

金华地区秋旱作物田杂草 生态相似关系研究*

郭水良

李扬汉

(浙江师范大学生物系 金华 321004) (南京农业大学农学系 南京 210095)

提 要 对浙江金华地区秋旱作物田 17 个样点的杂草优势度等级进行了七级目测调查, 计测了 22 种主要杂草的生态位宽度和生态位重叠值, 作出了反映它们间生态学相似程度的最小生成树。结果表明, 马唐 *Digitaria sanguinalis*、狗尾草 *Setaria viridis*、千金子 *Leptochloa chinensis*、碎米莎草 *Cyperus iria*、牛筋草 *Eleusine indica*、石胡荽 *Centipeda minima*、旱稗 *Echinochloa crusgalli* var. *hispidula* 的生态位宽度在 0.3 以上, 它们是本地区秋旱作物田的主要杂草; 22 种杂草中, 马唐、狗尾草、碎米莎草、香附子 *Cyperus rotundus*、牛筋草等杂草间, 以及千金子、鲤肠 *Eclipta prostrata*、粟米草 *Mollugo pentaphylla*、泥花草 *Lindernia antipoda*、丁香蓼 *Ludwigia prostrata*、石胡荽 *Centipeda minima*、通泉草 *Mazus japonicus* 等杂草间的生态位重叠值较大, 黄花菜 *Cleome viscosa*、球柱草 *Bulbostylis barbata*、水花生 *Alternanthera philoxeroides* 等杂草与其它杂草的生态位重叠值较小, 说明它们的生态要求比较特殊。

关键词 秋旱作物田, 生态位, 杂草, 最小生成树

金华地处浙江中部, 旱地面积有 5.094 万 hm^2 , 占耕地总面积的 18% 以上, 棉花、大豆等秋旱作物是该地区重要的经济作物。几年来, 由于农村劳动力转移, 中耕除草减少, 草害已日趋严重。应用化学除草剂是解决旱田草害的有效方法。但是, 实践证明, 除草剂的长期单一使用, 极易引起农田杂草种群的迅速更迭, 增加除草难度。因此, 预测除草剂作用下杂草种群的演变趋势, 是当前杂草防除工作者迫切要解决的问题^[1~8]。

除草剂作用下杂草种群的迅速变化, 涉及到不同杂草对所用除草剂的敏感性差异和杂草之间生态学相似性的差异。生态位是研究植物种群生态和群落生态的重要理论问题。生态位重叠可以作为植物种间生态学相似性的测度, 用作种群间相互竞争和更替竞争模型中的竞争系数, 可以预测种群竞争结局和群落演替的方向; 生态位宽度可以作为物种对环境资源利用多样性的一种测度。因此, 研究杂草的生态位宽度, 能够比较不同杂草对农

收稿日: 1996-08-19, 修回日: 1996-12-16。第一作者: 郭水良, 男, 33 岁, 副教授(博士后), 从事植物分类、生态及杂草科学方面研究。

* 浙江师范大学青年科学基金资助项目。

田环境资源利用的多样性;通过计测不同杂草间的生态位重叠值,可以明确不同杂草的生态学相似程度。我们研究的目的是阐明金华地区秋旱作物田杂草种间生态学相似关系,为预测除草剂作用下该地区秋旱作物田杂草种群的可能演变趋势,提供理论指导。

1 研究范围与方法

1.1 研究区域和杂草重要值计测

于1995年7~9月间,在金华市所辖的武义、永康、义乌、金华、兰溪和婺城区的秋旱作物田中,根据土壤水份状况、酸碱度的差异、土壤物理性砂粒的含量,按变化梯度,选择17个样点,每个样点随机选择环境条件相对一致、面积约667 m²的样方10个。运用七级目测法,计测每个样方中每种杂草的优势度级^[9]。所有被调查的样点当季都没有进行专门人工和化学除草。

根据目测结果,计算样点中主要杂草的重要值(IV)。计算方法如下:

$$IV = \sum_{i=1}^7 A_i \cdot B_i / 5 \cdot C \quad (1)$$

式中: A_i 表示杂草在第*i*优势度级的代表值; B_i 表示杂草在第*i*级优势度级出现的样方数; C 为该样点中的样方数。重要值在0~1之间。

1.2 生态位宽度计算

生态位宽度计算公式如下:

$$B = \frac{1}{S \cdot \sum_{i=1}^7 (IV_i / \sum_{i=1}^7 IV_i)^2} \quad (2)$$

式中: B 为杂草的生态位宽度; S 为样点数,本文中, $S=17$; IV_i 为该种杂草在第*i*样点中的重要值。

1.3 生态位重叠值计算

1.3.1 群落相似矩阵计算

本研究采用王刚提出的生态位重叠计算公式,并以群落梯度差异代替生态距离间隔,用作计算中的加权因子。

用频率超过20%的杂草的重要值作指标,以样点为样本。用夹角余弦法计算17个样点的群落相似系数^[10]。

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m IV_{ik} \cdot IV_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m IV_{ik}^2 \cdot \sum_{k=1}^m IV_{jk}^2}} \quad (3)$$

式中: S_{ij} 为第*i*,*j*两样点的群落相似系数; $i,j=1,2,3,\dots,17$; m 为杂草数,本文中, $m=22$; IV_{ik} , IV_{jk} 分别表示*i*,*j*两样点中第*k*种杂草的重要值。

根据计算结果,得出样点之间的相似系数矩阵。

1.3.2 群落生态距离间隔计算

计算每个样点与其它所有样点的相异系数总值,以具有最大相异系数总值的样点作

表 1 金华地区秋旱作物田主要杂草的重要值统计

Table 1 Important value of main weeds in autumn-harvested crop dry fields of Jinhua

序号 No.	杂草 Weeds	样点 Site																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.500	0.702	0.080	0.440	0.370	0.442	0.690	0.650	0.640	0.770	0.820	0.620	0.460	0	0.534	0.540	0.700
2	千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	0	0.142	0	0.700	0.162	0.070	0.140	0	0.730	0.350	0.172	0.130	0.320	0.060	0.252	0	0.270
3	碎米莎草 <i>Cyperus iria</i>	0.380	0.310	0	0.312	0.050	0.212	0.430	0.122	0.032	0.060	0	0.120	0	0	0.062	0	0
4	牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	0	0.120	0.040	0	0	0.140	0.520	0	0.180	0.360	0.172	0.130	0.120	0	0	0	0.120
5	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.420	0.420	0.205	0.400	0.570	0.405	0.210	0	0.440	0.400	0.280	0	0	0	0.200	0.800	0.310
6	黄花菜 <i>Chionodoxa viscosa</i>	0	0.420	0.167	0	0.170	0.060	0.720	0	0	0.050	0.320	0	0	0	0	0.204	0
7	铁苋菜 <i>Erysogalli crusgalli</i> var. <i>hispida</i>	0	0.312	0	0.312	0.100	0	0	0	0	0	0	0.310	0	0	0	0.500	0.376
8	球柱草 <i>Bulbostylis barbata</i>	0	0	0.930	0	0	0	0	0.350	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0.183	0.010	0.050	0.300	0	0.050	0	0	0	0	0	0	0	0	0.300
10	细柄黍 <i>Panicum psilopodium</i>	0	0.100	0	0	0	0.032	0.210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	旱苗草 <i>Polygonum lapathifolium</i>	0.140	0	0	0	0	0	0.050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	0.100	0	0	0.288	0.090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.400	0.036
13	丁香蓼 <i>Laudatia prostrata</i>	0.060	0	0	0.100	0	0	0	0	0.090	0	0	0	0.060	0.428	0.216	0	0
14	通泉草 <i>Mazus japonicus</i>	0.008	0	0	0.142	0	0	0.160	0	0.190	0	0	0	0	0.200	0.120	0	0
15	石胡荽 <i>Centipeda minima</i>	0.120	0	0	0.226	0	0	0.200	0.100	0.150	0	0	0	0	0.220	0.282	0	0
16	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0	0	0.084	0	0.370	0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.080	0
17	墨米草 <i>Mollugo pentaphylla</i>	0	0	0	0.140	0.050	0	0.120	0	0	0	0	0	0.120	0.114	0	0	0
18	蟹肠 <i>Eclipta prostrata</i>	0	0	0	0.040	0.090	0	0	0	0	0	0	0.102	0.500	0	0.066	0	0
19	青葙 <i>Celosia argentea</i>	0	0	0	0	0.070	0.064	0	0	0	0.050	0.590	0	0	0	0.164	0	0
20	水花生 <i>Alternanthes philoxeroides</i>	0	0	0	0	0	0	0.070	0	0.060	0.150	0	0	0	0	0	0	0
21	刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0.160	0	0	0	0.040	0	0.250	0	0
22	蕓蕓 <i>Lindernia antipoda</i>	0	0	0	0	0	0.100	0	0	0	0	0	0.140	0.216	0	0	0	0

为始端样点。根据与始端样点的相似系数大小,对其余样点进行排列^[11]。

按下式计算出各样点与始端样点的生态距离^[12]。

$$D_i = (\lg a - \lg Z_i) / \lg 2 \quad (4)$$

式中: D_i 为第 i 样点与始端样点的生态距离; Z_i 为第 i 样点与始端样点的相似系数; a 为始端样点 10 个样方间平均相似系数。用夹角余弦法计算始端样点中 10 个样方间的相似系数, a 值为样方间相似系数的平均值,计算指标用样方中杂草出现优势度级的代表值。在得到各样点与始端样点的生态距离的基础上,用下式计算样点间的生态距离间隔^[12]:

$$l' = D_i - D_{i-1} \quad (5)$$

始端样点的生态距离间隔用第 2 号样点的值代替。

1.3.3 生态位重叠值计算

在得到各样点生态距离间隔的基础上。根据下式计算杂草间的生态位重叠值^[12]:

$$N.O. = \frac{\sum_{i=1}^r \min[f_j(X^i), f_{j-1}(X^i)] l^i}{\max[\sum_{i=1}^r f_j(X^i) l^i, \sum_{i=1}^r f_{j-1}(X^i) l^i]} \quad (6)$$

式中: $N.O.$ 为第 $j, j-1$ 种杂草间的生态位重叠值; r 为样点数; $f_j(X^i), f_{j-1}(X^i)$ 分别表示 $j, j-1$ 两种杂草在第 i 个样点中的重要值; l^i 为第 i 个样点的生态距离间隔。

1.3.4 杂草生态学相似关系的图形表示

为直观地表现出杂草的生态学特性,以生态位重叠值作指标,运用图论聚类分析中的最小生成树法,作出反映杂草生态学相似性的最小生成树^[13]。

本文所有计算用 BASIC 语言编程,在 IMB-PC 机上完成运算。

2 结果与分析

对浙江金华地区秋旱作物田 17 个样点杂草分布进行七级目测调查,所得数据转换成重要值,结果见表 1。

根据(2)式计算得出它们的生态位宽度见表 2。

表 2 金华地区秋旱作物田主要杂草的生态位宽度

Table 2 The niche breadths of main weeds in the autumn-harvested dry land crop fields in Jinhua

序号 No.	杂草 Weeds	生态位宽度 Niche breadth	序号 No.	杂草 Weeds	生态位宽度 Niche breadth
1	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.856 5	12	铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	0.210 3
2	千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	0.478 3	13	丁香蓼 <i>Luxurigia prostrata</i>	0.210 3
3	碎米莎草 <i>Cyperus iria</i>	0.422 9	14	通泉草 <i>Mazus japonicus</i>	0.290 9
4	牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	0.396 6	15	石胡荽 <i>Centipeda minima</i>	0.373 3
5	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.656 1	16	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0.142 7
6	黄花菜 <i>Cleome viscosa</i>	0.290 9	17	粟米草 <i>Mollugo pentaphylla</i>	0.273 6
7	旱稗 <i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>hispidula</i>	0.310 4	18	鲤肠 <i>Eclipta prostrata</i>	0.136 9
8	球柱草 <i>Bulbostylis barbata</i>	0.097 8	19	青葙 <i>Celosia argentea</i>	0.134 3
9	香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	0.215 2	20	刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	0.063 2
10	细柄黍 <i>Panicum psilopodium</i>	0.125 8	21	水花生 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	0.133 9
11	旱苗蓼 <i>Polygonum lapathifolium</i>	0.097 6	22	泥花草 <i>Lindernia antipoda</i>	0.113 5

表 3 金华地区秋旱作物田 22 种杂草间的生态位重叠值

Table 3 The niche overlaps of 22 weeds in autumn-harvested crop dry land fields in Jinhua

种类序号 No. of species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1																					
2	0.269 8 1																					
3	0.236 3 0.286 0 1																					
4	0.260 2 0.364 0 0.585 4 1																					
5	0.430 1 0.410 5 0.257 8 0.303 5 1																					
6	0.330 4 0.185 9 0.378 7 0.502 3 0.430 6 1																					
7	0.106 0 0.179 5 0.231 3 0.084 2 0.176 8 0.117 9 1																					
8	0.168 6 0.041 7 0.103 9 0.142 3 0.259 9 0.264 4 0 1																					
9	0.132 8 0.086 0 0.133 9 0.220 3 0.385 4 0.408 5 0.099 9 0.176 8 1																					
10	0.071 0 0.166 1 0.300 3 0.272 7 0.127 6 0.170 3 0.095 7 0.062 4 0.014 0 1																					
11	0.016 7 0.045 2 0.070 9 0.054 0 0.030 1 0.033 7 0.002 6 0.015 1 0.001 2 0.197 9 1																					
12	0.045 8 0.078 9 0.113 0 0.019 8 0.078 1 0.007 8 0.391 6 0 0.016 5 0.003 9 0.048 1 1																					
13	0.088 2 0.346 5 0.048 6 0.022 5 0.144 4 0 0.029 0 0 0.003 9 0.001 2 0.006 1 0.043 8 1																					
14	0.102 2 0.377 1 0.233 0 0.195 8 0.183 8 0.106 6 0.056 1 0.047 6 0.004 1 0.259 3 0.082 9 0.057 0 0.511 6 1																					
15	0.198 0 0.536 9 0.351 7 0.222 2 0.264 6 0.133 1 0.055 3 0.059 5 0.044 6 0.202 4 0.059 7 0.062 3 0.590 5 0.619 8 1																					
16	0.085 1 0.023 8 0.046 2 0.167 3 0.159 6 0.196 6 0.043 5 0.081 1 0.369 4 0.035 6 0.003 1 0.051 5 0.001 2 0.001 6 0.001 0 1																					
17	0.047 5 0.219 2 0.200 9 0.146 1 0.077 0 0.080 7 0.091 7 0.035 8 0.005 2 0.384 3 0.161 8 0.138 8 0.205 6 0.478 3 0.299 0 0.005 8 1																					
18	0.010 5 0.090 0 0.042 7 0.016 3 0.011 7 0.001 7 0.035 6 0 0.005 2 0.001 5 0.001 5 0.048 3 0.648 5 0.392 8 0.287 8 0.021 3 0.253 6 1																					
19	0.025 7 0.043 0 0.039 3 0.050 1 0.036 0 0.021 9 0.108 7 0 0.027 9 0.044 6 0.010 7 0.186 3 0.001 2 0.001 6 0.001 0 0.115 6 0.005 9 0.020 7 1																					
20	0.050 5 0.173 0 0.097 0 0.129 9 0.077 8 0.053 1 0.001 1 0.021 0 0.001 1 0.079 8 0.057 3 0.001 1 0.014 4 0.107 9 0.091 3 0.001 1 0.001 1 0.001 1 1																					
21	0.093 9 0.302 2 0.012 6 0.029 3 0.135 1 0 0.002 6 0 0.001 2 0.002 9 0.002 9 0.019 4 0.337 6 0.277 4 0.335 9 0.002 9 0.019 4 0.010 0 0.002 9 0.021 8 1																					
22	0.005 7 0.084 9 0.020 9 0.018 9 0 0.002 6 0 0.001 2 0.003 4 0.003 4 0.032 4 0.327 1 0.401 8 0.273 2 0.063 1 0.510 0 0.130 3 0.003 4 0.001 1 0.019 4 1																					

注: 表中序号所代表的种类与表 1 的相同。

Note: The species of No. 1~22 are the same as those in Table 1.

由公式(3)、(4)、(5)、(6)计算,得到 22 种杂草的生态位重叠值(见表 3)。

根据最小生成树法得到 22 种杂草生态学相似性关系的最小生成树(见图 1)。生态位宽度计测表明了 22 种杂草的生态适应幅度,按生态位宽度数值大小,本地区的秋旱作物田杂草可分成 4 个类型。

类型 I : 包括马唐、狗尾草、千金子、碎米莎草、牛筋草、石胡荽、旱稗等,它们的生态位宽度在 0.3 以上,是本地区最为重要的秋旱作物田杂草。

类型 II : 包括黄花菜、通泉草、粟米草、香附子、铁苋菜、丁香蓼等,它们的生态位宽度在 0.2~0.3 间。

类型 III : 包括狗牙根、鲤肠、青葙、水花生、泥花草、细柄黍等,它们的生态位宽度在 0.1~0.2 之间。

图 1 中序号 1~22 所代表的种类同表 1,数据为杂草生态位重叠值

Species of No. 1~22 are the same as table 1,

the data are the niche overlaps among the weeds

图 1 金华地区秋旱作物田杂草种间生态相似关系分析最小生成树

Fig. 1 The minimal spanning tree of ecological similarity analysis of weeds in autumn-harvested crop dry fields in Jinhua

类型 IV : 包括刺苋、旱苗蓼、球柱草,其生态位宽度在 0.1 以下,它们不是本区的主要杂草。

22 种杂草之间的生态特性相似程度也有差异。图 1 简明扼要地反映了浙中秋旱作物田 22 种主要杂草的生态学相似关系,根据杂草的生态位重叠值,结合它们的实际分布,当生态位重叠值(*N.O.*)>0.405 时,22 种杂草可以划出生态学要求明显有异的二大组。

组 I : 由马唐(1)、狗尾草(5)、黄花菜(6)、牛筋草(4)、碎米莎草(3)、香附子(9)等杂草构成。分析发现,这些杂草都分布于丘陵缓坡旱地,对水分的要求不高。

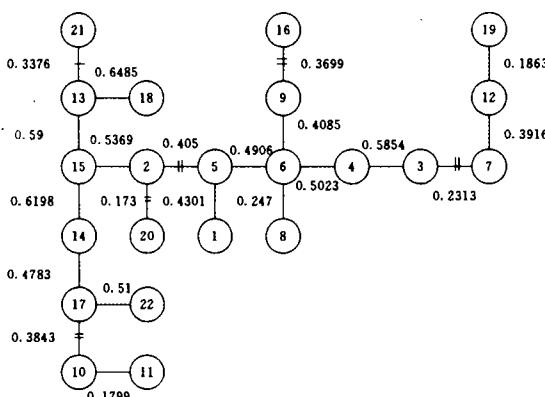
组 II : 由千金子(2)、丁香蓼(13)、石胡荽(15)、通泉草(14)、粟米草(17)、泥花草(22)、鲤肠(18)等杂草组成,这些杂草多分布于土壤含水量相对较高的平畈上的秋旱作物田中。

另外,青葙(19)、狗牙根(16)、球柱草(8)、水花生(21)等杂草位于最小生成树的边缘,这说明它们的生态要求比较特殊。例如,青葙多分布于红壤丘陵缓坡地段,土质疏松而且贫瘠;狗牙根分布于翻耕较少的一些旱地;水花生在含水量丰富的地段生长旺盛;球柱草则多见于沿江两侧的细沙性土壤中。

马唐是本地区秋旱作物田最重要的杂草,与之生态要求比较接近的杂草有狗尾草(0.430)、黄花菜(0.330)、千金子(0.270)、牛筋草(0.260)、碎米莎草(0.236)、球柱草(0.169)、香附子(0.133)等。

3 讨论

预测除草剂作用下农田杂草群落的演变,除明确杂草间的生态学相似性外,还应了解



各种杂草对所用除草剂的敏感性。农田杂草防除中,应特别重视那些与田间优势杂草生态学特性相似程度比较大(即生态位重叠值比较大),对所用的除草剂又有耐药性的杂草。在本地区,千金子、丁香蓼、石胡荽、通泉草、粟米草、泥花草、鲤肠的生态学要求相对较近,大多分布于土壤含水量相对较高的平畈上的秋旱作物田中。目前在该类作物田中使用的乙草胺对禾草类杂草千金子有较好的防效,但对双子叶杂草鲤肠、石胡荽、丁香蓼等防效并不理想,随着乙草胺的长期使用,这些阔叶杂草在本地区秋旱作物田中的危害很可能会加剧。

参 考 文 献

- 1 冯文煦,陈碧莲,余敬堂等.化学除草对麦田杂草种群变化的影响.杂草学报,1990,4(1):23~29
- 2 朱国泉,顾一心,金土泉.上海县麦田杂草的种群变化及防除对策.杂草科学,1992,3:25~27
- 3 王开永,柳克明.江苏省里下河地区麦田禾本科杂草种群演变及其原因分析.杂草学报,1991,5(4):34~36
- 4 涂鹤龄.麦田长期化除后杂草群落的演变与对策.杂草学报,1987,1(2):13~17
- 5 车俊义,杨峰.陕西省麦田杂草群落变化及防除对策.杂草科学,1988,3:1~6
- 6 徐秋叶,傅迎春,陈铁保.黑龙江省北部地区大豆田杂草种群的变化.杂草学报,1993,7(4):35~37
- 7 Pulcher M, Hurle K. Weed flora and weed seed bank in wheat monoculture under different levels of crop protection. *Weed Abstract*, 1984, 33(10): 341
- 8 Zemanek J. The influence of annual applications of herbicides on the change of weed communities on ploughland. *Weed Abstract*, 1977, 26(1): 13
- 9 郭水良,李扬汉,王明鑫.浙江金华地区小麦—杂草群落的研究.武汉植物学研究,1993,11(3):239~246
- 10 阳含熙,卢泽.植物生态学的数量分类方法.北京:科学出版社,1981.16~18
- 11 王刚,杜国祯.鼢鼠土丘植被演替过程中的种生态位分析.生态学杂志,1990,9(1):1~6
- 12 王刚.植物群落中生态位的计测.植物生态学与地植物学丛刊,1984,8(4):330~335
- 13 张明理.最小生成树 MST 的系统学和生物地理学意义.西北植物学报,1995,15(2):154~160

STUDY ON WEED ECOLOGICAL RELATIONSHIPS IN AUTUMN-HARVESTED DRY CROP FIELDS IN JINHUA, ZHEJING PROVINCE

Guo Shuiliang

Li Yanghan

(Department of Biology, Zhejiang
Normal University Jinhua 321004)

(Department of Agriculture, Nanjing
Agricultural University Nanjing 210095)

Abstract In the autumn-harvested dry crop fields in Jinhua, 17 sites on different ecological conditions were surveyed in detail with seven scales by visualization of weed dominance to crop to obtain the weed important values, the species niche breadths and niche overlaps of 22 species were then worked out on the basis of the data above. The minimal spanning tree revealing weed ecological similarity was drawn based on the niche overlaps. The results showed that *Digitaria sanguinalis*、*Setaria viridis*、*Leptochloa chinensis*、*Cyperus iria*、*Eleusine indica*、*Centipeda minima*、*Echinochloa crusgalli* var. *hispidula* were the main weeds in autumn-harvested dry crop fields in Middle Zhejiang. Among the 22 weeds, the niche overlaps of *Digitaria sanguinalis*、*Setaria viridis*、*Cyperus iria*、*Cyperus rotundus*、*Eleusine indica* were high, while the niche overlaps of *Leptochloa chinensis*、*Eclipta prostrata*、*Mollugo pentaphylla*、*Lindernia antipoda*、*Luudigia prostrata*、*Centipeda minima*、*Mazus japonicus* were also high, those of *Cleome viscosa*、*Bulbostylis barbata*、*Alternanthera philoxeroides* with other weeds were small, which indicated that their ecological demands were special compared with other weeds' in the autumn-harvested dry crop fields in Jinhua.

Key words Autumn harvested dry crop fields, Weed, Niche, Minimal spanning tree