

## 长期定位施肥小麦田间杂草生物多样性的变化研究

尹力初 蔡祖聪

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

**摘要** 长期定位试验研究不同施肥小麦苗期田间杂草生物多样性的变化结果表明,不同施肥处理田间杂草种类与各杂草相对丰度均发生变化,且各处理间 Shannon 多样性指数( $H'$ )、Shannon 均匀度指数( $E$ )和 Margalef 物种丰富度指数( $D_{MG}$ )均存在差异,其原因可能是由于不同施肥造成各处理间土壤养分的不同,各种杂草的生长因而受其不同影响所致。

**关键词** 长期定位施肥 小麦田 杂草 生物多样性

**The change of the weed biodiversity in wheat field under a long-term located fertilization.** YIN Li-Chu, CAI Zu-Cong( Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China), *CJEA*, 2005, 13(3): 57~59

**Abstract** The change of the weed biodiversity in wheat field under a long-term located fertilization was studied. The results show that under different fertilization treatments, the species and relative abundance of weeds are changed, the diversity indices of Shannon's  $H'$ , Shannon's  $E$  and Margalef's  $D_{MG}$  are different. It is due to the different amounts of available soil nutrients which maybe have different impacts on the growth of different weeds.

**Key words** Long-term located fertilization, Wheat field, Weed, Biodiversity

(Received June 19, 2004; revised July 31, 2004)

杂草是农业生态系统的重要组成部分,且杂草生物多样性随农业生产措施的不同而不同<sup>[1-3]</sup>。其中施肥可改变土壤养分状况,影响杂草与作物或杂草与杂草间的竞争关系,进而影响农田杂草的生物多样性<sup>[4,5]</sup>,目前我国在该方面的研究尚属空白。本试验长期定位研究了不同施肥对小麦苗期田间杂草生物多样性的影响,为保护农田杂草生物多样性提供理论依据。

### 1 试验材料与方 法

试验在中国科学院封丘农业生态试验站进行,供试土壤为轻质黄潮土,土壤有机碳 5.83g/kg,全 P 0.50 g/kg,全 K 18.6g/kg,速效氮 9.51mg/kg,速效磷 1.93mg/kg,速效钾 78.8mg/kg。1989 年秋正式布置试验,共设全施化肥(NPK),施 N、P 化肥(NP),有机肥和化肥各施 1/2N,其 N、P、K 养分含量与 NPK 处理相同(1/2OM),全施有机肥,其 N、P、K 养分含量与 NPK 处理相同(OM),施 P、K 化肥(PK),施 N、K 化肥(NK)和未施肥(对照,CK)7 个处理。肥料品种 N 肥为尿素,P 肥为过磷酸钙,K 肥为硫酸钾。N 肥用量为 150 kg/hm<sup>2</sup>,其中 3/5 作基肥,2/5 作追肥施用;P、K 肥用量分别为 75kg/hm<sup>2</sup> 和 150 kg/hm<sup>2</sup>,与有机肥均作为基肥 1 次施入。有机肥以粉碎的麦秸为主,加上适量粉碎的大豆饼和棉仁饼,经堆制发酵后施用。施用前分析其 N、P、K 养分含量,以等 N 量为标准,有机肥中 P、K 不足部分用 P、K 化肥补充至等量。试验 4 次重复,随机区组排列,小区面积 47.5m<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。供试小麦品种为“郑麦 9023”。

2003 年 3 月 7~12 日在每小区设置 1 个 1m<sup>2</sup> 样方,调查杂草种类、各种杂草密度及生物量。同时用 15 个 0.3m×0.3m 小样框调查每小区各种杂草的发生频度。为消除各种杂草不均衡分布的影响,本试验采用包含杂草密度和频度的相对丰度值( $ra$ )作为衡量某种杂草重要程度的指标<sup>[6]</sup>,其计算式为:

$$\text{相对丰度}(ra) = (\text{相对密度} + \text{相对频度}) / 2 \quad (1)$$

式中,相对密度为小区中某种杂草的密度除以小区中所有杂草的密度之和;相对频度为小区中某种杂草的频度除以小区中所有杂草的频度之和。生物多样性指数为 Shannon 多样性指数( $H'$ )、Shannon 均匀度指数( $E$ )和 Margalef 物种丰富度指数( $D_{MG}$ )<sup>[6,7]</sup>,其计算式为:

$$H' = (N \lg N - \sum n \lg n) \times N^{-1} \quad (2)$$

$$E = H' \times (\ln N)^{-1} \quad (3)$$

$$D_{MG} = (S - 1) \times (\ln N)^{-1} \quad (4)$$

式中,  $N$  为各小区  $1\text{m}^2$  内所有杂草总数量,  $n$  为各小区  $1\text{m}^2$  内某种杂草数量,  $S$  为各小区  $1\text{m}^2$  内杂草种类数量。分析前杂草总密度和各种杂草密度进行  $(x + 0.5)^{1/2}$  转换<sup>[8]</sup>, 之后进行 LSD 比较 ( $P = 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥小麦苗期田间杂草密度比较

据调查小麦苗期田间共发现芥菜 (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.)、婆婆纳 (*Veronica agrestis* L.)、刺

表 1 不同施肥处理小麦苗期田间杂草密度比较

Tab.1 The densities of weeds under different fertilization treatments during the seeding stage of wheat

项 目 Items	杂草密度/株·m <sup>-2</sup> Weed density						
	处 理 Treatments						
	1/2OM	OM	NPK	NP	NK	PK	CK
芥 菜	51.3c	18.7b	55.3c	9.8b	0.0a	48.0c	0.0a
婆 婆 纳	213.3b	90.7b	27.0a	0.0a	0.0a	10.3a	0.0a
刺 儿 菜	0.3a	0.3a	0.0a	0.0a	2.5b	0.0a	5.0c
离 子 草	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	22.5b	0.0a	44.0c
麦 瓶 草	16.0b	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	13.8b	0.0a
播 娘 蒿	6.7bc	15.7c	4.0abc	0.3ab	0.0a	11.8c	0.0a
小 花 糖 芥	26.3b	56.7c	57.7c	46.0bc	0.0a	26.5b	0.0a
野 豌 豆	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.5a	0.0a
蚤 缀	2.0ab	7.0ab	6.7ab	20.0ab	0.0a	37.5b	0.0a
总 密 度	316.0c	189.0bc	150.7bc	76.0ab	25.0a	148.3bc	49.0a

儿菜 (*Cirsium segetum* Bge)、离子草 [*Chorispora tenella* (Pall.) DC.]、麦瓶草 (*Silene conoidea* L.)、播娘蒿 [*Descurainia sophia* (L.) Schur]、小花糖芥 (*Erysimum cheiranthoides* L.)、野豌豆 (*Vicia cracca* L.) 和蚤缀 (*Arenaria serpyllifolia* L.) 等 9 种杂草。不同施肥处理杂草总密度发生改变, 施有机肥 + 化肥 (1/2OM) 处理田间杂草总密度最大 (见表 1), 而未施 P 肥 (NK) 处理田间杂草总密度最小; 除野豌豆外各处理杂草密度均发生变化, 如芥菜和小花糖芥在 NPK 处理、婆婆纳

在 1/2OM 处理及蚤缀在 PK 处理其密度最大, 而 NK 和对照处理未被发现; 而离子草在 NK 和对照处理密度较大, 而在其他处理未被发现。这可能是由于长期不同施肥处理田间土壤养分状况发生了很大改变<sup>[2]</sup>, 影响各种杂草生长所致, 但因各种杂草对土壤养分需求和吸收利用能力存在差异<sup>[9]</sup>, 故各杂草所受影响亦存在差异。

### 2.2 不同施肥小麦苗期田间杂草种群组成比较

不同施肥处理田间杂草总密度及各种杂草密度的变化必将导致小麦苗期田间各杂草的相对丰度及优势种群组成发生改变。施有机肥十化肥或全施 N、P、K 化肥处理小麦苗期田间优势杂草 (相对丰度  $\geq 10\%$ ) 为芥菜、婆婆纳和小花糖芥 (见表 2); 仅施有机肥处理则其优势杂草为芥菜、婆婆纳、播娘蒿和小花糖芥; 仅施 N、P 化肥处理则其优势杂草为芥菜、小花糖芥和蚤缀等; 仅施 N、K 或未施肥对照处理则其优势杂草为刺儿菜和离子草等; 而仅施 P、K 化肥处理其优势杂草为芥菜、麦瓶草、小花糖芥和蚤缀等。

表 2 不同施肥处理小麦苗期田间杂草相对丰度比较

Tab.2 The relative abundances of weeds under different fertilization treatments during the seeding stage of wheat

项 目 Items	相对丰度/% Relative abundance						
	处 理 Treatments						
	1/2OM	OM	NPK	NP	NK	PK	CK
芥 菜	30.8	20.7	39.1	21.2	0.0	30.1	0.0
婆 婆 纳	42.5	21.4	12.7	0.0	0.0	5.9	0.0
刺 儿 菜	0.6	0.5	0.0	0.0	16.0	0.0	16.8
离 子 草	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0	0.0	83.2
麦 瓶 草	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	0.0
播 娘 蒿	4.8	14.3	4.0	1.1	0.0	8.8	0.0
小 花 糖 芥	14.8	35.4	37.6	62.3	0.0	20.0	0.0
野 豌 豆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
蚤 缀	2.2	7.6	6.5	15.5	0.0	23.9	0.0

### 2.3 不同施肥小麦苗期田间杂草生物多样性指数比较

由表 3 可知长期施用 PK 化肥小麦苗期田间杂草物种丰富度最高, 杂草种类包括芥菜、婆婆纳、猪殃殃、麦瓶草、播娘蒿、小花糖芥和野豌豆; 未施肥对照处理田间杂草物种丰富度最低, 杂草种类仅有离子草和刺

儿菜。其原因可能是不同施肥处理导致杂草生存的外部环境条件不同,特别是土壤养分条件不同,而各种杂草对该外部环境条件改变的适应能力却有所差异<sup>[10]</sup>。如长期未施肥对照或仅施 N、K 化肥导

致土壤中 P 素养分降低<sup>[2]</sup>,该条件下离子草生长较好而其他杂草则很难生长。施用 P、K 化肥或全施 NPK 化肥、全施有机肥处理田间杂草均匀度指数高于未施肥处理。这是因为不同杂草种类间数量分布均匀程度前 3 者高于后者,如施用 PK 化肥处理田间杂草芥菜数量最多,仅占总数量的 32.4%,而未施肥对照处理离子草数量却占总数的 89.8%。长期不同施肥处理对小麦苗期田间杂草物种多样性指数产生较大影响。仅施 PK 化肥处理田间杂草物种多样性指数最高,而未施肥对照处理其物种多样性指数最低,这是因为前者杂草种类最多,且各种杂草数量分布较均匀,而后者杂草种类最少且各种杂草数量分布相差悬殊。

### 3 小 结

长期不同施肥处理小麦苗期田间杂草种类、优势杂草组成、各杂草密度和相对丰度均发生变化,导致 Shannon 多样性指数( $H'$ )、Shannon 均匀度指数( $E$ )和 Margalef 物种丰富度指数( $D_{MG}$ )的不同。其原因可能是不同施肥处理间土壤养分不同,从而影响了杂草生长所致。

### 参 考 文 献

- 1 陈欣,王兆骞.农业生态系统杂草多样性保持的生态学功能.生态学杂志,2000,19(4):50~52
- 2 钦绳武,顾益初,朱兆良.潮土肥力演变与施肥作用的长期定位试验初报.土壤学报,1998,35(3):367~375
- 3 Buhler D. D. Implications of weed seed bank dynamics to weed management. Weed Sci.,1997,45:329~336
- 4 Dieleman J. A. Identifying associations among site properties and weed species abundance. II. Hypothesis generation. Weed Sci.,2000,48(5):576~587
- 5 Nyarko K. A. Effects of nitrogen application on growth, nitrogen use efficiency and rice-weed interaction. Weed Research,1993,33:269~276
- 6 Derksen D. A. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. Weed Research,1995,35:311~320
- 7 Stevenson F. C. Weed species diversity in spring barley varies with crop rotation and tillage, but not with nutrient source. Weed Sci.,1997,45:798~806
- 8 Barberi P. Weed communities of wheat as influenced by input level and rotation. Weed Research,1997,37:301~313
- 9 Paolini R. Competition between sugarbeet and *Sinapis arvensis* and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization. Weed Research,1999,39:425~440
- 10 Sindel B. M. Growth and competitiveness of *Senecio madagascariensis* Poir. (L.) under different fertilizer use and increases in soil fertility. Weed Research,1992,32:399~406

表3 不同施肥处理小麦苗期田间杂草生物多样性指数比较

Tab.3 The diversity indices of weeds under different fertilization treatments during the seeding stage of wheat

项 目 Items	处 理 Treatments						
	1/2OM	OM	NPK	NP	NK	PK	CK
Shannon 多样性指数	0.40b	0.48bc	0.45bc	0.22a	0.16a	0.59c	0.16a
Shannon 均匀度指数	0.07abcd	0.10cd	0.09bcd	0.05ab	0.06abc	0.12d	0.04a
Margalef 物种丰富度指数	0.73bc	0.74bc	0.60b	0.35a	0.34a	0.95c	0.27a