期平均265d。试验地为砂壤土,土壤肥力中等偏上。

野生石蒜样地位于杭州西郊富阳市境内浙江庙山坞自然保护区。地处E119°56'~120°02',N30°03'~30°06'。属浙西低山丘陵区天目山系余脉。保护区总面积816.8hm²,主峰如意尖536.9m。保护区属中亚热带季风气候,年平均气温16.27℃,平均相对湿度68%,年平均降雨1452.5mm,年无霜期248d。志留系、泥盆系地质,红壤土类。森林植被属亚热带常绿阔叶林地带,浙皖山地丘陵青冈苦槠林植被区。

2 研究方法

2.1 样地的设置和调查

在栽培基地选取生长状态良好的黄山栎树

(*Koelreuteria bipinnata* var. *integrifoliola*)套种的石蒜样地。栽培基地面积达70hm²以上,采用绿化树种套种石蒜的栽培模式和仿生管理,未采用任何化学试剂和人工除草的方法来防除杂草,基本排除人为干扰,保证试验的稳定性。在栽培群落中设置样地I,采用5点对角取样设置5个样方(Q1~Q5),每个样方大小为1m²(1m×1m),同样在距该样地约500m处选取无石蒜栽培群落设置对照样地II,用同样方法设置样方5个(Q6~Q10),上层植被状况相似,郁闭度达0.6。林下各样地同一时刻的光照强度一致。在庙山坞自然保护区常绿、落叶阔叶混交林(郁闭度达0.6)下,在有石蒜的群落设置样地III,采用对角取样法设置5个样方(Q11~Q15),每样方大小为1m²(1m×1m),同样在距该样地约200m处选取无石蒜分布的群落设置对照样地IV,设置样方5个(Q16~Q20)。调查样地内植物的种类、盖度及其数量。

2.2 数据分析

2.2.1 重要值的计算

群落的种类组成状况可由重要值来描述:重要值=(相对多度+相对频度+相对盖度)/3×100%。

2.2.2 物种多样性的计算

物种丰富度指数、Shannon-Wiener指数(H)和Simpson指数(D)以及Pielou(E)是目前应用最广泛的几种物种多样性指数^[15]。为了便于比较,本文采用这几种指数来进行物种多样性分析。鉴于草本植物群落的种类特点,对草本层的种类计数显得不可能,因此本文用盖度来代替株数进行物种多样性指数的计算^[16]。

物种丰富度即样方中出现的物种种类数

Simpson指数(丰富度指数) $D=1-\sum P_i^2$

Shannon-Wiener指数(多样性指数)

$$H=-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Pielou指数(均匀度指数): $E=H/\ln S$

上式中 P_i 为种 i 的相对重要值,即 $P_i=n_i/N$, n_i 为种 i 的相对盖度, N 为种 i 所在样地的各个种的盖度之和, S 为种 i 所在样地的物种总数。

2.2.3 生态位重叠的计算

生态位重叠是指一定资源序列上,两个树种利用同等级资源而相互重叠的程度,测定公式采用不对称a法(Pianka公式)^[17]:

$$(No_{ij})=\sum_{j=1}^r (P_{xj} * P_{yj}) / [\sum_{j=1}^r (P_{xj})^2 \sum_{j=1}^r (P_{yj})^2]^{\frac{1}{2}}$$

式中, j 为资源位; P_{xj} 和 P_{yj} 分别为物种 x 和物种 y 在资源位 j 上的重要值分布概率, 其中

$$P_{ij} = n_{ij}/Y_i \quad Y_i = \sum_{j=1}^r n_{ij}$$

式中, n_{ij} 为树种 i 在第 j 资源位中重要值, Y_i 为树种 i 所利用全部资源位的重要值之和, 生态位宽度 $B_{(sw)i}$ 具有域值 $[0, 1]$ 。

2.2.4 群落相似度的计算^[16]

分别使用 Jaccard 指数和 Sorenson 指数表征群落的相似性。

Jaccard 指数 $C_j = j/(a + b - j)$

Sorenson 指数 $C_s = 2j/(a + b)$

上式中, j 为两个群落共有的种数, a 和 b 分别为样地 A 和 B 的物种数。

3 结果和分析

3.1 群落结构

栽培群落内部成层明显, 可分为乔木层和草本层, 灌木层树种缺失, 群落结构较为简单。乔木层树种为栽培的黄山栎树, 林冠高度 5 ~ 6 m。有石蒜分布的群落, 除石蒜外, 其余种类分布较均匀, 铁苋菜 (*Acalypha australis*) 和繁缕 (*Stellaria media*) 为群落中的优势种, 但优势地位并不显著。而对照群落中商陆 (*Phytolacca acinosa*) 占有绝对的优势, 重要值可达 70% 以上。此外, 还有部分通泉草 (*Mazua miquelii*), 重要值也可达到 8% ~ 10%。藤本主要为海金沙 (*Lygodium japonicum*) 及少量的杠板归 (*Polygonum perfoliatum*)。

野生群落分层现象并不显著, 各树种在各层均有分布。群落优势种为麻栎 (*Quercus acutissima*)、苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*)、浙江楠 (*Phoebe chekiangensis*) 等, 此外还有少量的杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)。灌木层主要优势种为毛竹 (*Phyllostachys heterocycla*), 此外还分布着乔木的幼树。有石蒜分布的群落, 石蒜为草本层的优势物种, 优势地位较显著, 重要值可达到 15% 以上, 此外还分布有麦冬 (*Ophiopogon japonicus*) 和一年蓬 (*Erigeron annuus*), 重要值为 8% ~ 10%。而对照群落的草本层分布着大量蹄盖蕨 (*Athyrium frizellia*), 其盖度达到 80% 以上, 其余各种的重要值均很小。层间主要为菝葜属 (*Smilax* spp.) 植物, 还有部分海金沙及广布野豌豆 (*Vicia cracca*)。

3.2 群落种类组成

分析群落种属组成和地理成分是认识群落区

系特征和生物多样性的首要基础^[18]。由表 1 可知, 样地 I 中, 5 个样方中共出现维管植物 14 科 19 属 19 种, 其中菊科 (Asteraceae) 有 3 属 3 种, 大戟科 (Euphorbiaceae) 和蓼科 (Polygonaceae) 各 2 属 2 种; 样地 II 中, 共出现维管植物 16 科 22 属 22 种, 其中禾本科 (Gramineae) 有 4 属 4 种, 玄参科 (Scrophulariaceae) 3 属 3 种, 大戟科 (Euphorbiaceae) 2 属 2 种; 样地 III 中, 共出现维管植物 12 科 21 属 21 种, 其中菊科有 4 属 4 种、百合科 (Liliaceae) 3 属 3 种、蔷薇科 (Rosaceae) 3 属 3 种、禾本科 2 属 2 种; 样地 IV 中, 有维管植物 21 科 29 属 33 种, 其中禾本科有 4 属 4 种, 蔷薇科 3 属 5 种, 百合科 2 属 3 种。

表 1 调查样地维管束植物统计

Table 1 Statistics of the vascular plants in the investigated plots

科 Family	属数 No. of genus				种数 No. of species			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
百合科 Liliaceae			3	2			3	3
败酱科 Valerianaceae			1	1			1	1
唇形科 Labiatae				1				1
酢酱草科 Oxalidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
大戟科 Euphorbiaceae	2	2			2	2		
冬青科 Aquifoliaceae		1				1		
豆科 Leguminosae		1	1			1	1	
禾本科 Gramineae	1	4	2	4	2	4	3	2
葫芦科 Cucurbitaceae	1	1			1	1		
堇菜科 Violaceae	1		1	1	1		1	1
菊科 Compositae	3	1	4	2	3	1	4	2
爵床科 Acanthaceae				1				1
蓼科 Polygonaceae	2	1		1	2	1		2
马鞭草科 Verbenaceae	1		1	1	1		1	1
毛茛科 Ranunculaceae				1				1
木通科 Lardizabalaceae			1	1			1	1
葡萄科 Vitaceae		1	1			1	1	
荨麻科 Urticaceae	1			1	1			1
茜草科 Rubiaceae				2				2
蔷薇科 Rosaceae	1	3	3		1	3	5	
茄科 Solanaceae		1		1		1		1
忍冬科 Caprifoliaceae								
桑科 Moraceae	1	1			1	1		
莎草科 Cyperaceae				1				1
山茶科 Theaceae				1				1
商陆科 Phytolaccaceae		1				1		
十字花科 Cruciferae		1				1		
石蒜科 Amaryllidaceae			1				1	
石竹科 Caryophyllaceae	1			1	1			1
薯蓣科 Dioscoreaceae				1				1
天南星科 Araceae	1				1			
无患子科 Sapindaceae	1	1			1	1		
玄参科 Scrophulariaceae	1	3			1	3		
杨柳科 Salicaceae		1				1		

石蒜的分布对于群落的种类组成及分布造成很大的影响,其群落中植物种类明显少于其对照群落,并且群落的优势类群也有所不同。石蒜的分布可明显减少群落中禾本科和玄参科的种类数目。

3.3 石蒜生长对群落主要杂草密度的影响

我们将栽培群落中变化较大的几种植物进行比较,发现数目减少最多的是商陆,样地 II 中平均为 11.6 ind m^{-2} ,其次为马唐(*Digitaria sanguinalis*) 1.8 ind m^{-2} 、龙葵(*Solanum nigrum*) 0.8 ind m^{-2} 、早熟禾(*Poa annua*) 0.6 ind m^{-2} ,而它们在样地 I 中均未发现。通泉草在对照样地中为 7.8 ind m^{-2} ,而在有石蒜的样地中仅为 3.2 ind m^{-2} 。此外,群落 II 中未有黄花蒿(*Artemisia annua*)和一年蓬的分布,但在群落 I 中它们的密度分别达到 2.8 和 4.8 ind m^{-2} ;铁苋菜的密度在样地 I 和样地 II 中分别为 2.0 和 5.8 ind m^{-2} 。

野生群落中数目减少最多的种类是蹄盖蕨,由样地 IV 中的 18 ind m^{-2} 减少到 1.2 ind m^{-2} ,心叶堇菜(*Viola concordifolia*)、败酱(*Patrinia scabiosaeifolia*)和高粱泡(*Rubus lambertianus*)分别由 5.6 、 1.4 和 1.2 ind m^{-2} 减少到 1.6 、 0.3 和 0.2 ind m^{-2} 。而在样地 IV 中有一定分布的九头狮子草(*Peristrophe japonica*, 1.4 ind m^{-2})、阔叶箬竹(*Indocalamus latifolius*, 3.2 ind m^{-2})、早熟禾(0.4 ind m^{-2})等在样地 III 中则未有出现。此外,在样地 IV 中只有零星分布的一年蓬(0.2 ind m^{-2})的数量却有显著的提高(3.2 ind m^{-2})。

3.4 石蒜群落中的植物种类多样性

根据野外调查的结果,对石蒜及其对照样地进行物种多样性的比较(表 2)。其中物种丰富度指数是对一定数量杂草种类的量度,由表 2 可见,石蒜降低群落中杂草种数的作用并不显著,各样地中杂草种类的数量没有明显区别;Simpson 指数是对物种优势度的量度,有石蒜样地的物种优势度要显著高于没有石蒜分布的样地,样地 II 中主要分布着大量的商陆,而样地 IV 中的优势种则主要为蹄盖蕨。样方 Q2、Q4 的 Simpson 指数较低主要是由于样地中散布着较多的繁缕(*Stellaria media*)造成的;Shannon-Wiener 指数为变化度指数,物种数量越多,分布越均匀,其值就越大。由表 2 可知,有石蒜分布的样地,Shannon-Wiener 指数明显高于没有石蒜分布的对照样地,这是由于石蒜的生长抑制了原来在群落中处于优势地位的商陆或者蹄盖蕨的生

长,使得群落中各物种趋于均匀分布造成的,样地中 Pielou 均匀度指数与其变化趋势趋于一致也验证了这一点。

表 2 调查样地各物种多样性指数

Table 2 The diversity indices of investigated plots

样方号 No.	物种丰富度指数 Species richness	Simpson's index	Shannon-Wiener index	Pielou evenness index
Q1	13	0.87	0.97	0.87
Q2	8	0.93	0.78	0.86
Q3	8	0.78	0.76	0.85
Q4	7	0.81	0.76	0.90
Q5	10	0.86	0.91	0.91
Q6	8	0.62	0.64	0.92
Q7	8	0.63	0.57	0.64
Q8	11	0.72	0.77	0.74
Q9	7	0.56	0.55	0.65
Q10	13	0.82	0.89	0.83
Q11	13	0.81	0.81	0.85
Q12	7	0.83	0.79	1.07
Q13	6	0.79	0.69	0.89
Q14	7	0.80	0.81	0.81
Q15	10	0.87	0.97	0.93
Q16	10	0.80	0.77	0.77
Q17	13	0.78	0.88	0.81
Q18	8	0.83	0.77	0.85
Q19	7	0.51	0.49	0.59
Q20	12	0.81	0.82	0.83

3.5 石蒜样地中的物种生态位

生态位重叠是相同生活型物种之间在其相联系的生态因子上的相似性的定义,生态位重叠愈大,种间的生态相似性愈大;反之愈小。由表 3 可以看出,栽培群落中石蒜与叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)、铁苋菜、一年蓬、牛繁缕(*Malachium aquaticum*)等的生态位重叠值较大。野生群落中,石蒜与麦冬、木通(*Akebia quinata*)、一年蓬、心叶堇菜等的生态位重叠值较大,反映了这些种类在对资源的利用方面有一定的相似性。而它们并不是有石蒜分布后数量减少较多的种类;相反,石蒜与商陆、蹄盖蕨、早熟禾、马唐、阔叶箬竹等的生态位重叠值为 0,说明这些种类具有非常明显的异质性,石蒜对这些杂草的抑制作用并不是由生态位相似造成的竞争排斥所引起的。

表 3 群落草本层石蒜与主要物种生态位重叠值

Table 3 Niche overlapping value of *L. radiata* and other species in the herb layer of communities

群落 Community	植物 Species	生态位重叠值 Niche overlapping value
栽培群落 Cultivated	叶下珠 <i>Phyllanthus urinaria</i>	0.36
	铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	0.42
	一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	0.73
	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	0.37
	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	0.22
	牛繁缕 <i>Malachium aquaticum</i>	0.48
	繁缕 <i>Stellaria media</i>	0.19
	杠板归 <i>Polygonum perfoliatum</i>	0.27
	麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	0.61
野生群落 Natural	木通 <i>Akebia quinata</i>	0.39
	淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i>	0.31
	败酱 <i>Patrinia scabiosaeifolia</i>	0.3
	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	0.17
	一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	0.64
	广布野豌豆 <i>Vicia cracca</i>	0.22
	乌敛莓 <i>Cayratia japonica</i>	0.29
	高粱泡 <i>Rubus lambertianus</i>	0.27
	心叶堇菜 <i>Viola concordifolia</i>	0.36
	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	0.21

3.6 石蒜生长对群落相似性的影响

表 4、5 是对不同样地的相似系数比较结果。由表可知,相似生境下石蒜的生长可显著降低样地间的相似系数。栽培群落的对照样方的相似系数最大,达到 0.58,有石蒜样地中样方间的相似系数

也达到 0.55,但有石蒜样方与对照样方间的相似系数只有 0.22,差异极显著($P < 0.01$)。野生群落中情况类似,对照样方和有石蒜分布的样方间的相似系数分别达到 0.49 和 0.58,而对照样方与有石蒜样方之间的相似系数仅为 0.21,差异也达到了极显著水平($P < 0.01$)。此外,本研究选用了两种相似性指数,尽管两者数值上有差别,但是反映的趋势是一致的。

4 讨论

野外调查结果显示,石蒜的分布对群落的组成造成很大的影响,群落中植物的种类明显少于对照群落,并且群落的优势类群也有所不同。由于植物中化感物质通过挥发、淋溶等影响周围植物的萌发、生长,从而造成其他植物种类和数目的减少。马茂华等通过对油蒿(*Artemisia ordosica*)群落的研究发现,周围无腺花旗杆(*Donostemon eglandulosus*)、尖头叶藜(*Chenopodium acuminatum*)、蒺藜(*Tribulus terrestris*)等 1a 生植物缺失,这是由于油蒿对它们的种子萌发具有抑制作用而引起的^[19]。陈建军等的研究也表明胜红蓟的分布可通过土壤媒介的滞留、转化和迁移,造成群落中花生和其他杂草的减少^[20]。蒋红云认为石蒜能抑制其他植物种子的萌发及生长^[21]。本研究显示,石蒜的分布可减少群落中商陆、蹄盖蕨及禾本科部分杂草的数目。但是,这种抑制作用究竟是由于石蒜对其周围的一定范围内的物种具有抑制作用还是对某些植物具有特定的靶向抑制作用还有待于今后进一步的研究。

表 4 石蒜分布对栽培群落样方间 Sorenson 指数(对角线上)和 Jaccard 指数(对角线下)的影响

Table 4 Influence of *L. radiata* distribution on the Sorenson index (above the diagonal) and Jaccard index (below the diagonal) in cultivated community

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Q1		0.57	0.48	0.60	0.52	0.22	0.19	0.25	0.20	0.31
Q2	0.40		0.75	0.67	0.56	0.31	0.25	0.32	0.27	0.25
Q3	0.31	0.60		0.40	0.44	0.00	0.13	0.32	0.13	0.08
Q4	0.43	0.50	0.25		0.59	0.00	0.27	0.11	0.14	0.17
Q5	0.35	0.38	0.29	0.42		0.27	0.33	0.38	0.35	0.31
Q6	0.13	0.18	0.00	0.00	0.15		0.46	0.63	0.67	0.48
Q7	0.11	0.14	0.07	0.15	0.20	0.30		0.74	0.80	0.57
Q8	0.14	0.20	0.19	0.06	0.24	0.45	0.58		0.44	0.52
Q9	0.11	0.15	0.07	0.08	0.21	0.50	0.67	0.29		0.46
Q10	0.18	0.14	0.04	0.10	0.18	0.31	0.40	0.35	0.30	

表5 石蒜分布对野生群落样方间 Sorenson 指数(对角线上)和 Jaccard 指数(对角线下)的影响

Table 5 Influence of *L. radiata* distribution on the Sorenson index (above the diagonal) and Jaccard index (below the diagonal) in natural community

	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20
Q11		0.56	0.80	0.53	0.60	0.32	0.09	0.12	0.13	0.25
Q12	0.45		0.46	0.47	0.56	0.24	0.00	0.13	0.00	0.08
Q13	0.50	0.27		0.63	0.59	0.13	0.11	0.29	0.15	0.10
Q14	0.36	0.31	0.45		0.67	0.10	0.00	0.33	0.35	0.24
Q15	0.43	0.38	0.42	0.50		0.19	0.33	0.63	0.44	0.38
Q16	0.19	0.13	0.07	0.05	0.11		0.52	0.56	0.47	0.48
Q17	0.05	0.00	0.06	0.00	0.20	0.35		0.48	0.42	0.56
Q18	0.06	0.07	0.17	0.29	0.20	0.50	0.31		0.40	0.52
Q19	0.07	0.00	0.08	0.21	0.29	0.31	0.27	0.25		0.55
Q20	0.14	0.04	0.05	0.14	0.24	0.35	0.38	0.40	0.38	

大量的研究表明,具有化感作用的水稻能抑制无芒稗(*Echinochloa crusgali*)等杂草的密度^[22]。而由微甘菊占据的群落,其临近的草本植物密度也比无微甘菊生长的区域显著降低^[23]。因此化感物质通过对自身及其周围植物起抑制作用或促进作用,而使物种形成一定的密度、一定的分布和一定的种间组合。本研究显示石蒜能显著减少商陆、牛繁缕、通泉草等的密度,有利于抑制它们的发生。

植物的化感作用可显著降低群落的物种多样性。陈秋波等人发现,刚果 12 号桉树(*Eucalyptus '12ABL'*)林下生物多样性显著低于对照群落^[24]。而空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)的入侵引起群落物种多样性水平的降低也与其中的化感物质有关^[25]。本研究显示,石蒜的生长降低了群落中的物种多样性,排除了生态位竞争的影响,从而可以确定石蒜对群落中其他种类的抑制作用是通过改变群落中原有物种的优势地位造成的。

植物化感作用对植物群落的结构、更新、演替等起着重要的作用。可降低杂草群落的物种多样性,通常能抑制其他生物,在合适的时间和空间范围内达到行之有效的控制效果^[3-4]。

我们通过对石蒜群落的野外调查和分析得知,石蒜对群落中其他物种存在抑制作用,能减少群落中物种组成的种类,降低群落中某些种类的密度,从而使得群落中其他物种的种类和分布发生一定的改变,降低群落的物种多样性。有利于限制某些杂草的发生危害,是一种具有良好开发潜力的生物除草剂。

参考文献

[1] Xu Z H(徐正浩), Yu L Q(余柳青), Zhao M(赵明), et al. Competi-

tion and allelopathy of rice and barnyardgrass [J]. Chin J Rice Sci (中国水稻科学), 2003, 17(1): 67-72. (in Chinese)

[2] Chandler J M. Estimated Losses of Crops to Weeds [M]// Pimentel D. Handbook of Pest Management in Agriculture. Florida: Boca Raton, 1981: 95-109.

[3] Dong Z H(董章杭), Lin W X(林文雄). Current status and prospects of allelopathy research in agriculture [J] Chin J Eco-Agri (中国生态农业学报), 2001, 9(1): 80-83. (in Chinese)

[4] Huang G B(黄高宝), Chai Q(柴强). Acting formations and applying development of allelopathy [J]. Chin J Eco-Agri(中国生态农业学报), 2003, 7(11): 172-174. (in Chinese)

[5] Wang S R(王仁师). The ecogeography concerning genus *Lycoris* [J]. J SW For Coll(西南林学院学报), 1990, 6(1): 41-48. (in Chinese)

[6] Xu T(徐涛), Kong C H(孔垂华), Hu F(胡飞). Allelopathy of *Ageratum conyzoides* III: Allelopathic effects of volatile oil from *ageratum* on plants under different nutrient levels [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 1999, 12(6): 748-750. (in Chinese)

[7] Mu X Q(慕小倩), Ma Y(马燕), Wang S(王硕), et al. Preliminary study of allelopathy mechanism of *Artemisia annua* [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin(西北植物学报), 2005, 25(5): 1025-1028. (in Chinese)

[8] Nie C R(聂呈荣), Zen R S(曾任森), Luo S M(骆世明), et al. Allelopathic potentials of *Wedelia trilobata* L. on rice [J]. Acta Agron Sin (作物学报), 2004, 30(9): 942-946. (in Chinese)

[9] Deng C L(邓传良), Zhou J(周坚). General studies on alkaloid in *Lycoris* [J]. Chin Wild Plant Resour(中国野生植物资源), 2004, 6: 42. (in Chinese)

[10] Tuo Y Q(拓亚琴), Mu X Q(慕小倩), Hao S H(郝双红). The herbicidal activity of alkaloids from *Chphalotaxus sinensis* [J]. Chin J Pesticides(农药), 2006, 45(1): 52-53. (in Chinese)

[11] Sasse J M, Cerana R, Colombo R. The effects of podolactone-type inhibitors on fusicoccin-induced growth and proton efflux [J]. Physiol Plant, 1984, 62(3): 303-308.

[12] Sasse J M, Wardrop J J, Rowan K S. Some physiological effects of podolactone-type inhibitors [J]. Physiol Plant, 1982, 55(1): 51-

59.

- [13] Chang L Q(常丽青), Wu C F(吴传芳), Lü H Z(吕鸿周). Purification and characterization of agglutinin from bulbs of *Lycoris radiate* (Amaryllidaceae) [J]. Chin J Appl Environ Biol(应用与环境生物学报), 2005, 11 (2): 164-167.(in Chinese)
- [14] Wu C Y(吴昌银), Ye Z B(叶志彪), Tang K X(唐克轩), et al. Genetic transformation of tomato with snowdrop *Lectin* gene (GNA) [J]. Acta Bot Sin(植物学报), 2000, 42(7): 719-723.(in Chinese)
- [15] Ma K P(马克平), Liu Y M(刘玉明). Measurement of biotic community diversity. I. Measurement of α -diversity [J]. Chin Biodiv(生物多样性), 1994, 24(2): 231-239.(in Chinese)
- [16] Ma K P(马克平), Liu C R(刘灿然), Liu Y M(刘玉明). Measurement of biotic community diversity. II. Measurement of β -diversity [J]. Chin Biodiv(生物多样性), 1995, 3(1): 38-43.(in Chinese)
- [17] Wang R Z(王仁忠). The niche breadths and niche overlaps of main plant populations in *Leymus chinensis* grassland for grazing [J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报), 1997, 21(4): 304-311.(in Chinese)
- [18] Zhu J X(朱锦懋), Jiang Z L(姜志林), Zheng Q R(郑群瑞), et al. Species diversity in the forest community of Wanmulin Nature Reserve, Fujian Province [J]. Chin J Ecol(生态学杂志), 1997, 16(2): 1-2.(in Chinese)
- [19] Ma M H(马茂华), Yu F L(于凤兰), Kong L S(孔令韶). Allelopathy effects of *Artemisia ordosica* [J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 1999, 9(5): 670-676.(in Chinese)
- [20] Chen J J(陈建军), Kong C H(孔垂华), Hu F(胡飞), et al. Allelopathy of *Ageratum conyzoides* VII. Allelopathic effects of residues on peanut and related weeds in the field [J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 2002, 8(8): 1196-1201.(in Chinese)
- [21] Jiang H Y(蒋红云), Zhang Y N(张燕宁), Feng P Z(冯平章), et al. Allelopathic effects of *Lycoris radiate* on radish, cucumber, tomato and rape seedins [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2006, 17(9): 1655-1659.(in Chinese)
- [22] Zhu H L(朱红莲), Kong C H(孔垂华), Hu F(胡飞), et al. Evaluation methods for allelopathic potentials of rice germplasma [J]. Sin Agri Sic(中国农业科学), 2003, 36(7): 788-792.(in Chinese)
- [23] Zhang M X(张茂新), Ling B(凌冰), Kong C H(孔垂华), et al. Allelopathic potential of volatile oil from *Mikania micrantha* [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2002, 13(10): 1300-1302.(in Chinese)
- [24] Chen Q B(陈秋波), Wang Z H(王真辉), Lin L F(林位夫), et al. Allelopathic effect of *Eucalyptus 12ABL* on four legume species [J]. Chin J Trop Crop(热带作物学报), 2003, 9(3): 68-72.(in Chinese)
- [25] Lin J C(林金成), Qiang S(强盛), Wu H R(吴海荣). Effect of *Alternanthera philoxeroides*, an invasive exotic weed, on plant biodiversity [J]. Rural Eco-euvirion(农村生态环境), 2005, 21(2): 28-32.(in Chinese)