

长期不同施肥方式对麦田杂草群落结构及生物多样性的影响

张志铭¹, 黄绍敏², 叶永忠^{1*}, 杨先明²

(1. 河南农业大学 生命科学学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 对郑州地区长期不同施肥结构下麦田杂草群落的物种构成和杂草密度等指标进行了调查。结果表明, 长期不同施肥方式对小麦—玉米和小麦—大豆2种轮作方式中麦田杂草群落结构及多样性指数的影响存在差异, 这可能是长期不同施肥处理影响了土壤的营养成分, 以及不同杂草对养分的吸收积累能力不同所致。另外, 像猪殃殃、芥菜等杂草表现出了对土壤特定养分的一定依赖性。

关键词: 施肥方式; 杂草; 群落; 生物多样性

中图分类号: S147.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)06-0067-04

The Effects of Long Term Different Fertilization on Community and Biodiversity of Crop Weeds

ZHANG Zhi-ming¹, HUANG Shao-min², YE Yong-zhong^{1*}, YANG Xian-ming²

(1. College of Life Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: A survey was conducted in Zhengzhou on species constitution and the densities of weeds community which is under long term different fertilization. The paper gives analysis of the difference of weeds constitution and diversity index existing in the stage of wheat in both wheat-corn rotation and wheat-soybean rotation under long term different fertilization. It is due to the different kinds of available soil nutrients which may have different impacts on the growth of different weeds. For example, the *Galium aparine* L. and *Capsella bursa-pastoris* Medic showed certain dependence on specific soil nutrient.

Key words: Fertilization; Weed; Community; Biodiversity

在自然条件下, 一个生态系统的生物种类越多, 组成越复杂, 整个生态系统就越稳定^[1,2]。在人为管理模式下, 长期不同的施肥方式下农田生态系统群落结构和生物多样性的变化规律已成为生态系统研究的重要内容之一。特别是近年来, 人们逐渐认识到杂草已成为农田生态系统中重要的生物组成部分^[3], 保持农田一定的杂草生物多样性, 对保护天敌、控制害虫、防止土壤侵蚀、促进养分循环、消除环境污染、维持生态系统功能的正常发挥和保持生态

平衡等有着不可忽视的作用^[4,5]。

施肥是现在农户种田不可缺少的管理方式, 通过施肥不仅对作物的生长发育产生影响, 达到增产增收的效果, 同时也能影响田间各种杂草的生长, 从而对农田杂草的生物多样性产生影响^[6,7]。因此, 拟通过本试验, 研究长期不同施肥方式对小麦田间杂草物种组成、盖度、生物量的影响, 并对农田肥力进行预测, 从而为保护农田生物多样性的研究提供参考。

收稿日期: 2010-01-04

基金项目: 河南省科技攻关项目(0524050005)

作者简介: 张志铭(1983-), 男, 河南濮阳人, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物生态与生物多样性。

*通讯作者: 叶永忠(1957-), 男, 湖北黄梅人, 教授, 博士生导师, 主要从事植物生态与生物多样性研究。

1 材料和方法

1.1 样地基本情况

调查地点为黄淮海地区唯一的潮土土壤肥力长期定位监测基地“农业部郑州潮土生态环境重点野外科学观测试验站”，于1988年秋建站。长期施肥标准：N肥为尿素，P肥为过磷酸钙，K肥为硫酸钾。N肥用量为 165 kg/hm^2 ，其中基肥和追肥各半；P、K肥用量分别为 82.5 kg/hm^2 和 165 kg/hm^2 ，与有机肥均作为基肥一次施入。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。

1.2 调查内容和方法

试验站共设置11个区，每区 400 m^2 ，包括小麦—玉米和小麦—大豆2种轮作方式。处理区包括一个长期不种植区(Blank)，一个种植对照区(CK，种植、不施肥)和9种不同施肥处理，单独施肥处理分别为：氮(N)、氮磷(NP)、氮钾(NK)、磷钾(PK)、氮磷钾(NPK)、有机肥与无机肥配合(MNPK)、倍量有机肥与无机肥配合(1.5MNPK)、秸秆还田(SNPK)和小麦大豆轮作下有机无机配合(Crop rotation+MNPK)。

2007年3—5月在每个小区中间($12\text{ m} \times 4\text{ m}$)的4个角落设4个取样点，每个样点 1 m^2 。分别对其样方内小麦及杂草的种类组成、密度等进行调查。

物种多样性采用不同的指数进行分析，即田间密度(ρ)、丰富度指数(P)、Shannon—Wiener多样性指数(H')、Simpson指数(λ)、Evenness均匀度指数(E)、Ecological dominance生态优势度指数(C)^[8-11]。

2 结果与分析

2.1 不同施肥方式下麦田杂草的种类组成

样地内常见杂草8种，分别是燕麦(*Avena fatua* L.)、猪殃殃(*Galium aparine* L.)、打碗花(*Calystegia hederacea* Wall.)、播娘蒿(*Descurainia sophia* (L.) Schur)、野豌豆(*Vicia sativa* L.)、荠菜(*Capsella bursa-pastoris* Medic)、泽漆(*Euphorbia helioscopia* L.)和加拿大蓬(*Erigeron canadensis* L.)。

在Blank区有8种杂草；CK区田间优势杂草有打碗花、播娘蒿、野豌豆、荠菜和加拿大蓬5种；N处理区优势杂草有野豌豆、荠菜、泽漆和加拿大蓬4

种；NP处理区田间优势杂草有燕麦、猪殃殃、打碗花、播娘蒿、野豌豆、荠菜、泽漆等；NK处理区田间优势杂草有燕麦、猪殃殃、打碗花、野豌豆、荠菜和泽漆；PK处理区其优势杂草为燕麦、猪殃殃、打碗花、野豌豆、荠菜和加拿大蓬6种；MNPK处理区优势杂草为猪殃殃、播娘蒿、野豌豆、荠菜和泽漆5种；1.5MNPK处理区优势杂草有燕麦、猪殃殃、播娘蒿、野豌豆、荠菜和泽漆6种；SNPK处理区其优势杂草为播娘蒿、燕麦和猪殃殃3种；而Crop rotation+MNPK处理区优势杂草为猪殃殃、打碗花和荠菜。

2.2 不同施肥方式下麦田杂草密度

不同施肥处理导致小麦杂草总密度发生改变。由表1可见，Blank处理区杂草密度最大，为 1856.61 株/m^2 ，其次为N处理区、SNPK处理区、NK处理区、1.5MNPK处理区和Crop rotation+MNPK区。其中，未施N肥(PK)处理区田间杂草总密度最小，为 18.25 株/m^2 。其中各杂草在不同处理区间的总密度变化差异较大，如燕麦在N、NPK和Crop rotation+MNPK处理区没有生长，而在CK和NP处理区密度较高，其他差异不大；猪殃殃除在N处理区没有生长以外，其他处理区均有存在，其中在SNPK处理区较高；播娘蒿在CK和PK、NPK和1.5MNPK处理区分布均匀，为 5.00 株/m^2 左右，其他处理基本没有生长；野豌豆除了在MNPK、SNPK和Crop rotation+MNPK处理区没有生长以外，其他处理均有，其中CK和NK处理区较高；荠菜在N、NK处理区密度最高，而在MNPK和SNPK处理区没有生长；泽漆除了在NP、SNPK和Crop rotation+MNPK处理区没有存在以外，在其他处理区密度差异不大；加拿大蓬除在Blank、CK、N和NP处理区存在以外，在其他处理区未被发现。这可能是在长期不同施肥处理下土壤发生了很大变化，杂草对土壤营养物质的需求和吸收能力不同，从而影响其不同的杂草分布^[12,13]。

2.3 不同施肥方式下麦田杂草群落种群相似性

长期不同施肥方式下的麦田杂草群落的相似性系数见表2。由表2可以看出，不同施肥方式下杂草群落中种类相似性不同，NP与NK、NPK、1.5MNPK处理区农田杂草种群相似性系数较高，NK与PK、MNPK、1.5MNPK处理区农田杂草种群相似性系数也较高，而CK区与Blank、MNPK、SNPK处理区的相似性系数比较低，均在0.4以下；N处理区与MNPK、

SNPK、Crop rotation + MNPK 处理区的相似性系数 均在 0.3 以下。

表 1 不同施肥方式下麦田杂草田间密度 株/ m²

麦田杂草	Blank	CK	N	NP	NK	PK	NPK	MNPK	1.5 MNPK	SNPK	Crop rotation+MNPK
燕麦	1499.50	11.50	0.00	7.50	1.00	0.50	0.00	0.25	0.25	2.50	0.00
猪殃殃	5.11	5.70	0.00	18.25	0.75	5.50	35.75	55.50	11.75	100.00	51.50
打碗花	6.25	0.75	0.00	2.50	0.75	0.50	0.00	0.25	0.00	0.00	4.25
播娘蒿	324.5	5.75	0.00	0.00	0.00	7.50	4.75	0.00	4.75	1.00	0.00
野豌豆	13.50	6.75	0.50	0.50	3.50	0.25	0.25	0.00	0.50	0.00	0.00
芥菜	1.75	11.50	112.5	0.50	85.50	0.25	0.25	0.00	12.25	0.00	0.25
泽漆	1.75	1.80	1.25	0.00	0.75	3.75	1.25	0.25	1.25	0.00	0.00
加拿大蓬	4.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总计	1856.61	44.00	114.50	29.50	92.25	18.25	42.25	56.25	30.75	103.50	56.00

表 2 不同施肥方式下麦田杂草群落的相似性系数

处理	Blank	CK	N	NP	NK	PK	NPK	MNPK	1.5 MNPK	SNPK	Crop rotation+MNPK
Blank	1										
CK	0.38	1									
N	0.33	0.67	1								
NP	0.47	0.67	0.55	1							
NK	0.43	0.55	0.6	0.92	1						
PK	0.43	0.36	0.6	0.77	0.83	1					
NPK	0.76	0.6	0.67	0.83	0.73	0.55	1				
MNPK	0.67	0.22	0.25	0.73	0.80	0.60	0.44	1			
1.5MNPK	0.86	0.55	0.60	0.92	0.83	0.67	0.55	0.6	1		
SNPK	0.55	0.25	0	0.60	0.44	0.44	0.5	0.57	0.67	1	
Crop rotation+MNPK	0.55	0.50	0.29	0.60	0.67	0.67	0.5	0.57	0.44	0.33	1

2.4 不同施肥方式下麦田杂草群落生物多样性

由图 1 可知，N、NK、MNPK 和 Crop rotation + MNPK 处理区物种丰富度和生物多样性不高，分布也不均匀，但其生态优势度相对较高。CK、NP、NPK、1.5MNPK 处理区 Simpson 指数 (λ) 偏高，分布也较均匀，但其生态优势度指数 (C) 较低，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，特别是土壤营养成分不同，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^[12, 13]。

Blank、N、NK、MNPK、SNPK、Crop rotation + MNPK 处理区杂草生态优势度指数明显高于其他处理区，介于 0.68~0.97，而 NP、NPK、1.5MNPK 处理区的却在 0.3 上下，N 处理区比 NP 处理区高 73.26%；农田杂草均匀度指数 (E)、丰富度指数 (P)、Simpson 指数 (λ) 和 Shannon - Wiener (H') 4 个指数在 11 个处理区域的分布趋势相似，在 NP、PK、NPK、1.5MNPK 处理区较高，而其他处理区较低。

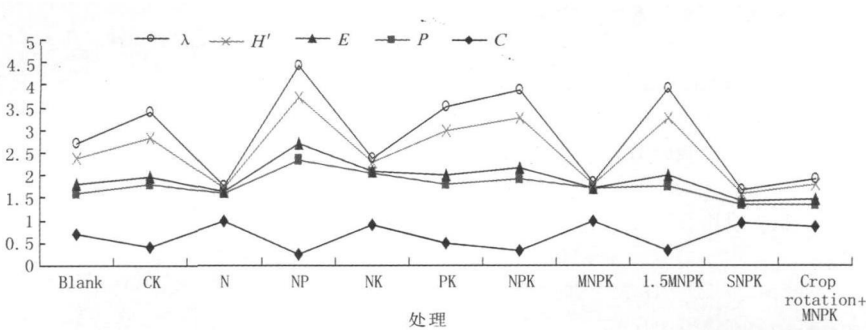


图 1 不同施肥方式下麦田杂草生物多样性指数

3 讨论

长期定位施肥影响农田杂草群落物种组成。本次调查物种涉及到不同科属的8种植物,在不同施肥方式下各区系的杂草种类和各杂草密度均不相同,导致各区系 Shannon—Wiener 多样性指数(H')、Evenness 均匀度指数(E)、Ecological dominance 生态优势度(C)、Sorensen 群落相似系数(V)、Simpson 指数(λ)均不相同,这和各区系长期不同施肥方式下土壤的有机无机等成分含量不同是有关的。由于不同杂草对某种营养元素的吸收积累能力是不同的,表现出了对土壤特定养分的一定依赖性,像芥菜等特殊杂草对 N、P、K 等养分有一定的依赖性,而对某种成分具有排斥性。考虑到我国每隔几年花费大量物力、人力对土壤肥力进行调查,如果能根据田间杂草的这一依赖性来作为土壤肥力判定的初步指标,将会给我国节省不少人力财力,为此,笔者以后将做进一步调查研究。

参考文献:

- [1] Martinez-Ghersa M A, Ghersa C M, Satorre E H. Coevolution of agriculture systems and their weed companions; implications for research[J]. Field Crops Research, 2000, 67: 181-190.
- [2] Ghersa C M, Leon R J C. Successional changes in agroecosystems of the Rolling Pampa[M] // Walker L R. Ecosystems of the world 21, ecosystems of disturbed. Amsterdam; Elsevier, 1999.

(上接第 61 页)

参考文献:

- [1] 牟洪香.生物柴油木本能源植物文冠果的资源调查与研究[D].北京:中国林业科学研究院, 2006.
- [2] 高伟星,那晓婷,刘克武.生物质能源植物——文冠果[J].中国林副特产, 2007(1): 93-94.
- [3] 邓红,仇农学,王军.超声辅助水相酶解提取文冠果油[J].农产品加工·学刊, 2008(7): 53-57.
- [4] 杨金海.文冠果开发及人工栽培技术[J].科技信息, 2008(19): 329.
- [5] 吴菲.文冠果早实丰产栽培技术[J].中国林副特产, 2008(6): 47-48.
- [6] 郭征,许新峰,沈植国.文冠果栽培管理及开发利用[J].现代农业科技, 2009(14): 201-202.
- [7] 马慧丽,吕德国,秦嗣军,等.盆栽寒富苹果光合特性的研究[J].河南农业科学, 2007(7): 104-106.

- [3] 王志勇,李晓宏.农田杂草资源多样性的保持[J].咸宁学院学报, 2006, 26(3): 70-71.
- [4] 陈欣,王兆骞.农业生态系统杂草多样性保持的生态学功能[J].生态学杂志, 2000, 19(4): 50-52.
- [5] 冯伟,潘根兴,强胜,等.长期不同施肥方式对稻油轮作田土壤杂草种子库多样性的影响[J].生物多样性, 2006, 14(6): 461-469.
- [6] 丁圣彦,谷艳芳,苗琛,等.黄河中下游典型地区不同土地利用类型杂草群落比较研究[J].河南大学学报:自然科学版, 2006, 36(1): 75-78.
- [7] 尹力初,蔡祖聪.长期定位施肥小麦田间杂草生物多样性的变化研究[J].中国生态农业学报, 2005, 13(3): 57-59.
- [8] 谷卫彬,宇振荣.农田边界生物多样性与边界属性相互关系研究[J].生态学杂志, 2002, 21(3): 10-14.
- [5] Barberi P. Weed communities of wheat as influenced by input level and rotation[J]. Weed Research, 1997, 37: 301-313.
- [9] 马克平.生物多样性的测定[M] //钱迎倩.生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社, 1994.
- [10] 张玲,方精云.太白山南坡土壤种子库的物种组成与优势成分的垂直分布格局[J].生物多样性, 2004, 12(1): 123-130.
- [11] 张玲,方精云.秦岭太白山 4 类森林土壤种子库的储量分布与物种多样性[J].生物多样性, 2004, 12(1): 131-136.
- [12] 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[J].土壤学报, 1998, 35(3): 367-375.
- [13] Paolini R. Competition between sugarbeet and *Sinapis arvensis* and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization[J]. Weed Research, 1999, 39: 425-440.

- [8] 许大全.光合作用气孔限制分析中的一些问题[J].植物生理学通讯, 1997, 33(4): 241-244.
- [9] 刘飞虎,梁雪妮,刘小莉.4种野生报春花光合作用特性的比较[J].园艺学报, 2004, 31(4): 482-486.
- [10] 潘瑞炽.植物生理学[M].北京:高等教育出版社, 2001.
- [11] 许大全.光合作用的“午睡”现象[J].植物生理学通讯, 1997(6): 467.
- [12] 时丽冉,周丽峰,崔兴国.胶东卫矛光合速率日变化及其影响因子研究[J].辽宁林业科技, 2008(6): 7-9.
- [13] 侯小改.4个牡丹品种光合特性的比较研究[J].河南农业大学学报, 2007, 41(5): 527-530.
- [14] 陶汉之.茶树光合日变化的研究[J].作物学报, 1991, 17(6): 444-452.
- [15] 张红瑞,张文波,高致明,等.牛膝光合作用日变化特征的研究[J].中国农学通报, 2008, 24(12): 228-231.