

江苏省棉区棉田杂草群落发生分布规律的数量分析

强 胜, 胡金良
(南京农业大学农学系, 南京 210095)

摘要: 在对江苏省四大主产棉区82个样点727块田地共57.5hm²棉田杂草群落及草害进行7级目测法调查采集数据后, 对其进行主成分分析(PCA), 并赋以生态学意义的解释。研究表明, 江苏省棉田杂草的发生和分布与轮作种植制度和地理区域性密切相关, 其中轮作制度导致的田间水分的巨大差异是决定杂草群落结构特征的最深刻的原因, 导致全省水旱轮作棉田的杂草群落有趋同性。而地理区域性构成的土壤、气候等生态因子的差异的显著影响表现在对旱地棉田的杂草群落上。数量分析的结果, 可将全部样点分成4个组, 即1个水旱轮作组和3个旱地组(淮北棉区、沿海棉区和沿江棉区旱地组), 每组都对应着相应的优势杂草种。其中稗、马唐、鳢肠和千金子是水旱轮作组的优势杂草; 淮北棉区旱地组的优势种为牛筋草, 马唐和马齿苋, 马唐、铁苋菜和刺儿菜为沿海棉区旱地组的优势杂草, 沿江棉区旱地组的是马唐、狗尾草和铁苋菜。根据杂草群落发生的特点, 提出了相应的杂草防除策略。

关键词: 棉田杂草群落; 主成分分析; 发生分布规律; 生态学解释; 江苏省

Quantitative analysis of weed communities in cotton fields in cotton-growing regions of Jiangsu Province

QIANG Sheng, HU Jin-Liang (Department of Agronomy, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The outputs of a principal component analysis (PCA) were ecologically interpreted, after the overall weed infestation indexes of all weed populations occurred in 82 sampling sites amounted to 57.5hm² cotton fields was assessed by visual scoring the level of weed infestation to cotton in seven scales. There was a close relationship among the structure of weed community, crop rotation system and geographical factors. The marked difference in water content of soil resulted from the different crop rotation system with rice or dry crop significantly diversified weed distribution and occurrence in the cotton fields. The cropping rotation system with cotton-rice resulted in identity of weed communities in the cotton fields. While soil and climate factors determined by geographical regions significantly influenced the communities in the cotton fields with succession of dry-cropping system. All sampling sites were divided into four groups by PCA. The group of cotton cropping of rotation with rice had such dominants as *Echinochloa crusgalli*, *Digitaria sanguinalis*, *Eclipta prostrata* and *Leptochloa chinensis*. Three dry-cropping succession groups respectively were Huaibei cotton-growing region group with dominant weed *Eleusine indica*, *Digitaria sanguinalis* and *Portulaca oleracea*, Yanhai cotton-growing group with *Digitaria sanguinalis*, *Acalypha australis* and *Cephalanoplos segetum*, and Yanjiang cotton-growing group with *Digitaria sanguinalis*, *Setaria viridis* and *Acalypha australis* from the north to the south. According to the above weed distribution and occurrence pattern, weed control strategy was suggested.

Key words: Weed community in the cotton field; PCA; occurrence and distribution pattern; ecological explanation; Jiangsu Province

文章编号: 1000-0933(1999)05-0705-05 中图分类号: S181 文献标识码: A

江苏省的棉花种植区主要分布在徐州市、淮阴市、盐城市、南通市和扬州市,依次分别称之为淮北、沿海、沿江、里下河棉区。淮北棉区处于北纬35°左右的范围,沿海棉区位于北纬34°,而后两区则位于北纬32°的范围。由于受水源和自然生态条件因素的影响,沿江和里下河棉区多实行水稻-小麦(或油菜)-棉花的轮作种植方式,而沿海和淮北棉区则多为旱地作物(玉米、棉花、大豆、甘薯等)-小麦(或油菜)-棉花等连作轮作方式。不过,每个棉花种植区,其种植制度也有相当部分是相互交错的^[1]。

此前,已先期对沿海和沿江的沿黄海地区棉田的杂草进行过调查研究,表明棉田杂草群落和草害主要受轮作制度的制约^[2]。在此基础上,又对全省各主要棉区的棉田杂草进行系统而全面的定量调查研究,试图揭示江苏全省棉田杂草群落和草害发生和分布的规律,为农业种植制度的制定,特别是棉田杂草的防除提供理论依据。

1 调查研究范围及方法

对江苏全省四大主要棉区的徐州市、淮阴市、盐城市、南通市、扬州市的邳县、宿豫、泗阳、射阳、大丰、东台、如皋、启东、海门、江都、兴化、宝应等县市的棉区杂草进行调查。分别于1996和1997年棉花蕾、铃期进行。根据不同的区域、土壤类型、种植制度等,采用随机取样方法共选取82个样点(见图1),包括727块田,共计57.5hm²。

调查采用根据每种杂草的相对盖度、相对高度、和多度三者的综合指标制定的七级目测法,每个样点随机选择环境条件基本一致的10块田块(少部分样点少于10块)。调查的目测级数,经由综合值公式转化为数值型的优势度值^[3,4]。综合值= $\sum$ (该级出现样方数×该级代表值) / 50^[3,4]。

以频率超过10%的杂草作为分析指标(或称变量)共有45种杂草(见图2)。应用PSBA/PC02统计软件包在微型计算机上进行主成分分析(PCA)。在经过对开平方、正弦和余弦函数等转化处理的结果分析比较,选定了经开平方连续3次数据转化处理的计算结果。

对主成分分析的运算结果,进行生态学意义的分析和解释,并将样点分类。在每个分类群中,根据杂草的综合草害指数(简称综合指数)大小,确定该类型杂草群落的优势种和主要危害性杂草。

综合草害指数= $\sum$ (该级出现样方数×该级代表值) / 调查该类型群落的总样方数×5^[3,4]

有关数据的计算、转化和结果分析的方法还请参考文献[3~5]。

2 结果与分析

从表1列出的对前3个主分量的负荷量最大的23个杂草因素的负荷量看,对第一主分量影响呈正相关最大的是波斯婆婆纳(负荷量为0.8343),其次为狗尾草、刺儿菜、苣荬菜。从以样点为变量对杂草种的排序结果可知(图2)位于第一主成分轴的上方,此外,邻近的杂草还有乌敛莓、虻子草、马唐、小旱稗、铁苋菜、香附子、山苦荬、地锦、苧草、半夏等。多为喜旱性杂草,特别是象苣荬菜、刺儿菜、乌敛莓、香附子、山苦荬、半夏等旱生多年生杂草最为典型。最常出现于同类杂草群落中(图2)。负相关最大的是稗(-0.8575),依次为千金子和牛繁缕。位于图2的最下方,此外,邻近的杂草还有通泉草、鳢肠、和水花生等,均为喜湿性杂草,最常出现于另一类杂草群落中(图2)。据此分析,第一主成分轴应该是反应土壤湿度的。从以杂草种为变量对各调查样点的排序图可知(图3),位于第一主成分轴上方的样点均为旱地型。而且这些样点均分别取自淮北棉区、沿海棉区和沿江棉区。包括分别取自3个不同棉区样点所分别聚集的3个样点群,这些样点全为纯旱连作,基本上没有种植水稻的历史,多为砂性土壤,保水性较差,地势高垅。

位于第一主成分轴下方的38个样点(14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 71, 72, 75, 79, 80, 81, 82)均取自水旱轮作组,涵盖了全省各棉区的所有水稻-棉花轮作种植制度的棉田样点,土壤含水量较高,其主要发生的杂草按杂草综合草害指数

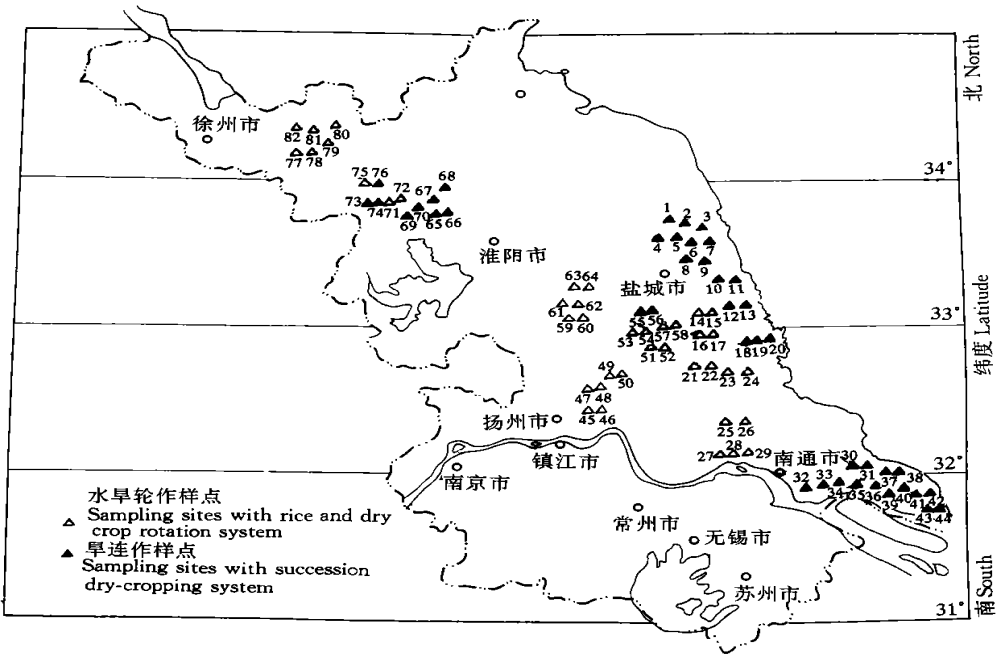


图1 江苏省棉田杂草群落调查样点分布图

Fig. 1 The distribution plot of sampling sites of weed community in the cotton fields in Jiangsu

表1 对前3个主分量的负荷量最大的25种杂草种的负荷量值

Table 1 Loading of twenty five weed species with the highest loading of the previous three principal components

杂草种类 Weed species	第一主分量 1st principal components	第二主分量 2nd principal components	第三主分量 3rd principal components	h ²
35. 稗 <i>Echinochloa crusgalli</i>	- 0.8575	- 0.1368	- 0.024	0.7546
1. 马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.5644	0.0204	- 0.1102	0.3311
3. 狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.7840	0.0394	- 0.0089	0.6163
10. 千金子 <i>Lophochloa chinensis</i>	- 0.7179	- 0.3957	- 0.1080	0.6836
11. 刺儿菜 <i>Cephalanoplos segetum</i>	0.7634	- 0.0132	- 0.1893	0.6188
9. 小旱稗 <i>Echinochloa crusgalli</i> var <i>austro-japonensis</i>	0.5281	0.0794	0.0891	0.2931
25. 茼草 <i>Arthraxon hispidus</i>	0.4701	- 0.4384	0.2824	0.4929
5. 牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	0.1816	0.5435	- 0.1510	0.3512
8. 苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	0.6953	- 0.1916	- 0.4020	0.6818
7. 乌敛莓 <i>Cayratia japonica</i>	0.6761	- 0.2915	- 0.1024	0.5526
40. 牛繁缕 <i>Malachium aquaticum</i>	- 0.7020	- 0.2293	- 0.2115	0.5901
13. 香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	0.5461	0.2196	0.3098	0.4424
6. 波斯婆婆纳 <i>Veronica persica</i>	0.8343	- 0.0454	- 0.2612	0.7663
16. 虻子草 <i>Lophochloa panicea</i>	0.5214	- 0.3805	0.2205	0.4653
21. 藜 <i>Chenopodium album</i>	0.0996	0.5026	- 0.1644	0.2896
23. 地锦 <i>Euphorbia humifusa</i>	0.5504	- 0.0004	- 0.1671	0.3308
24. 马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	- 0.3338	0.5640	- 0.4350	0.6187
27. 山苦荬 <i>Ixeris chinensis</i>	0.5054	0.1559	- 0.2563	0.3454
32. 野苋 <i>Amaranthus viridis</i>	- 0.3391	0.2337	- 0.5016	0.4212
33. 茵陈蒿 <i>Artemisia capillaris</i>	0.0898	0.0004	- 0.6305	0.4056
38. 小藜 <i>Chenopodium serotinum</i>	- 0.2837	- 0.1552	- 0.5241	0.3793
39. 反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0.2304	0.5520	- 0.1249	0.3734
45. 白磷莎草 <i>Cyperus nipponicus</i>	- 0.1822	0.5714	0.1074	0.4243
14. 通泉草 <i>Mazus japonicus</i>	- 0.4434	- 0.4504	- 0.1309	0.4166
19. 半夏 <i>Pinellia ternata</i>	0.4474	- 0.3943	0.2587	0.4226
特征值(λ) Eigen value	8.6971	4.1675	3.5381	16.4027
总信息百分率(%) Total information	19.3268	9.2610	7.18625	36.4504

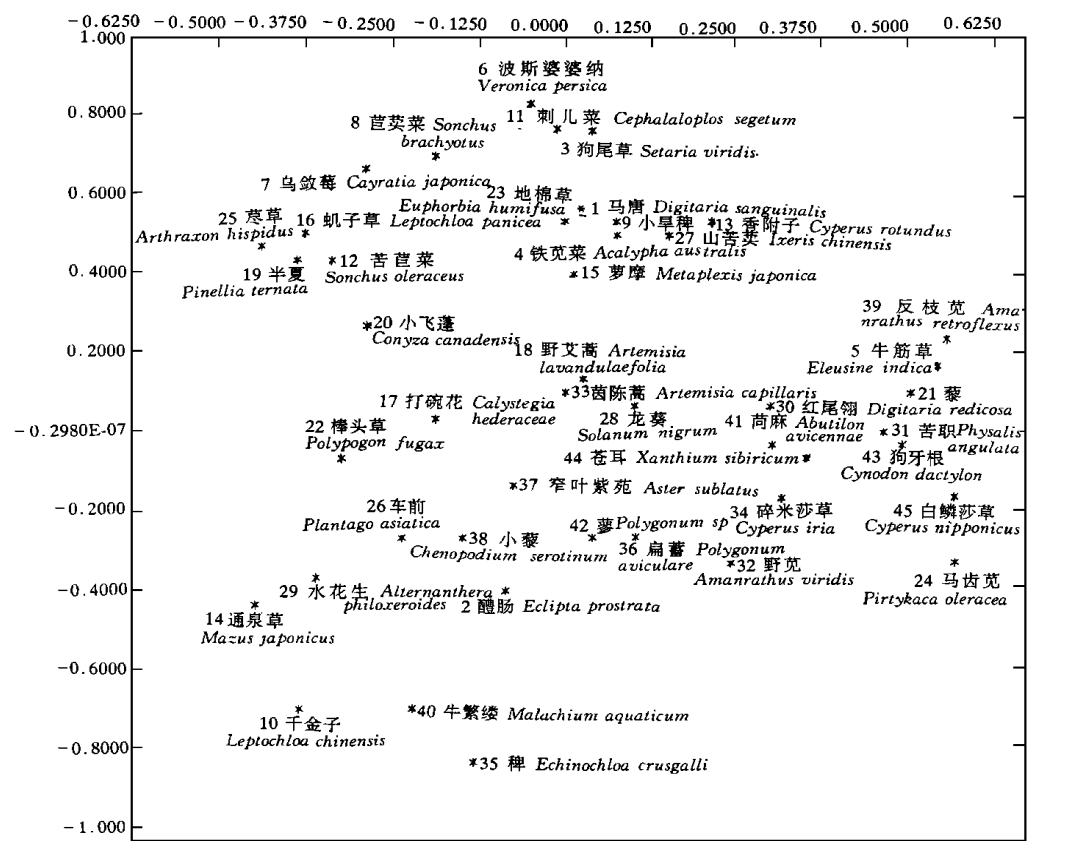


图2 江苏省棉田45种杂草的 PCA 排序二维散点图

Fig. 2 A two-dimensional scatter plot of PCA ordination for the 45 species of the cotton fields in Jiangsu Province
的大小分别为稗、马唐、鳢肠、千金子、铁苋菜和牛繁缕等，稗为优势种群。

从表1中的第二主分量负荷量呈正相关最大的杂草依次是白鳞莎草、马齿苋、反枝苋、牛筋草和藜。负相关最大的依次为通泉草、苋草、千金子、半夏和虻子草。这些杂草在发生的群落类型上是有显著差异的。再从图3的样点排序图可知，与第二主分量呈正相关的位于第二主成分轴右边样点，除8号样点外，均取自淮北棉区。而呈负相关的左边样点则取自沿江和里下河棉区，中间的聚集样点则取自沿海棉区，因此，第二主成分轴是对应着纬度以及地理区域地带变化的，右边的为淮北，中间的均为沿海棉区的样点，逐渐向南过渡到取自长江岸边的沿江棉区样点。根据地带性变化特点，取自淮北棉区旱连作地的12个样点(8, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 76, 77, 78)为一组，因除8号样点，均取自淮北棉区，故称之为淮北棉区旱连作组，其优势种为牛筋草，其次为马唐、马齿苋、狗尾草、铁苋菜等杂草(表2)，其纬度范围大致在北纬34°稍南至偏北。取自沿海棉区旱连作地的16个样点(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 55, 56)为一组，分布于盐城地区的射阳、大丰、东台和近邻的兴化市的2个样点(55, 56)，称之为沿海棉区旱连作组，其优势种为马唐，其次为铁苋菜、刺儿菜、波斯婆婆纳等杂草(表2)，其大致处在北纬33°稍南至偏北的纬度范围。取自沿江棉区旱连作地的16个样点(10, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44)为一组，除10号样点外，均取自沿江地区，故称之为沿江棉区旱连作组，其优势种为马唐，其次为狗尾草、铁苋菜、刺儿菜等杂草(表2)，其纬度范围大致在北纬32°左右。

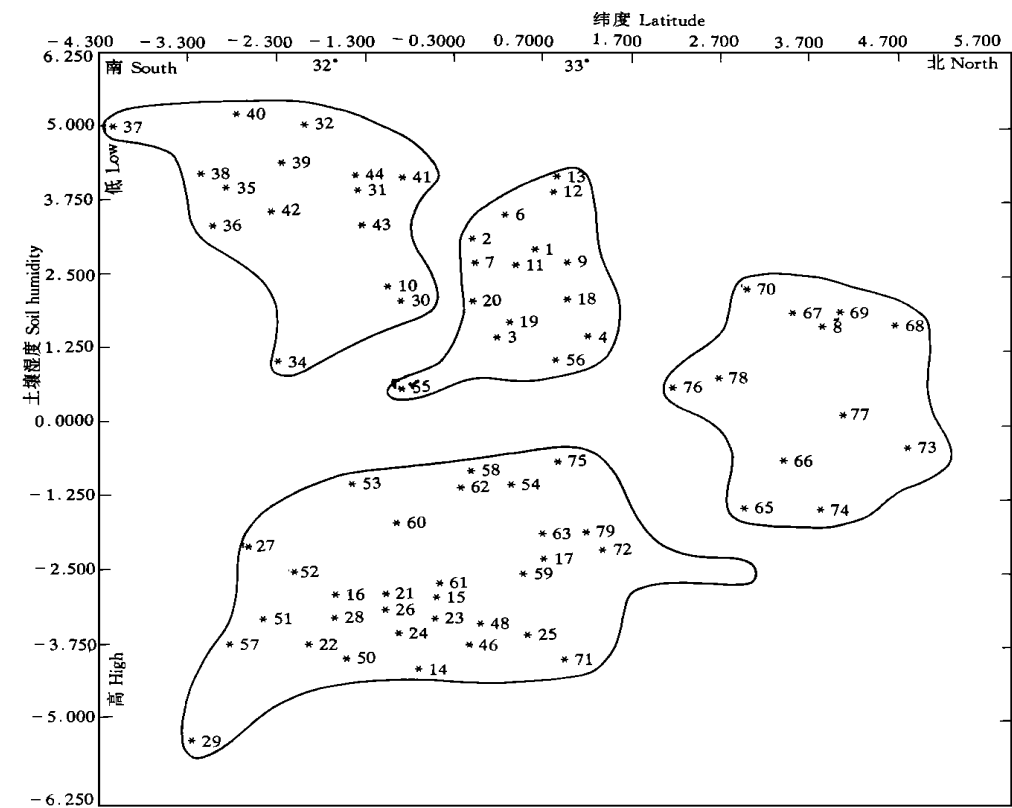


图3 江苏省82个棉田杂草群落样点

Fig. 3 A two-dimensional scatter plot of PCA ordination for the 82 sampling sites of weed community in the cotton fields in Jiangsu Province

从上面主成分分析的结果可以看出, 决定江苏省棉田杂草群落和草害发生分布的第一个主要因素, 就是轮作种植制度。旱连作和水旱轮作的主要差异是后者的水稻种植导致土壤水分含量明显高于前者, 从而由土壤水分含量的差异直接作用于杂草群落, 导致群落结构的不同。

旱连作, 这些田块多处于高垅地带, 土壤多为绵砂土或沙土, 灌水较为困难, 且不易截留雨水。而且, 不会出现在生长季节有淹水的时期, 所以使土壤始终保持着水分含量较低的状态。喜旱性的杂草狗尾草、刺儿菜、波斯婆婆纳、苣荬菜、乌敛莓、虻子草等生长发育良好, 它们的子实存留于土壤中能顺利度过不良生长季节。据研究, 狗尾草子实在土壤含水量15%~30%时, 发芽率最高, 而当水分含量高于40%时则萌发率降低。相反, 稗草子实在土壤含水量10%以下时, 很难萌发出苗, 在含水量15%时, 则萌发明显延迟。刺儿菜、狗尾草等在干墒土壤中生长最好。狗尾草和铁苋菜在高湿度的土壤中生活力降低, 寿命明显缩短^[3]。刺儿菜、乌敛莓、香附子、和苣荬菜等在淹水条件下, 其地下根状茎等营养繁殖器官很快全部死亡。

水旱轮作则田块总经过水稻种植季节, 生长季节的淹水是种植水稻时水分管理的主要特征。这种过程对杂草群落产生了深远的影响。淹水使原本在棉花田块中常发生的杂草不能正常出苗生长, 产生繁殖体, 从而降低了翌年棉花种植时杂草种群的数量。喜湿性水稻田杂草如稗、千金子、鳢肠等大量发生, 产生繁殖体, 加上, 上年淹水的过程以粘性土壤居多, 保水性好, 满足了稗等喜湿性杂草生长的条件。导致翌年棉花种植时, 这些杂草优势度明显提高(表2)。调查中发现, 水旱轮作回旱第一年棉, 稗和千金子的种群数量非常高, 如经连年棉花, 则这两种草的数量逐年降低。回旱第一年棉田的稗草综合指数比回旱后连续5a 棉的样点平均高出近1.5倍。此外, 淹水还破坏了原有的杂草子实库的结构。使喜旱性杂草繁殖体大量死亡。相

反,稗、千金子等在水田条件下,子实保持7a仍有一定发芽率,而在干旱条件下,经同样时间,则全部死亡^[3]。再则,水旱轮作还使在地理区域和地带性差异造成的生态因素差异对杂草群落结构影响降到最低限度。南北的差异性基本消失。所有水旱轮作棉田都发生相同的杂草群落。

从马唐的综合草害指数看是棉田最重要的杂草之一,虽属于中生性杂草,子实也较能忍耐长期淹水的条件,但水稻种植期间的淹水条件至少阻碍了其一个生长季节的发生,因此,水旱轮作较之所有3个旱连作组的马唐的种群数量要低些(表2)。不过,经棉连作多年的水旱轮作田块,马唐的种群数量会逐年上升。调查发现,回旱种棉当年的马唐综合指数平均为20.8,而连棉5a的,则马唐综合指数平均为31.9。

地理区域因素是导致江苏省棉田杂草群落结构和草害发生差异的第二个因素。其最明显影响是对旱作棉田杂草群落上。在北纬32°33'和34°左右的3个不同地区样点各自聚集成3个类型。地理因素决定了土壤类型、土壤pH、气温、光照等生态因素,从而间接作用和影响群落结构。沿江棉区是长江冲击形成的灰潮土和绵沙土区域,土壤结构较为松软,适合虻子草、香附子、狗尾草等杂草生长,发生量明显较高(表2)。

淮北棉区为黄河冲击平原,土壤为黄潮土,局部为砂姜黑土。年均日照时数长达2450h,比沿江棉区长200余小时,对牛筋草、马齿苋等喜光碳四植物生长有利,牛筋草、马齿苋等发生量较大,而且呈北多南少的逐渐变化趋势(表2)。而沿海棉区多为盐潮土、pH值相对较高,波斯婆婆纳、苣荬菜等则适宜生长、危害发生指数明显高于其它两个棉区的旱地组(表2)。

表2 江苏省棉区棉田杂草群落主要杂草种类的数量特征

Table 2 The quantitative characteristics of main weed species of weed communities in the cotton fields of the regions growing cotton in Jiangsu Province

杂草种名 Weed species	水旱轮作组		淮北棉区旱地组		沿海棉区旱地组		沿江棉区旱地组	
	Rice and cotton		Huabei dryland		Yanhai dryland		Yanjiang dryland	
	rotation	group	group		group		group	
	综合	频率	综合	频率	综合	频率	综合	频率
	指数	F	指数	F	指数	F	指数	F
	OWII	(%)	OWII	(%)	OWII	(%)	OWII	(%)
1. 马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	21.31	100.00	24.08	100.00	34.18	100.00	42.83	100.00
35. 稗 <i>Echinochloa crusgalli</i>	26.94	100.00	1.92	25.00	0.23	18.75	0	0
2. 鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i>	15.55	100.00	9.67	100.00	11.58	100.00	7.66	100.00
4. 铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	10.06	94.74	11.63	100.00	24.08	100.00	20.63	100.00
3. 狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.24	34.21	12.43	66.67	8.21	100.00	22.39	100.00
5. 牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	2.51	76.32	24.47	100.00	6.21	93.75	2.48	81.25
24. 马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	4.78	94.74	15.90	100.00	11.17	100.00	0.50	31.25
10. 千金子 <i>Lophochloa chinensis</i>	11.88	84.21	0.22	8.33	0.19	25.00	0.31	33.33
11. 刺儿菜 <i>Cephalanoplos segetum</i>	0.16	44.74	1.72	83.33	13.91	100.00	9.31	93.75
6. 波斯婆婆纳 <i>Veronica persica</i>	0.01	5.26	1.70	41.67	12.21	93.75	7.39	87.50
39. 反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0.25	10.53	7.18	83.33	1.54	37.50	0.31	12.50
13. 香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	0.19	13.16	4.72	100.00	2.65	62.50	8.92	62.50
8. 苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	0.02	2.63	0.02	8.33	7.85	81.25	3.64	68.75
32. 野苋菜 <i>Amaranthus viridis</i>	2.57	65.79	2.50	58.33	2.33	50.00	0.42	25.00
40. 牛繁缕 <i>Malachium aquaticum</i>	7.80	65.79	0.02	8.33	0	0	0	0
23. 地锦 <i>Euphorbia humifusa</i>	0.59	21.05	0.83	33.33	2.22	75.00	2.77	62.50
16. 虻子草 <i>Lophochloa panicea</i>	0.24	2.63	0	0	0.03	12.50	6.02	68.75
9. 小旱稗 <i>Echinochola crusgalli</i> var. <i>austro-japonensis</i>	0.32	1.32	1.35	58.33	0.77	43.75	6.21	68.75
7. 乌敛莓 <i>Cayratia japonica</i>	0	0	0.10	8.33	2.88	31.25	2.63	81.25
29. 水花生 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	2.45	36.84	0	0	0.01	6.25	0.25	25.00
30. 红尾翎 <i>Digitaria redicosa</i>	0.77	5.26	4.65	33.33	0	0	1.97	12.50
17. 打碗花 <i>Calystegia hederaceae</i>	1.08	60.53	0.45	25.00	1.35	56.25	1.79	68.75
31. 苦苣 <i>Physalis angulata</i>	0.67	18.42	1.50	58.33	0.09	25.00	0.03	12.50

3.2 防除措施的探讨

实行水旱轮作明显改变杂草群落结构,使得全省棉田杂草具有趋同性,变得较为单纯,多以稗、千金子、马唐等单子叶杂草危害为主,这对采取化学防除措施较为便利。水旱轮作也可降低多年生杂草的危害,如棉花地的苣荬菜、刺儿菜、香附子、乌敛莓等以及水稻田的水莎草、牛毛毡、扁秆草等。水旱轮作还对避免棉花病虫害的大发生有积极意义。所以有灌溉条件的地区,应大力提倡水稻-麦(油)-棉的轮作种植制度。

如上揭示的全省棉田杂草发生规律,对指导棉田杂草的化学防除有重要意义。旱连作棉田除单子叶杂草外,阔叶草特别是多年生杂草占有相当的比例,宜选用可同时防除这两大类杂草的除草剂,宜推广应用草甘膦定向喷雾。水旱轮作的田块则多以禾本科杂草危害为主,可以氟乐灵、乙草胺等土壤处理剂或用防除禾本科杂草的芳氧苯氧基丙酸类除草剂作茎叶处理,就可基本解决草害问题。此外,这一建议可用于对除草剂市场的预测,为除草剂品种的生产、推广、销售提供有价值的参考。同时也可为未来的棉田杂草发生的预测预报、杂草的计算机管理以及杂草的综合防除积累重要的资料。

参考文献

[1] 江苏农业地理编写组. 江苏农业地理. 南京: 江苏科学技术出版社1979.

[2] 强胜, 胡金良, 等. 江苏省沿海棉区棉田杂草群落的发生规律. 江苏农业学报, 1997, 14(2): 108~111.

[3] 强胜, 李扬汉. 安徽沿江圩丘农区水稻田杂草群落的研究. 杂草学报1989, 3(3): 18~25.

[4] 强胜, 李扬汉. 安徽沿江圩丘农区夏收作物田杂草群落分布规律的研究. 植物生态学与地植物学学报1990, 14(3): 212~219.

[5] 强胜, 王启雨, 等. 安徽省霍邱县夏收作物田杂草群落数量分析. 植物资源与环境1994, 3(2): 39~44.

[6] 唐洪元. 中国农田杂草. 上海: 上海科技教育出版社, 1991.