

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 1 期
Vol.31 No.1
2011



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 1 期 2011 年 1 月 (半月刊)

目 次

青藏高原东缘林线杜鹃-岷江冷杉原始林的空间格局	缪 宁,刘世荣,史作民,等 (1)
季风常绿阔叶林不同恢复阶段藤本植物的物种多样性比较	李帅锋,苏建荣,刘万德,等 (10)
越冬和复苏时期太湖水体蓝藻群落结构的时空变化	顾婷婷,孔繁翔,谭 啸,等 (21)
海南新村湾海草床主要鱼类及大型无脊椎动物的食源	樊敏玲,黄小平,张大文,等 (31)
广西涠洲岛造礁珊瑚种群结构的空间分布	梁 文,张春华,叶祖超,等 (39)
宽窄行栽植模式下三倍体毛白杨根系分布特征及其与根系吸水的关系	席本野,王 烨,贾黎明,等 (47)
干旱河谷-山地森林交错带土壤水分与养分特征	刘 彬,罗承德,张 健,等 (58)
信号分子水杨酸减缓干旱胁迫对紫御谷光合和膜脂过氧化的副效应	易小林,杨丙贤,宗学风,等 (67)
UV-B 辐射对南方红豆杉生活史型和紫杉烷类含量的影响	于景华,李德文,庞海河,等 (75)
模拟氮沉降对石栎和苦槠幼苗土壤呼吸的影响	李 凯,江 洪,由美娜,等 (82)
环渤海湾地区连作苹果园土壤中酚酸类物质变化	孙海兵,毛志泉,朱树华 (90)
不同施肥方法对马来沉香和土沉香苗期根系生长的影响	王 冉,李吉跃,张方秋,等 (98)
秋华柳和枫杨幼苗对镉的积累和耐受性	贾中民,魏 虹,孙晓灿,等 (107)
祁连山北坡退化林地植被群落的自然恢复过程及土壤特征变化	赵成章,石福习,董小刚,等 (115)
中国北方农牧交错带 C3 草本植物 $\delta^{13}C$ 与温度的关系及其对水分利用效率的指示	刘贤赵,王国安,李嘉竹,等 (123)
不同退耕模式细根(草根)分解过程中 C 动态及土壤活性有机碳的变化	荣 丽,李守剑,李贤伟,等 (137)
黑龙江省完达山东部林区东北虎猎物生物量	周绍春,张明海,孙海义 (145)
生态保护项目对大熊猫栖息地的影响	张玉波,王梦君,李俊清 (154)
石灰和 EM 处理条件下土壤动物群落在落叶分解中的变化	高梅香,张雪萍 (164)
基于 EPG 的麦长管蚜、麦二叉蚜和禾谷缢管蚜取食行为比较	苗 进,武予清,郁振兴,等 (175)
对映-贝壳杉烷型二萜类化合物对土壤纤毛虫群落的毒性效应	宁应之,杜海峰,王红军 (183)
红脂大小蠹种群空间格局地统计学分析及抽样技术	潘 杰,王 涛,宗世祥,等 (195)
山西不同生态型大豆种质资源蛋白亚基的变异	王燕平,李贵全,郭数进,等 (203)
施肥和覆膜垄沟种植对旱地小麦产量及水氮利用的影响	李廷亮,谢英荷,任苗苗,等 (212)
近 40a 甘肃省气候生产潜力时空变化特征	罗永忠,成自勇,郭小芹 (221)
基于 GIS 的农村住区生态重要性空间评价及其分区管制——以兴国县长冈乡为例	谢花林,李秀彬 (230)
农户收入差异对生活用能及生态环境的影响——以江汉平原为例	杨 振 (239)
河北省耕地生态经济系统能值指标空间分布差异及其动因	王 千,金晓斌,周寅康,等 (247)
土地利用对石漠化地区土壤团聚体有机碳分布及保护的影响	罗友进,魏朝富,李 渝,等 (257)
专论与综述	
景观格局-土壤侵蚀研究中景观指数的意义解释及局限性	刘 宇,吕一河,傅伯杰 (267)
美国煤矿废弃地的生态修复	张成梁,B. Larry Li (276)
农田土壤食物网管理的原理与方法	陈云峰,胡 诚,李双来,等 (286)
学术信息与动态	
旱地、荒漠和荒漠化:探寻恢复之路——第三届国际荒漠化会议述评	吕一河,傅伯杰 (293)

施肥和覆膜垄沟种植对旱地小麦产量及水氮利用的影响

李廷亮¹, 谢英荷^{1,*}, 任苗苗¹, 邓树元², 单杰², 雷震宇³, 洪坚平¹, 王朝辉⁴

(1. 山西农业大学资源与环境学院, 山西太谷 030801; 2. 山西省襄汾县土肥站, 山西襄汾 041500;
3. 山西省临汾市土肥站, 山西临汾 041000; 4. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 通过大田试验研究了施肥和覆膜垄沟种植对旱地冬小麦群体动态、产量构成及水氮利用的影响。结果表明, 覆膜垄沟种植和追肥处理可显著提高旱地冬小麦穗数, 追肥处理可减少后期无效分蘖; 覆膜垄沟种植和追肥处理产量分别比农户模式提高了 11.73% 和 13.91%, 穗数和穗粒数是其产量提高的关键因素; 覆膜垄沟种植方式可减少土壤水分损耗, 水分利用率为 11.60 kg·hm⁻²·mm⁻¹, 显著高于其他处理; 追肥处理能有效促进小麦生育中后期对氮素的吸收利用, 在基施氮量 165 kg/hm² 上再追肥 30 kg/hm², 地上部分吸氮总量增加 15.45 kg/hm², 追肥氮的利用率显著高于底肥氮利用率, 为 51.5%。

关键词: 旱地; 冬小麦; 覆膜垄沟种植; 追肥; 产量; 水氮利用率

Effects of fertilization and plastic film mulched ridge-furrow cultivation on yield and water and nitrogen utilization of winter wheat on dryland

LI Tingliang¹, XIE Yinghe^{1,*}, REN Miaomiao¹, DENG Shuyuan², SHAN Jie², LEI Zhenyu³, HONG Jianping¹, WANG Zhaohui⁴

1 College of Resources and Environmental, Shanxi Agriculture University, Taigu 030801, China

2 Xiangfen Soil and Fertilizer Station, Xiangfen 041500, China

3 Linfen Soil and Fertilizer Station, Linfen 041000, China

4 College of Resources and Environmental Sciences, Northwest Agriculture & Forestry University, Yangling 712100, China

Abstract: Water and nutrient are the major restriction factors for growth and development of winter wheat on dryland. Therefore, it is of great importance to study water-fertilizer interaction effects under the conditions of natural precipitation for increasing winter wheat yield, fertilizer utilization, soil productivity and improving soil structure on dryland. However, the water-fertilizer interaction effects were not only the coordination in quantity, but also closely related to crop growth stages. Meanwhile, interaction effects were all closely related to soil moisture and fertility, and changed with regional differences of soils and climate. So effects of fertilization and plastic film mulched ridge-furrow cultivation system on population dynamics, yield components and utilization of water and nitrogen of winter wheat on dryland were studied by field experiment in rain-fed growing areas in Xiangfen county, Shanxi province. The experiment consisted of 5 treatments, i. e. no nitrogen fertilization, conventional nitrogen fertilization, recommended fertilization, recommended nitrogen fertilization + top dressing and recommended nitrogen fertilization + plastic film mulched ridge-furrow cultivation. Potassium fertilizer was not applied in all treatments, rate of phosphate was 120 kg P₂O₅/hm², and top dressing was carried out when rainfall happened at booting stage. Ridge width was 20 cm, ridge height was 6 cm and furrow width was 20 cm in plastic film mulched ridge-furrow cultivation system. There was no irrigation and the rainfall was 182.6 mm over the winter wheat growth season. Obtained results showed that both the plastic film mulched ridge-furrow cultivation and top dressing treatments promoted

基金项目: 国家“十一五”支撑计划项目(2008BADA4B09); “国家小麦现代产业技术体系建设专项经费”资助

收稿日期: 2010-05-20; **修订日期:** 2010-12-03

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiyinghe@163.com

winter wheat spike number formatting evidently, which was around 4.6 million plants/hm². Spike number and kernel number per spike were the key factors in increasing yield of plastic film mulched ridge-furrow cultivation and top dressing treatments on dryland; the invalid tillerings could be reduced by later top dressing. The yield of plastic film mulched ridge-furrow cultivation and top dressing treatments were 11.73% and 13.91% higher than that of conventional fertilization respectively. The plastic film mulched ridge-furrow cultivation could obviously reduce consumption of soil water, so the water consumed by plastic film mulched ridge-furrow cultivation was only 172.82 mm, which was the lowest among all treatments, and the water utilization efficiency of plastic film mulched ridge-furrow cultivation system was highest, being 11.60 kg·hm⁻²·mm⁻¹. The top dressing treatment promoted effectively soil water to be absorbed and utilized by winter wheat, with the water efficiency being 10.47 kg·hm⁻²·mm⁻¹, which was significant higher than that of both conventional nitrogen fertilization and recommended nitrogen fertilization. Therefore, to some extent, the plastic film mulched ridge-furrow cultivation and top dressing were important measures to increase water use efficiency and solve soil water shortages in arid regions. The top dressing also effectively promoted the nitrogen and utilization by winter wheat in medium-late growth period. The total absorption of nitrogen in aboveground part of winter wheat was increased by 15.45 kg/hm², and the agronomic efficiency and apparent recovery efficiency of applied N by 20.6% and 106.1%, respectively by top dressing of 30 kg N/hm² on the basic nitrogen application of 165 kg/hm². The nitrogen use efficiency of top dressing was 51.5%, which was significantly higher than that of base fertilization. Therefore, plastic film mulched ridge-furrow cultivation and rational fertilizer top dressing according to the regularity of nitrogen requirement are the important measures for increasing yield and utilization of water and nitrogen of winter wheat on dryland.

Key Words: dry land; winter wheat; plastic film mulched ridge-furrow cultivation; top dressing; yield; water and nitrogenous utilization efficiency

水分胁迫和养分胁迫是旱地作物生长的两个主要限制因子,因而水肥管理成为旱地农业生产中的核心问题^[1-2],旱地冬小麦在我国小麦生产中占有十分重要的地位,研究自然降水条件下旱地水肥耦合效应对提高旱地冬小麦产量、肥料利用率以及改善土壤结构、提高土壤生产力有重要意义^[3-5]。冬小麦旱作区水资源紧缺,生产用水主要依靠自然降水,产量一直处于较低水平。覆盖栽培在旱作农业中广泛应用,采用地面覆盖(秸秆覆盖和地膜覆盖)可以有效减少棵间土壤水分蒸发,增加贮水量,降低水分亏缺程度,提高小麦产量^[6-8]。施肥特别是氮磷钾合理施用,能促进冬小麦根系生长发育,使土壤水分得到充分利用,提高产量及水分利用效率^[9]。在黄土旱塬区施肥对土壤生产力、土壤水分变化和氮肥利用都具有重要影响,但施肥在促进了作物对土壤水分的吸收利用致使土壤生产力显著提高的同时,也会使得土壤出现水分亏缺层和 NO₃-N 的累积^[10]。大量研究资料表明,在旱地条件下,随降水量的增加,肥料的生产效率提高,而随施肥量的增加,水分利用效率亦相应提高^[11-14]。但简单认为水或肥是旱作农田作物生产力提高的主要限制因素是不全面的。在水资源有限的条件下,旱地农业生产的关键是水、氮的合理配合,水氮高效耦合也不仅仅是量上的配合,而且与作物的生育时期关系密切,同时旱地农田水氮耦合效应不仅与降雨量而且和土壤底墒及土壤肥力等都有密切关系^[15-16],具有区域差异性,为此本试验在山西省襄汾县旱地冬小麦雨养种植区,研究了施肥和覆膜垄沟种植对冬小麦群体动态、产量形成、水氮需求规律以及利用率等方面的影响,以期为确立山西及我国旱地冬小麦高产、高效与环境友好型的栽培施肥技术提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点基本情况

试验于2008年10月—2009年6月在山西省临汾市襄汾县伯玉村旱地小麦种植区进行,试验地位于东经111°25′,北纬35°53′,该区属暖温带大陆性季风气候,年平均日照时数2419 h左右,有效积温4700℃,年均气温在12.6℃左右,无霜期180—210 d,年平均降雨量为550 mm左右,主要集中在7—9月份,冬小麦生育期

间常年平均降水为 180 mm。土壤类型为石灰性褐土,质地为中壤土, pH 8.02, 耕层土壤有机质平均含量 11.2 g/kg, 全氮 0.88 g/kg, 硝态氮 14.41 mg/kg, 速效磷 13.42 mg/kg, 速效钾 201.91 mg/kg, 容重为 1.14 g/cm³。

1.2 试验设计

试验共设 5 个处理:处理 1 为对照;处理 2 是当地农民习惯施肥量,为农户模式;处理 3 为推荐施肥,是当地配方施肥根据近年来 3414 试验结果提供的肥料用量;处理 4 是在处理 3 的基础上于孕穗期随降雨再追肥 30 kg/hm²;处理 5 是在处理 3 的基础上采取覆膜垄沟栽培,垄上覆膜、沟内膜侧播种,播种 2 行,行距 20 cm,垄宽 35 cm,沟宽 30 cm。处理 1—4 种植方式采用旋地平作:播前浅旋耕,深度 13 cm,耙耱后播种,行距 20 cm。每个处理重复 4 次。小区面积 6.25 m × 16 m,采用随机区组排列。供试品种为当地多选用的抗旱品种临旱 6 号。

以过磷酸钙(含量 12%)为底肥,氮肥选用尿素(含量 46%),两种肥料在小麦播种前均匀撒入相应小区,翻入土壤耕层后耙平。试验于 2008 年 10 月 3 日播种,2009 年 6 月 3 日收获,冬小麦生育期不灌溉,生育期降雨量为 182.6 mm。

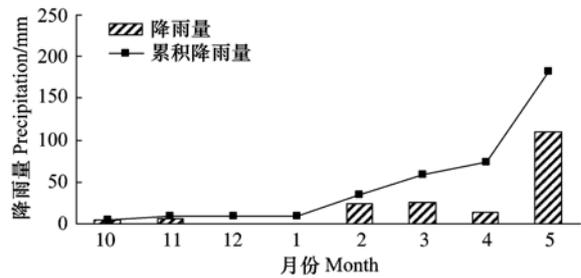


图 1 2008—2009 年冬小麦生育期降雨分布

Fig. 1 Rainfall distribution during winter wheat growing seasons in 2008—2009

表 1 襄汾试验田旱地冬小麦高产试验方案

Table 1 Test scheme of high yield of dryland winter wheat in Xiangfen

试验处理 Experiment treatment	播量 Sowing rate/(kg/hm ²)	养分用量 Rates/(kg/hm ²)		种植方式 Plant patterns
		N	P ₂ O ₅	
1	150	0	120	旋地平作
2	150	127.5	120	旋地平作
3	150	165	120	旋地平作
4	150	165 + 30	120	旋地平作
5	150	165	120	覆膜垄沟

试验处理均不施 K 肥

1.3 测定项目及方法

小麦群体的测定 从三叶期开始,每小区选 3 个样点,每点长 1 m。基本苗由 3 样点的苗数平均值折算而成,并进行标记,在冬小麦拔节期、孕穗期、灌浆期、成熟期进行叶蘖动态监测。

小麦产量和考种 小麦成熟时,在各小区中央收获 3 m × 10 m 脱粒计产;并对每小区所标记的 3 个 1 m 长小麦样段,调查穗数、粒数、千粒重等指标。

土壤水分测定和水分利用效率^[17] 播种前和收获时每个小区采取 2 m 土样(每 20 cm 为 1 个层次),用烘干法测定土壤含水量。

耗水量 ET(mm) = 播前 2 m 土壤贮水量 - 收获时 2 m 土壤贮水量 + 生育期有效降水量

作物水分利用效率(kg·hm⁻²·mm⁻¹) = 小麦籽粒产量/耗水量

氮肥利用效率^[18]

氮肥农学效率 = (施氮肥后所获得的作物产量 - 不施氮肥条件下作物的产量)/化肥纯氮的投入量

氮肥的当季回收率 = (施氮肥后作物收获时地上部的吸氮总量 - 未施氮肥作物收获期地上部的吸氮总量)/化肥纯氮的投入量

1.4 试验统计方法

试验数据均用 Excel 和 DPS 数据处理统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 施肥和覆膜垄沟种植对冬小麦群体结构的影响

定点调查各处理小麦群体结构动态(表2)表明,在播量为150 kg/hm²情况下不同处理的基本苗差异不显著,平均为222万株/hm²。小麦最大分蘖数出现在拔节前期,此时处理2、3、4总茎数差异不明显,但覆膜处理5比其他处理分别高955.31、545.33、310.22、385.09万株/hm²,且差异显著($P < 0.05$)。表现为覆膜处理的前期增温保水效应。处理4和处理5最后成穗数平均为463万穗/hm²,比处理2和处理3高约60万穗/hm²,差异显著($P < 0.05$)。处理4孕穗期后无效分蘖较其他处理最少,约为20万株/hm²。可见,通过垄上覆膜效应在前期增加的分蘖于生长后期大部分死亡,但可在小麦吸氮高峰的拔节至孕穗期通过追肥来减少无效分蘖。

表2 施肥和覆膜垄沟种植对冬小麦群体结构的影响

处理 Treatments	苗期	拔节前期	孕穗期	灌浆期	成熟期	
	Seeding	Early jointing stage	Booting stage	Grain filling stage	Maturity stage	
	基本苗	总茎数	总茎数	总茎数	穗数	
	Number at Emergency	Total stem number	Total stem number	Total stem number	Spike number	
	/(万株/hm ²)	/(万株/hm ²)	/(万株/hm ²)	/(万株/hm ²)	/(万穗/hm ²)	
1	246.62a	780.14c	416.21b	399.21b	385.17b	382.17b
2	187.94a	1190.12b	463.23a	415.23b	404.20b	404.20b
3	212.49a	1425.23b	489.24a	411.21b	410.20b	403.20b
4	248.65a	1350.36b	473.25a	467.23a	460.23ab	453.23a
5	215.87a	1735.45a	507.25a	485.24a	479.24a	472.24a

同一列不同字母表示不同处理在0.05水平上差异显著

2.2 施肥和覆膜垄沟种植对冬小麦产量及构成因素的影响

从试验田冬小麦生物量及其产量(表3)来看,处理4的生物量较处理2增加10.5%,产量增加13.91%,差异显著($P < 0.05$),所以旱地冬小麦生育中期追肥,是增产的重要技术措施。覆膜垄沟种植表现出了一定的增产效应,与处理2比增产效果显著($P < 0.05$),达到了11.73%,生物量最高,为4772.78 kg/hm²。

表3 施肥和覆膜垄沟种植对冬小麦产量及构成因素的影响

处理 Treatments	生物产量	经济产量	穗数	穗粒数	千粒重
	Biological yield	Grain yield	Spike number	Kernel number	1000-kernel weight
	/(kg/hm ²)	/(kg/hm ²)	/(10 ⁴ 穗/hm ²)	per spike/粒	/g
1	3578.57d	1599.34c	382.17b	18a	35.3a
2	4156.51c	1802.30b	404.20b	19a	35.3a
3	4297.40bc	1917.63ab	403.20b	20a	36.2a
4	4591.43ab	2052.88a	453.23a	21a	35.4a
5	4772.78a	2013.65a	472.24a	21a	35.4a

同一列不同字母表示不同处理在0.05水平上差异显著

从小麦产量构成3要素看,各处理之间穗粒数、千粒重均无显著差异,处理4、5的穗数要显著高于其他处理($P < 0.05$),产量与穗数成正相关($r = 0.8641$)。分析表明不同处理间穗数变异最大($CV = 8.96\%$),千粒重变异最小($CV = 1.08\%$),穗粒数变异居中($CV = 6.59\%$)。因此提高小麦的穗数和穗粒数,是提高当地冬小麦产量的关键。

2.3 施肥和覆膜垄沟种植下土壤的水分特征及水分利用效率

从图2可以看出,收获后不同处理0—40 cm土壤含水量较播前都有所提高,处理5为14%,明显高于其他处理,这是因为小麦灌浆期(2009年5月)的降雨量丰沛,为109.3 mm,占全生育期降雨量的59.9%(图

1), 而覆膜垄沟种植可有效接纳雨水, 增加土壤水分含量; 各处理在 40—140 cm 土层的含水量差异不明显, 平均值在 7.5%—9.6%; 在 140—200 cm 土层, 处理 5 土壤水分含量分别为 11.4%、11.6%、13.4%, 均高于其他处理。表明覆膜垄沟种植在一定程度上可以减少土体水分消耗, 具有保墒作用。

播前 80—120 cm 土壤含水量最低, 为 8%—9%, 而收获后各处理 60—140 cm 土层含水量更低, 仅为 6—8%, 低水层由播前的 40 cm 扩展为 80 cm, 并且各处理 60—180 cm 土壤含水量都较播前有所减少, 表明直到 180 cm 土层的水分都可被小麦吸收利用。

由表 4 可知, 冬小麦收获后, 处理 5 的 2m 土层贮水量显著高于其他处理, 为 281.46 mm, 比播种前增加了 3.6%, 处理 3 和处理 4 较播前分别降低了 7.2%、4.9%, 可见覆膜垄沟种植是干旱地区集雨保墒的有效栽培措施。覆膜垄沟种植的水分利用率最高, 为 11.65

$\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$, 其次为追肥处理, 水分利用率为 $10.47\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$, 且均与推荐施肥处理和农户模式差异显著。表明覆膜垄沟种植可以提高作物产量和降低土壤水分损耗, 追肥可以起到以氮促水的作用, 所以在一定程度上两者是提高水分利用率和解决干旱地区土壤水分紧缺问题的重要措施。

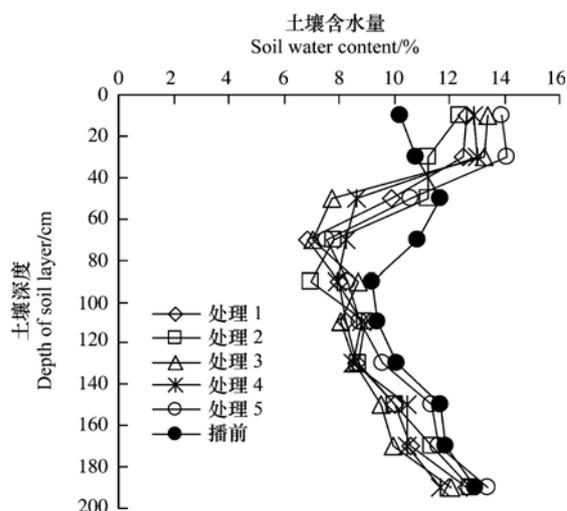


图 2 冬小麦播前、收获后土壤 0—200 cm 水分特征
Fig. 2 Soil water characteristic of 0—200 cm before winter wheat sowing and post-harvest

表 4 施肥和覆膜垄沟种植对水分利用率的影响

Table 4 Effects of fertilization and ridge film furrow planting on WUE of winter wheat

处理 Treatments	播前贮水量 Water storage before sowing /mm	收获后贮水量 Water storage past-harvest /mm	降雨量 Rainfall /mm	耗水量 Water consumed /mm	作物水分利用率 Efficiency of water utilization / $(\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1})$
1	271.68	256.64b	182.60	197.64a	8.09d
2	271.68	259.83b	182.60	190.91a	9.44c
3	271.68	252.16b	182.60	202.12a	9.49c
4	271.68	258.26b	182.60	196.02a	10.47b
5	271.68	281.46a	182.60	172.82b	11.65a

2.4 施肥和覆膜垄沟种植对旱地冬小麦氮肥利用效率的影响

由表 5 可见, 除空白各处理间氮肥农学效率无显著差异, 平均为 2.09%, 处理 4 和处理 5 的氮肥当季回收率平均为 7.42%, 与处理 2、3 差异显著。当基施氮量从处理 2 的 $127.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 增加到处理 3 的 $165\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时, 小麦地上部分吸氮总量无显著变化, 氮肥农学效率提高 21.2%, 当季回收率反而有所降低; 在基施氮量 $165\text{ kg}/\text{hm}^2$ 上再追肥 $30\text{ kg}/\text{hm}^2$, 地上部分吸氮总量增加 $15.45\text{ kg}/\text{hm}^2$, 与处理 3 差异显著, 氮肥农学效率提高了 20.6%, 氮肥当季回收率提高了 106.1%, 追肥氮的利用率为 51.5%; 在基施氮量 $165\text{ kg}/\text{hm}^2$ 上进行覆膜垄沟种植地上部分吸氮总量增加 $11.41\text{ kg}/\text{hm}^2$, 氮肥农学效率提高了 30.1%, 氮肥当季回收率提高了 79.8%。表明根据冬小麦需氮规律合理适时追肥和覆膜垄沟种植可以显著提高旱地冬小麦的氮肥利用率; 也说明了小麦对追肥氮的吸收利用效率高于基肥氮, 保持土壤水分是提高旱地冬小麦氮肥利用率的关键。

3 讨论

已有研究表明, 影响冬小麦产量的构成因素大小顺序为穗数 > 穗粒数 > 千粒重, 穗数是构成产量的主导因素^[19], 华北平原麦田土壤有机质含量不高, 单位面积有效穗数偏低是限制该地区小麦产量的主要因素^[20],

本研究也表明亩穗数是影响当地冬小麦产量的关键因素,也有研究表明穗粒数和千粒重在产量构成中起主导作用^[21]。分析其原因,在土壤肥力比较低的冬小麦旱作区,千粒重差异不显著,穗数是冬小麦稳产的基础,而在一些有机质含量高的高产田,公顷穗数基本稳定,穗粒数和千粒重对产量的影响相对较大。据张谋草等^[22]研究表明,影响穗籽粒数多少的气候因子是拔节至孕穗期的积温。若能在此期间通过调节水肥条件来延长生长天数,增加积温,则有利于穗粒数增加。因此通过施肥、栽培措施提高小麦的亩穗数和穗粒数,是旱地冬小麦增产的关键。

表 5 施肥和覆膜垄沟种植对氮肥效率的影响

Table 5 Effects of fertilization and ridge film furrow planting on N fertilizer efficiency

处理 Treatments	总吸氮量 Total N uptake /(kg/hm ²)	氮肥农学效率 Agronomic efficiency of applied N /(kg/kg)	氮肥当季回收率 Apparent recovery efficiency of applied N/%
1	30.51c	—	—
2	36.18bc	1.59a	4.45b
3	36.85bc	1.93 a	3.84b
4	45.96a	2.33 a	7.92a
5	41.92ab	2.51 a	6.91a

水分是制约旱区作物生长的主要因子,如何最大限度利用天然降水,以较少的水分消耗获得尽可能多的经济产量,是旱地农业生产面临研究的重要课题。许多研究表明秸秆覆盖能显著提高冬小麦产量和水分利用率^[8, 23-24],但也有研究表明不论有无灌溉,秸秆覆盖均趋于降低冬小麦产量和水分生产效率^[25];刘文国等^[2]通过定点试验研究表明地膜覆盖的籽粒水分利用率显著高于常规种植和秸秆覆盖模式,达 $9.9 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1}$;李俊红^[26]研究表明沟播较平播成穗率高 3.5%,水分利用率高 2.85%。本试验采用覆膜和沟播相结合的垄膜沟播种植方式,可有效减少地面蒸发、增加水分入渗,提高土壤贮水能力,籽粒水分利用率为 $11.6 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。

冬小麦氮素积累量在返青期后迅速增加,至灌浆初期达最大值^[27],从冬小麦氮素阶段积累量以及其占总氮积累量的百分含量来看,拔节期氮素积累量最高,占全生育期地上部氮素积累量的 40% 左右,其次是灌浆期和成熟期,分别占到 26.43% 和 19.55%^[28],由于氮肥在土壤中易挥发、淋失,以及冬小麦返青前对氮素的吸收积累量少,所以许多专家提出了水地上的氮肥后移技术。大量研究表明^[28-30]氮肥后移在高产的同时可以显著提高氮素利用率,且提出了“氮量 30% 后移增产效益”,“50% 做基肥,50% 返青后追肥”等措施。旱地没有灌水条件,一般将全部肥料做底肥一次施足。但本研究表明,孕穗期随降雨追肥可以显著增加旱地冬小麦的有效穗数及最终产量,说明旱地小麦对后期的追肥氮比较敏感,在拔节期到灌浆期选择合适时机随降雨进行追肥是旱地冬小麦实现增产的重要措施。但考虑到实际降雨时间的不确定性,适时追肥有时不易进行,鉴于此,笔者建议也可在返青期土壤解冻时,用播种耧进行深施追肥,此时上层土壤由于湿度较大,可借浆溶肥,即“顶凌追肥”,其增产效应笔者也在后续的试验中的得到了验证。所以旱地小麦要一改“一炮轰”的施肥习惯。

合理运筹氮肥是实现小麦高产高效的重要措施,氮肥效应的发挥既与土壤水分条件有关,又受施氮时期的影响。本研究结果表明,追肥氮的利用率显著高于底肥氮,损失率则低于底肥氮,适当增加追肥氮的比例可以提高氮肥利用率。

本试验中氮素当季回收率仅为 4%—8%,氮素损失偏大,氮素利用率低的主要原因是冬小麦的产量低,研究年份当地大面积旱地小麦出现绝收,减产 5 成以上,本研究中最高产量也不足 $140 \text{ kg}/666.7 \text{ m}^2$ 。分析原因与当年小麦生育期降雨分布不均有关,冬小麦耗水量最大时期为拔节期到抽穗期^[31],而试验年份生育期 60% 的降雨量集中在灌浆至成熟期,从播前到抽穗期降雨仅为 73.3 mm(图 1),2008 年从 6—9 月份降雨量也不足往年同期降雨量(370 mm)的 60%。抽穗期前降雨不足影响了冬小麦的生长发育及最终产量和氮素利

用率。说明旱地冬小麦产量不仅与降雨量有关,更重要的是降雨量的分布。同时也有研究表明^[32],在有利于氨挥发的条件下,氨挥发损失率可高达施氮量的 40%—50%,成为氮素损失的主要途径。关于晋南旱地冬小麦种植期间的土壤氮素平衡需做进一步定位试验研究。

4 结论

覆膜垄沟种植在旱地冬小麦生育期间具有很好的集雨保墒效果,可增加分蘖数和穗数,从而提高产量,与农户模式比增产效果显著。同时覆膜垄沟种植可有效减少土壤水分损耗,收获后 2 m 土层贮水量显著高于其他处理,水分利用率最高。在拔节期至孕穗期适时随降雨追肥,可有效促进冬小麦生育中后期对氮素的吸收利用,从而可减少无效分蘖、增加穗数及产量,同时冬小麦生育期追肥氮的利用率显著高于底肥氮,损失率则低于底肥氮。

References:

- [1] Gao Y J, Zheng X F, Li S Q, Tian X H, Wang Z H, Li S X, Du J J. Requirements of water and nitrogenous fertilizer to increase winter wheat yield under straw mulch. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(1):55-59.
- [2] Liu W G, Zhang J C, Cao W X, Dang Z P, Qiang Q, Gao Y J, Li S X. Effects of different wheat cultivation methods on soil moisture use-efficiency in dry land soil. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2006, 15 (5):47-51.
- [3] Wang B, Liu W Z, Dang T H, Gao C Q, Chen J, Gan Z T. Effect of long-term fertilization on winter wheat water utilization in rain-fed farmland of the Loess Tableland. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2008, 14 (5): 829- 834.
- [4] Xin N Q, Hou X Y, Zhang Y Q. Important progress on research development and countermeasures of dry land agriculture in north china. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2001, 9(4):58-60.
- [5] Wen H D, Liu Y Z, Li X L, Li S W, Wang D W. Water and fertilizer coupling and dry land agricultural sustainable development *Soil and Environmental Sciences*, 2002, 11(3): 315-318.
- [6] Zhang J, Lu J J, Wang Y H, Li J H, Ding Z Q, Yao Y Q. Effects of different mulching methods on winter wheat the growth on west of Henan dry land. *Agricultural Research in the Arid*, 2008, 26(2): 94-97.
- [7] Li Z J. Research on utilizing rate of moisture of winter wheat's Film-furrow cultivation in dryland. *Chinese Agriculture Science Bulletin*, 2007, 23 (5): 207-209.
- [8] Zhao Z Z, Liang Z J, Qi H L, Wang Y X, Hao X S, Nie A Q. Study on the high-yielding mechanism of film-mulching culture in wheat in dryland. *Agricultural Research in the Arid*, 2002, 20(2): 1-4
- [9] Liu C F. Effects of Fertilization on Grain Yield, Quantity and WUE in Winter Wheat. Lanzhou:Gansu Agriculture University, 2005.
- [10] Guo S L, Dang T H, Hao M D. Effects of fertilization on wheat yield, NO_3^- -N accumulation and soil water content in semi-arid area of china. *Scientia Agricultural Sinica*, 2005, 38(4):754-760.
- [11] Lu Q X, Li H M. A review of research on Interaction between water and fertilizer and coupling model in arid farmland. *Water Conservancy Science and Technology and Economy*, 2008, 14(8):625-628.
- [12] Wang H Y, Han L B, Huang M Y. Mechanism and effect of water and fertilizer coupling under drought stresses. *Chinese Agriculture Science Bulletin*, 2006, 22(6):124-128.
- [13] Sepaskhah A R, Azizian A, Tavakoli A R. Optimal applied water and nitrogen for winter wheat under variable seasonal rainfall and planning scenarios for consequent crops in a semi-arid region. *Agriculture Water Manage*, 2006, 84:113-122.
- [14] Lenka S, Singh A K, Lenka N K. Water and nitrogen interaction on soil profile water extraction and ET in maize wheat cropping system. *Agriculture Water Manage*, 2009, 96:196-207.
- [15] Gao Y J, Li S X. Analysis of the effect of water and fertilizer on crop production in farmland of arid zone in northern china. *Engineering Science*, 2002, 4(7):22-27.
- [16] Luo J J, Huang G B. Effects of different soil water before sowing on winter wheat yield and WUE in semi-arid areas. *Journal of Irrigation and Drainage*, 2009, 28(3):102-104.
- [17] Fan T L, Song S Y, Xu Y P, Li X M. Relation ship between canopy temperature and water use efficiency/grain yield among dry land winter wheat genotypes during grain filling stage. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11):4491-4497.
- [18] Zhong Q, Ju X T, Zhang F S. Analysis of environmental endurance of winter wheat/summer maize rotation system to nitrogen in North China Plain. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2006, 12 (3): 285-293.
- [19] Sun B P, Sun S Z, Li F Y, Li X Y, Liu F. Influence of climatic condition on the spike number per plant of wheat. *Chinese Journal of Eco-*

- Agriculture, 2005, 13(4):60-64.
- [20] Cui Z L, Chen X P, Zhang F S, Xu J F, Shi L W, Li J L. Analysis on fertilizer applied and the central factors Influencing grain yield of wheat in the northern china plain. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2008, 23(supplement):224-229.
- [21] Li C X, Hu G X, Jiang L N, Shao Y, Li D F, Zhen D Y, Wang Y J. Effect of tillage and fertilization on yield components and physiological characteristics in leaves of winter wheat. *Journal of Triticeae Crops*, 2009, 29(5):885-891.
- [22] Zhang M C, Zhao M L, Jin Z P, Huang B, Wang N Z, Ma C Q. Analysis of winter wheat yield composition factors in east of Gansu Province. *Chinese Agriculture Science Bulletin*, 2008, 24(12):469-472.
- [23] Zhang S L, Lars L D, Tong Y A. Effects of different field management practices on winter wheat yield and water utilization efficiency in Weibei Loess Plateau. *Transactions of the CSAE*, 2005, 21(4):20-24.
- [24] Zhang J, Lu Z J, Wang Y H, Li J H, Ding Z Q, Yao Y Q. Effects of different mulching methods on winter wheat the growth on West of Henan dryland. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2008, 26(2):94-97
- [25] LI Q Q, Chen H, Yu S Z, Wu W, Zhou B, Dong Q Y, Yu S L. Micro-climate of winter wheat field under the conditions of irrigation and straw mulching. *Acta Agronomica Sinica*, 2006, 32(2):306-309
- [26] Li J H, Yao Y Q, Ding Z Q, Lu J J, Zhang J, Wu J F, Yu X F. Effect of furrow sowing on dry matter of winter wheat, use efficiency of soil water and soil temperature. *Crop Research*, 06, 32(2):306-309.
- [27] Hu T T, Li G, Han S M. The characteristic of nitrogen and phosphorus absorption by winter wheat in dryland. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2000, 20(5):826-830.
- [28] Wang C Y, Zhou J B, Zheng J F, Zhao M X, Li S X. Effects of different cultivation methods and nitrogen fertilizer application on nitrogen accumulation and distribution in winter wheat on semi-dryland farming. *Journal of Northwest A & F University (Nat. Sci. Ed.)*, 2008, 36(1):103-108.
- [29] Shen W L, Zhou G C, Liu Z W. Effect of nitrogenous fertilizer on group structure and yield of winter wheat. *Soils*, 2000, (5):270-273.
- [30] Wang Y F, Liu Z Y, Wang L K, Kang Y X, Guo H Y. Effect of postponing N application on yield and quantity of wheat. *Shaanxi Agricultural Science*, 2007, (1):24-25, 55.
- [31] Huang M J, Jin F S, Chi B L, Chen Q E. A study on characteristics of water consumption in winter wheat under plastic covering. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 1999, 17(2):20-23.
- [32] Zhang Y, Shi J H, Li P, Feng Y Z, Ma H G. Nitrogen loss accesses in the soil and its effects to environment pollution. *Xingjiang Agricultural Sciences*, 2004, 41(1):57-60.

参考文献:

- [1] 高亚军, 郑险峰, 李世清, 田霄鸿, 王朝辉, 李生秀, 杜建军. 农田秸秆覆盖条件下冬小麦增产的水氮条件. *农业工程学报*, 2008, 24(1):55-59.
- [2] 刘文国, 张建昌, 曹卫贤, 党占平, 强秦, 高亚军, 李生秀. 旱地小麦不同栽培条件对土壤水分利用效率的影响. *西北农业学报*, 2006, 15(5):47-51.
- [3] 王兵, 刘文兆, 党廷辉, 高长青, 陈杰, 甘卓亭. 黄土塬区旱作农田长期定位施肥对冬小麦水分利用的影响. *植物营养与肥料学报*, 2008, 14(5):829-834.
- [4] 信乃谄, 侯向阳, 张燕卿. 我国北方旱地农业研究开发进展及对策. *中国生态农业学报*. 2001, 9(4):58-60.
- [5] 文宏达, 刘玉柱, 李晓丽, 李淑文, 王殿武. 水肥耦合与旱地农业持续发展. *土壤与环境*, 2002, 11(3):315-318.
- [6] 张洁, 吕军杰, 王育红, 李俊红, 丁志强, 姚宇卿. 豫西旱地不同覆盖方式对冬小麦生长发育的影响. *干旱地区农业研究*, 2008, 26(2):94-97.
- [7] 李志军. 旱地冬小麦膜沟栽培水分利用率研究. *中国农学通报*, 2007, 23(5):207-209.
- [8] 赵海祯, 梁哲军, 齐宏立, 王玉香, 邵新胜, 聂安全. 旱地小麦覆盖栽培高产机理研究. *干旱地区农业研究*, 2002, 20(2):1-4.
- [9] 刘春芳. 施肥对旱地冬小麦产量和品质及水分利用的影响. 兰州: 甘肃农业大学, 2005.
- [10] 郭胜利, 党廷辉, 郝明德. 施肥对半干旱地区小麦产量 $\text{NO}_3\text{-N}$ 累积和水分平衡的影响. *中国农业科学*, 2005, 38(4):754-760.
- [11] 卢全新, 李洪明. 旱地农田水肥交互作用及耦合模型研究. *水利科技与经济*, 2008, 14(8):625-628.
- [12] 王海艺, 韩烈保, 黄明勇. 干旱条件下水肥耦合作用机理和效应. *中国农学通报*, 2006, 22(6):124-128.
- [15] 高亚军, 李生秀. 北方旱区农田水肥效应分析. *中国工程科学*, 2002, 4(7):22-27.
- [16] 罗俊杰, 黄高宝. 底墒对旱地冬小麦产量和水分利用效率的影响研究. *灌溉排水学报*, 2009, 28(3):102-104.
- [17] 樊廷录, 宋尚有, 徐银萍, 李兴茂. 旱地冬小麦灌浆期冠层温度与产量和水分利用效率的关系. *生态学报*, 2007, 27(11):4491-4497.
- [18] 钟茜, 巨晓棠, 张福锁. 华北平原冬小麦/夏玉米轮作体系对氮素环境承受力分析. *植物营养与肥料学报*, 2006, 12(3):285-293.

- [19] 孙本普,孙士宗,李风云,李秀云,刘锋. 气候条件对冬小麦穗数的影响研究. 中国生态农业学报,2005,13(4):60-64.
- [20] 崔振岭,陈新平,张福锁,徐久飞,石立委,李俊量. 华北平原小麦施肥现状及影响小麦产量的因素分析. 华北农学报,2008,23(增刊):224-229.
- [21] 李春喜,胡国贤,姜丽娜,邵云,李冬芬,郑冬云,王艳景. 耕作培肥对冬小麦产量构成及叶片生理特性的影响. 麦类作物学报,2009,29(5):885-891.
- [22] 张谋草,赵满来,靳正平,黄斌,王宁珍,马长青. 陇东地区冬小麦产量构成因素的分析. 中国农学通报,2008,24(12):469-472.
- [23] 张树兰,LarsLovdahl,同延安. 渭北旱源不同田间管理措施下冬小麦产量及水分利用效率. 农业工程学报,2005,21(4):20-24.
- [24] 张洁,吕军杰,王育红,李俊红,丁志强,姚宇卿. 豫西旱地不同覆盖方式对冬小麦生长发育的影响. 干旱地区农业研究,2008,26(2):94-97.
- [25] 李全起,陈雨海,于舜章,吴巍,周勋波,董庆裕,余松烈. 灌溉与秸秆覆盖条件下冬小麦农田小气候特征. 作物学报,2006,32(2):306-309.
- [26] 李俊红,姚宇卿,丁志强,吕军杰,张洁,吴剑峰,于新峰. 沟播对冬小麦群体干物质、土壤水分利用效率及土壤温度的影响. 作物研究,2010,24(1):16-18.
- [27] 胡田田,李岗,韩思明. 旱地冬小麦吸收氮、磷的营养特征. 西北植物学报,2000,20(5):826-830.
- [28] 王春阳,周建斌,郑剑锋,赵满兴,李生秀. 不同栽培模式及施氮量对半旱地冬小麦氮素累积及分配的影响. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(1):101-108.
- [29] 沈维良,周广成,刘朝武. 氮肥运筹方式对冬小麦群体结构及产量的影响. 土壤,2000,(5):270-273.
- [30] 王银福,刘宗院,王录科,康银孝,郭红燕. 氮肥后移施肥技术对小麦产量品质的影响. 陕西农业科学,2007,(1):24-25,55.
- [32] 黄明镜,晋凡生,池宝亮,陈奇恩. 地膜覆盖条件下旱地冬小麦的耗水特征. 干旱地区农业研究,1999,17(2):20-23.
- [32] 张炎,史军辉,李磐,冯耀祖,马海刚. 农田土壤氮素损失与环境污染. 新疆农业科学,2004,41(1):57-60.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 1 January, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

- Spatial pattern analysis of a *Rhododendron-Abies* virginal forest near timberline on the eastern edge of Qinghai-Tibetan Plateau, China MIAO Ning, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (1)
- Changes of liana species diversity in different restoration stages of monsoonal broad-leaved evergreen forest LI Shuaifeng, SU Jianrong, LIU Wande, et al (10)
- Investigation on spatio-temporal pattern of cyanobacterial community structure by T-RFLP during overwinter and recruitment period in Taihu Lake GU Tingting, KONG Fanxiang, TAN Xiao, et al (21)
- Food sources of fish and macro-invertebrates in a tropical seagrass bed at Xincun Bay, Southern China FAN Minling, HUANG Xiaoping, ZHANG Dawen, et al (31)
- Spatial pattern of Scleractinian coral Population Structure in Weizhou Island, Beihai, Guangxi LIANG Wen, ZHANG Chunhua, YE Zuchao, et al (39)
- Property of root distribution of triploid *Populus tomentosa* and its relation to root water uptake under the wide-and-narrow row spacing scheme XI Benye, WANG Ye, JIA Liming, et al (47)
- Soil nutritional properties and moisture gradient of the ecotone between dry valley and montane forest of the Minjiang River LIU Bin, LUO Chengde, ZHANG Jian, et al (58)
- Signal chemical salicylic acid mitigates the negative effects of drought on photosynthesis and membrane lipid peroxidation of purple majesty YI Xiaolin, YANG Bingxian, ZONG Xuefeng, et al (67)
- Effects of supplementary UV-B radiation on life cycle forms and the accumulation of taxanes of *Taxus chinensis* var. *mairei* YU Jinghua, LI Dewen, PANG Haihe, et al (75)
- Effect of simulated nitrogen deposition on the soil respiration of *Lithocarpus glabra* and *Castanopsis sclerophylla* LI Kai, JIANG Hong, YOU Meina, et al (82)
- Changes of phenolic acids in the soil of replanted apple orchards surrounding Bohai Gulf SUN Haibing, MAO Zhiqian, ZHU Shuhua (90)
- Growing dynamic root system of *Aquilaria malaccensis* and *Aquilaria sinensis* seedlings in response to different fertilizing methods WANG Ran, LI Jiyue, ZHANG Fangqiu, et al (98)
- Accumulation and tolerance of *Salix variegata* and *Pterocarya stenoptera* seedlings to cadmium JIA Zhongmin, WEI Hong, SUN Xiaocan, et al (107)
- Dynamics of vegetation structure and soil properties in the natural restoration process of degraded woodland on the northern slope of Qilian Mountains, northwestern China ZHAO Chengzhang, SHI Fuxi, DONG Xiaogang, et al (115)
- Relationship between temperature and $\delta^{13}\text{C}$ values of C3 herbaceous plants and its implications of WUE in farming-pastoral zone in North China LIU Xianzhao, WANG Guoan, LI Jiazhu, et al (123)
- Carbon dynamics of fine root (grass root) decomposition and active soil organic carbon in various models of land use conversion from agricultural lands into forest lands RONG Li, LI Shoujian, LI Xianwei, et al (137)
- Prey biomass of the Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) in the eastern Wanda Mountains of Heilongjiang Province, China ZHOU Shaochun, ZHANG Minghai, SUN Haiyi (145)
- The impact of conservation projects on giant Panda Habitat ZHANG Yubo, WANG Mengjun, LI Junqing (154)
- Fluctuation of soil fauna community during defoliation decomposition under lime and EM treatment GAO Meixiang, ZHANG Xueping (164)
- Comparative of feeding behaviors of *Sitobion avenae*, *Sitobion graminum* and *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) using electrical penetration graph (EPG) MIAO Jin, WU Yuqing, YU Zhenxing, et al (175)
- Toxic effects of *ent*-kaurane diterpenoids on soil ciliate communities NING Yingzhi, DU Haifeng, WANG Hongjun (183)
- Geostatistical analysis and sampling technique on spatial distribution pattern of *Dendroctonus valens* population PAN Jie, WANG Tao, ZONG Shixiang, et al (195)
- Variation analysis of protein subunits of soybean germplasms of different eco-types in Shanxi WANG Yanping, LI Guiquan, GUO Shujin, et al (203)
- Effects of fertilization and plastic film mulched ridge-furrow cultivation on yield and water and nitrogen utilization of winter wheat on dryland LI Tingliang, XIE Yinghe, REN Miaomiao, et al (212)
- The changing characteristics of potential climate productivity in Gansu Province during nearly 40 years LUO Yongzhong, CHENG Ziyong, GUO Xiaoqin (221)
- Spatial assessment and zoning regulations of ecological importance based on GIS for rural habitation in Changgang Town, Xinguo county XIE Hualin, LI Xiubin (230)
- Influences of rural households' income differences on living energy consumption and eco-environment: a case study of Jiangnan Plain, China YANG Zhen (239)
- Spatial differences and its driving factors of energy indices on cultivated land eco-economic system in Hebei Province WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang, et al (247)
- Effects of land use on distribution and protection of organic carbon in soil aggregates in karst rocky desertification area LUO Youjin, WEI Chaofu, LI Yu, et al (257)
- Review and Monograph**
- Implication and limitation of landscape metrics in delineating relationship between landscape pattern and soil erosion LIU Yu, LÜ Yihe, FU Bojie (267)
- Ecological reclamation and restoration of abandoned coal mine in the United States ZHANG Chengliang, B. Larry Li (276)
- Managing farmland soil food web: principles and methods CHEN Yunfeng, HU Cheng, LI Shuanglai, et al (286)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任:孔红梅

执行编辑:刘天星 段 靖

生态学报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 1 期 (2011 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 1 2011

编 辑 《生态学报》编辑部
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085
电话:(010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主 编 冯宗炜
主 管 中国科学技术协会
主 办 中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085

出 版 科 学 出 版 社
地址:北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

印 刷 北京北林印刷厂
发 行 科 学 出 版 社
地址:东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717
电话:(010)64034563
E-mail:journal@cspg.net

订 购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址:北京 399 信箱
邮政编码:100044

广告经营 京海工商广字第 8013 号
许 可 证

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel:(010)62941099
www.ecologica.cn
Shengtaixuebao@rcees.ac.cn

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel:(010)64034563
E-mail:journal@cspg.net

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元