

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第21期 Vol.31 No.21 **2011**

中国生态学会
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 21 期

2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

基于景观格局理论和理想风水模式的藏族乡土聚落景观空间解析——以甘肃省迭部县扎尕那村落为例·····	史利莎,严力蛟,黄璐,等 (6305)
武夷山风景名胜区景观生态安全度时空分异规律·····	游巍斌,何东进,巫丽芸,等 (6317)
旅游地道路生态持续性评价——以云南省玉龙县为例·····	蒋依依 (6328)
城市空间形态紧凑度模型构建方法研究·····	赵景柱,宋瑜,石龙宇,等 (6338)
丹顶鹤多尺度生境选择机制——以黄河三角洲自然保护区为例·····	曹铭昌,刘高焕,徐海根 (6344)
西南喀斯特区域水土流失敏感性评价及其空间分异特征·····	凡非得,王克林,熊鹰,等 (6353)
流域尺度海量生态环境数据建库关键技术——以塔里木河流域为例·····	高凡,闫正龙,黄强 (6363)
雌雄异株植物鼠李的生殖分配·····	王娟,张春雨,赵秀海,等 (6371)
长白山北坡不同年龄红松年表及其对气候的响应·····	王晓明,赵秀海,高露双,等 (6378)
不同高寒退化草地阿尔泰针茅种群的小尺度点格局·····	赵成章,任珩,盛亚萍,等 (6388)
残存银杏群落的结构及种群更新特征·····	杨永川,穆建平, TANG Cindy Q, 等 (6396)
濒危植物安徽羽叶报春两种花型的繁育特性及其适应进化·····	邵剑文,张文娟,张小平 (6410)
神农架海拔梯度上 4 种典型森林的乔木叶片功能性状特征·····	罗璐,申国珍,谢宗强,等 (6420)
不同植被恢复模式下煤矸石山复垦土壤性质及煤矸石风化物的变化特征·····	王丽艳,韩有志,张成梁,等 (6429)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林分的影响·····	张喜,崔迎春,朱军,等 (6442)
内蒙古高原锦鸡儿属植物的形态和生理生态适应性·····	马成仓,高玉葆,李清芳,等 (6451)
古尔班通古特沙漠西部梭梭种群退化原因的对比分析·····	司朗明,刘彤,刘斌,等 (6460)
白石砬子国家级自然保护区天然林的自然稀疏·····	周永斌,殷有,殷鸣放,等 (6469)
黑龙江省东完达山地区东北虎猎物种群现状及动态趋势·····	张常智,张明海 (6481)
基于 GIS 的马铃薯甲虫扩散与河流关系研究——以新疆沙湾县为例·····	李超,张智,郭文超,等 (6488)
2010 年广西兴安地区稻纵卷叶螟发生动态及迁飞轨迹分析·····	蒋春先,齐会会,孙明阳,等 (6495)
B 型烟粉虱对寄主转换的适应性·····	周福才,李传明,顾爱祥,等 (6505)
利用 PCR-DGGE 方法分析不同鸡群的盲肠微生物菌群结构变化·····	李永洙, Yongquan Cui (6513)
鸡粪改良铜尾矿对 3 种豆科植物生长及基质微生物量和酶活性的影响·····	张宏,沈章军,阳贵德,等 (6522)
铜绿微囊藻对紫外辐射的生理代谢响应·····	汪燕,李珊珊,李建宏,等 (6532)
10 种常见甲藻细胞体积与细胞碳、氮含量的关系·····	王燕,李瑞香,董双林,等 (6540)
冬季太湖表层底泥产毒蓝藻群落结构和种群丰度·····	李大命,孔繁翔,于洋,等 (6551)
城市机动车道颗粒物扩散对绿化隔离带空间结构的响应·····	蔺银鼎,武小刚,郝兴宇,等 (6561)
新疆城镇化与土地资源产出效益的空间分异及其协调性·····	杨宇,刘毅,董雯,等 (6568)
山东潍坊地下水硝酸盐污染现状及 $\delta^{15}\text{N}$ 溯源·····	徐春英,李玉中,李巧珍,等 (6579)
增温对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响·····	肖国举,张强,张峰举,等 (6588)
一种估测小麦冠层氮含量的新高光谱指数·····	梁亮,杨敏华,邓凯东,等 (6594)
黄河上游灌区稻田 N_2O 排放特征·····	张惠,杨正礼,罗良国,等 (6606)
专论与综述	
植物源挥发性有机物对氮沉降响应研究展望·····	黄娟,莫江明,孔国辉,等 (6616)
植物种群更新限制——从种子生产到幼树建成·····	李宁,白冰,鲁长虎 (6624)
研究简报	
遮荫对两个基因型玉米叶片解剖结构及光合特性的影响·····	杜成凤,李潮海,刘天学,等 (6633)
学术信息与动态	
科学、系统与可持续性——第六届工业生态学国际大会述评·····	石海佳,梁赛,王震,等 (6641)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 340 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 37 * 2011-11	



封面图说: 鹤立——丹顶鹤是世界 15 种鹤数量极小的一种,主要栖息在沼泽、浅滩、芦苇塘等湿地,以捕食小鱼虾、昆虫、蛙蚺、软体动物为主,也吃植物的根茎、种子、嫩芽。善于奔驰飞翔,喜欢结群生活。丹顶鹤属迁徙鸟类,主要在我国的黑龙江、吉林、俄罗斯西伯利亚东部、朝鲜北部以及日本等地繁殖。在长江下游一带越冬。在中国文化中有“仙鹤”之说。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录,濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

肖国举, 张强, 张峰举, 罗成科, 王润元. 增温对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响. 生态学报, 2011, 31(21): 6588-6593.

Xiao G J, Zhang Q, Zhang F J, Luo C K, Wang R Y. The impact of rising temperature on spring wheat production in the Yellow River irrigation region of Ningxia. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(21): 6588-6593.

增温对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响

肖国举^{1,*}, 张 强², 张峰举¹, 罗成科¹, 王润元²

(1. 宁夏大学 新技术应用研究开发中心, 银川 750021;

2. 中国气象局 兰州干旱气象研究所, 甘肃省 干旱气候变化与减灾重点实验室, 兰州 730020)

摘要:近 40a 来, 宁夏引黄灌区年平均增温幅度高于全国平均值, 对春小麦生产已经产生了重大影响。基于哥本哈根联合国气候变化大会控制未来 50 a 全球升温幅度的范围值, 设计增温幅度为 0.5—2.5 °C, 采用红外线辐射器大田增温模拟实验, 研究增温对宁夏引黄灌区春小麦生长发育和产量的影响。结果表明: 增温 0.5—2.5 °C, 宁夏引黄灌区春小麦全生育期(播种—收获)缩短 1—22 d, 减产 0.5%—18.5%; 增温 2.0—2.5 °C, 春小麦全生育期缩短 18—22 d, 减产 16.5%—18.5%。增温引起春小麦三叶期和孕穗期光合速率下降, 穗粒数减少, 千粒重下降, 最终导致减产。

关键词:增温; 春小麦; 生长发育; 产量

The impact of rising temperature on spring wheat production in the Yellow River irrigation region of Ningxia

XIAO Guojū^{1,*}, ZHANG Qiang², ZHANG Fengju¹, LUO Chengke¹, WANG Runyuan²

1 New Technology Application, Research and Development Center, Ningxia University, Yinchuan 750021, China

2 Gansu Key Laboratory of Arid Climate Changes and Disaster Reduction, Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China

Abstract: For more than 40 years, the annual average warming rate in the Yellow River irrigation area of Ningxia has been higher than the Chinese average rate, which has caused a significant impact on spring wheat production in the region. Based on the projected increase in global temperature over the next 50 years, this study was conducted to investigate the impact of an increase in temperature of 0.5—2.5 °C. To accomplish this, a field experiment employing infrared radiators to increase the temperature was conducted and the effects on the growth and development of spring wheat in the yellow river irrigation area of Ningxia were investigated. When mean daily temperature increased by 2.0—2.5 °C, the growth period decreased by 18—22 d, and the yield was reduced by 16.5%—18.5%. Temperature is generally conducive to crop photosynthesis; however, if the temperature is too high, it will inhibit photosynthesis, thereby affecting crop growth and development. In addition, higher temperatures are associated with increased transpiration, which also affects spring wheat growth and development. Warming also led to a significant increase in the transpiration rate during the three leaf stage, as well as a significant decrease in the photosynthetic rate. The three leaf stage of spring wheat is when spike differentiation occurs; accordingly, a decrease in the photosynthetic rate during this period could influence the grain number. In the booting stage, warming led to a decreased photosynthetic rate, which in turn led to decreased dry matter accumulation of grain weight, and ultimately influenced the output. Based on these findings, it is recommended that drought-resistant varieties and cultivation techniques, including, irrigation, fertilization, and pest control methods, be adopted in Ningxia in anticipation of climate

基金项目:国家公益性(气象)行业科研专项(GYHY200806021-05);教育部新世纪优秀人才项目(NCET-09-0859);国家自然科学基金重点项目(40830957)

收稿日期:2010-12-14; 修订日期:2011-04-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiaoguoju1972@163.com

change.

Key Words: rising temperature; spring wheat; growth; yields

近 40a 来,宁夏引黄灌区年平均增温幅度高于全国平均值,对春小麦生产已经产生了重大影响^[1]。研究表明在春小麦生长发育的各阶段气温都有所升高,导致春小麦生长期缩短,产量降低^[2]。20 世纪 90 年代后,宁夏引黄灌区开始引种冬小麦。2009 年冬小麦种植面积超过 2.9 万 hm^2 ^[3]。可以认为宁夏引黄灌区已经进入春小麦与冬小麦的混合种植区。未来气候变暖对宁夏引黄灌区春小麦究竟有怎样的影响,能否被冬小麦替代,这些问题直接影响到该地区种植业结构的调整,乃至农业结构的调整^[4]。

2009 年 12 月,在丹麦首都哥本哈根举行的联合国气候变化大会上,提出未来 50 a 全球升温幅度控制在 2.0—2.4 $^{\circ}\text{C}$ ^[5]。基于这个增温幅度,本研究采用大田红外线辐射器增温模拟实验,进行增温对宁夏引黄灌区春小麦生长发育及产量的影响研究。

1 材料与方法

1.1 实验地点气候概况

实验设在宁夏引黄灌区的西大滩实验站,地处中温带干旱区,属大陆性气候。其气候特征是干旱少雨,日照充足,蒸发强烈,风大沙多;年平均气温 9.1 $^{\circ}\text{C}$,年平均降水量 185 mm,降雨量主要集中在 7—9 月,占全年降水量的 70%—80%,年平均蒸发量 1825 mm^[6]。

1.2 实验设计

实验采用大田红外线辐射器增温法,设计增温 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 $^{\circ}\text{C}$ 等 6 个处理。田间实验小区面积 2 m $\times$ 4 m,小区间距 3.0 m。在每个小区设有 2 个红外线辐射器增温管,小麦出苗前保持红外线辐射器增温管距离地面 1.2 m。在作物生长期,通过调整支架高度保持红外线辐射器增温管距离作物冠层高度 1.2 m。红外线辐射器增温管功率依据增温高低和当地气候情况确定。本实验采用红外线辐射器增温管功率分别为 250、500、750、1000、1250 W。增温时间为春小麦全生育期(播种-收获),在春小麦全生育期内白天晚上持续增温^[7]。实验样地四周用围栏保护,防止周围人与动物进入。

1.3 温度监测与田间管理

在春小麦全生育期增温时间内,每个实验小区安装温度自动检测装置,利用传感器监测试验小区内距离地面或春小麦冠层 10、20、30 cm 的气温,20 min 记录 1 次,并自动输出储存于记录仪中(CampbellAR5,误差为 ± 0.1 $^{\circ}\text{C}$)^[8]。实验地土壤有机质 8.5 g/kg,全氮 0.41 g/kg,全磷 0.66 g/kg,全钾 19.5 g/kg。

2010 年 3 月 1 日播种春小麦。选用春小麦品种永良 4 号。采用 4 行播种机播种。播种量 760 kg/ hm^2 。在春小麦三叶期、拔节期、开花期分别灌水 1 次。在三叶期灌水前追施尿素 340 kg/ hm^2 。在三叶期和拔节期,人工除草 2 次。

1.4 测定方法

准确记录春小麦播种,进入出苗、拔节、开花、孕穗、收获的时间,以及三叶期、拔节期、开花期、孕穗期的生育时期天数。在实验小区内有 50% 麦苗以第一片叶露出地面 1.5—2.0 cm 时确定进入出苗期;有 50% 麦苗茎部第一节露出地面 1.5—2.0 cm 时确定进入拔节期;有 50% 麦穗中上部小花的内外颖张开、花药散粉时确定进入开花期;有 50% 分蘖旗叶叶片全部抽出叶鞘,旗叶叶鞘包着的幼穗明显膨大时确定进入孕穗期;子粒胚乳呈蜡状,开始变硬时确定为收获时间。

调查春小麦收获穗、穗粒数、千粒重和产量。在每个实验小区选 2 m^2 的样方,统计收获穗;收获时在每个试验小区按大、中、小穗比例为 3:4:3 选 20 株小麦穗,测定穗粒数,重复 5 次,取平均值;实验小区采取人工收割小麦,实打实收,测定产量;对每个实验小区收获的小麦籽粒,随机取样用电子天平测定千粒重,重复 5 次,取平均值。

用便携式光合仪(LI-6400XT)测定春小麦三叶期、拔节期、开花期、孕穗期的光合速率和蒸腾速率。分别在春小麦进入三叶期、拔节期、开花期、孕穗期后的第5天、第10天选定10株小麦,测定每株小麦旗叶、倒二叶、倒三叶的光合速率和蒸腾速率。

2 结果与分析

2.1 增温对生长发育的影响

从增温与春小麦不同生育期天数的关系来看(图1),随着温度升高,春小麦播种-出苗、出苗-拔节、拔节-开花、开花-孕穗、孕穗-成熟各生长阶段天数基本都有所减少。从增温对春小麦全生长期(播种—收获)天数的影响来看(图2),增温越高,春小麦全生长期所需要的时间越短。增温0.5—2.5℃,宁夏引黄灌区春小麦全生长期缩短1—22 d;增温2.0—2.5℃,全生育期缩短18—22 d。

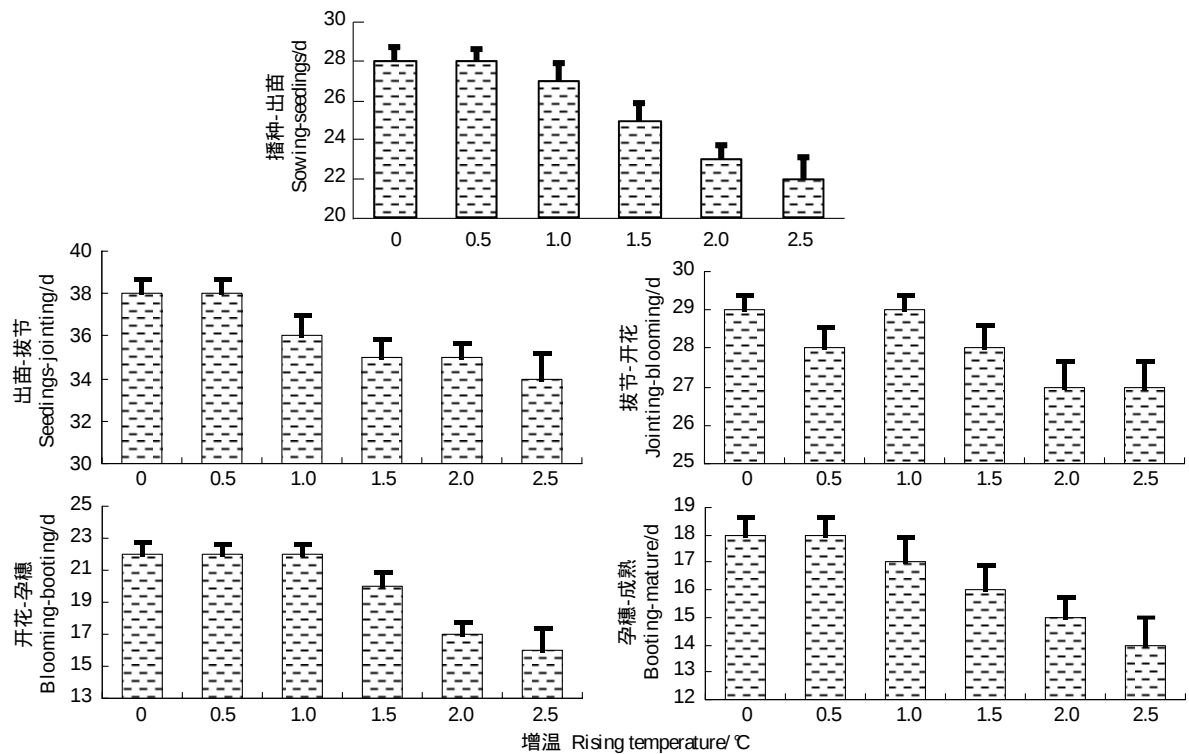


图1 增温对春小麦不同生育期天数的影响
Fig. 1 Impact of rising temperature on the days of spring wheat from sowing to seedlings stage

2.2 增温对产量及产量构成因素的影响

从增温对春小麦产量的影响来看,增温越高,春小麦减产越明显(表1)。增温0.5—2.5℃,春小麦减产0.5%—18.5%;增温2.0—2.5℃,减产16.5%—18.5%。

春小麦产量是由收获穗数、穗粒数、千粒重来决定的。从增温对春小麦产量组成的影响来看,增温对春小麦收获穗数影响不明显(表1)。但是,增温对春小麦穗粒数、千粒重的影响非常明显(图3)。增温越高,穗粒数、千粒重减少越明显。增温1.0—2.5℃,春小麦穗粒数减少1—5粒,千粒重降低1.3—8.8 g;增温2.0—2.5℃,春小麦穗粒数减少5粒,千粒重降低6.5—8.8 g。

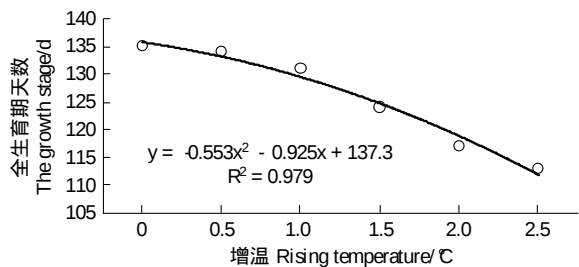


图2 增温对春小麦全生育期天数的影响
Fig. 2 Impact of rising temperature on the days of the growth stage of spring wheat

表 1 增温对春小麦产量及产量组成的影响

Table 1 Impact of rising temperature on the yields of spring wheat and yield compositions

增温 Rising temperature /℃	收获穗数 Harvest /(万株/hm ²)	穗粒数 Grain number	千粒重 Thousand-grain weight/g	实际产量 Actual output /(kg/hm ²)	减产 Reduced /%
0	673a	25a	42.3a	6379.5a	—
0.5	675a	25a	41.5a	6343.0a	0.5
1.0	659a	24a	41.0a	6322.5a	0.8
1.5	665a	21b	38.3b	6055.5b	5.0
2.0	675a	20b	35.8b	5322.0b	16.5
2.5	670a	20b	33.5c	5196.0c	18.5

每列中字母代表在 5% 下差异显著,“a”相对于“b”有显著性差异

2.3 增温对光合速率与蒸腾速率的影响

温度影响作物的光合作用和蒸腾作用。一般情况下,温度升高有利于作物进行光合作用。但是,温度过高,影响作物的光合作用,进而影响作物生长发育。温度越高,作物蒸腾作用越明显。光合速率与蒸腾速率是评价作物进行光合作用和蒸腾作用的重要指标。从春小麦三叶期、拔节期、开花期和孕穗期的光合速率与蒸腾速率变化情况来看(图 4),增温 1.0—2.5 ℃,春小麦三叶期蒸腾速率明显上升,但是光合速率明显下降。三叶期是春小麦穗分化和形成的重要时期,光合速率的下降直接影响到穗的形成和分化,进而影响到穗粒数。在拔节期、开花期,随着增温,光合速率与蒸腾速率明显上升。在孕穗期,增温 0.5—2.5 ℃,出现光合速率明显下降的趋势。孕穗期是作物进行光合作用重要时期,光合速率的下降直接影响干物质的累积,影响千粒重。研究表明,增温 1.0—2.5 ℃,宁夏引黄灌区春小麦三叶期穗的分化和形成受到影响,进而影响到穗粒数;孕穗期干物质的累积受到影响,进而影响到千粒重,最终影响到产量。

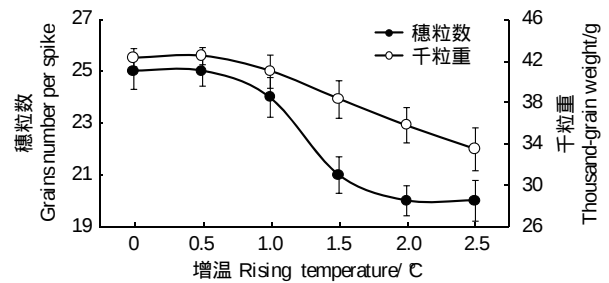


图 3 增温与春小麦穗粒数和千粒重的影响

Fig. 3 Impact of rising temperature on the grains number per spike and thousand-grain weight of spring wheat

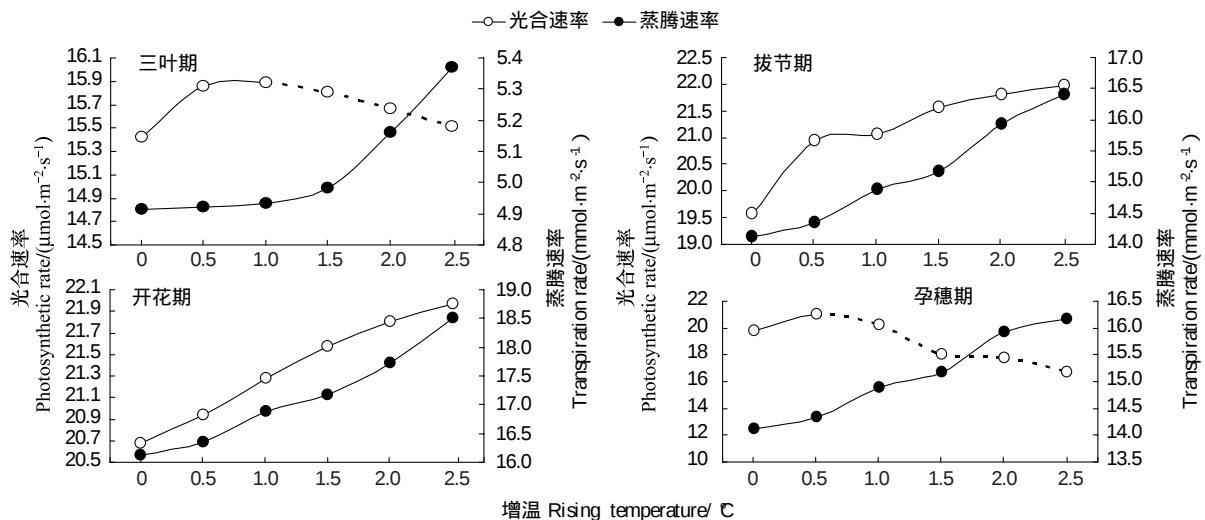


图 4 增温对春小麦光合速率与蒸腾速率的影响

Fig. 4 Impact of rising temperature on the photosynthetic and transpiration rate of spring wheat

3 讨论与结论

目前,国内外采用的田间增温模拟实验主要有温室、开顶箱、土壤加热管道和电缆、红外线反射器和红外

线辐射器。这些增温装置在设计、技术和增温机制上有差别,实验增温后对作物生态系统的响应也各不相同。因此,根据不同的研究内容,需要选择相应的研究方法。红外线辐射器田间增温模拟试验是国内外研究气候变暖对作物生长发育和产量影响最为理想的增温模拟实验,因为红外线辐射器能模拟全球变暖的增温机制和日变化,对土壤及植被无物理干扰,不改变小气候状况^[7]。Nijs 认为,应用红外线辐射器从冠层上面加热能够在植被层保持自然的温度梯度。红外线灯管非破坏性地传递能量,而且不改变微环境,对于那些冬季积雪比较厚的地方进行全年增温控制实验也是可行的^[9]。Kimball 对红外线辐射器的加热效应和原理进行了详细的论述,并用理论公式模拟了利用红外线辐射器对植物灌层进行加热时单位土地面积升高单位温度时所需要的热辐射能量^[10]。房世波利用红外线辐射器田间增温模拟实验探讨夜间增温对我国华北地区冬小麦生长及其产量的影响及其影响机制^[8]。我国采用红外线辐射器田间增温模拟实验研究气候变暖对农作物生长发育和产量影响的研究不多见。本研究采用此方法开展气候变暖对春小麦产量的影响研究,可为西北乃至我国借鉴红外线辐射器田间增温模拟实验研究提供参考依据。

我国针对不同春小麦生产区,开展了大量的关于气候变化对春小麦生长发育和产量的影响研究。总体上看气候变化导致我国春小麦生长期缩短,产量降低。居辉利用 CERES-wheat 模型研究了我国东北地区气候变化对春小麦生产的影响,研究表明东北地区灌溉春小麦和雨养春小麦受气候变化的影响春小麦产量下降,特别是东北西部地区产量下降明显,产量潜力下降 7%—8%^[11]。侯琼利用农业气象观测资料研究了内蒙古灌溉区和旱作区气候变化对春小麦生产的影响,研究数据显示春小麦全生育期(播种-成熟)缩短了 3—24 d,但地区差异较大。灌溉区春小麦生育期缩短 3—5 d,主要是灌浆期缩短,成熟期提前;旱作区春小麦的生育期缩短更明显,大兴安岭东麓尤为突出,生育期缩短 24 d^[12]。赵鸿利用农业气象观测资料研究了甘肃半干旱区、高寒阴湿区、干旱区河西走廊气候变化对春小麦生产的影响。研究表明半干旱地区春小麦播种期提早 8—10 d,全生育期缩短 8—12 d,籽粒形成期缩短约 4 d,产量下降 $5.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ^[13];高寒阴湿区近 18 a 来该地区气候变化呈明显的暖干化趋势,并且变暖的幅度和速率远远大于全国近 50 a 的平均值,春小麦对气候变暖的响应表现在生长期缩短,日平均气温每升高 1 °C,生长期缩短约 9.2 d^[14];干旱区河西走廊影响灌溉春小麦整个生长期的主导气象因子是日平均温度,最终导致河西走廊春小麦减产率为 $0.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ^[15]。

宁夏近 40 多 a 来气候变暖对春小麦产量有显著的影响^[16]。黄峰利用田间试验资料研究表明,温度升高 0.5—2.0 °C,宁夏引黄灌区春小麦全生育期(播种-成熟)由 114 d 缩短为 110—101 d,宁夏南部半干旱区春小麦全生育期由 128 d 缩短为 125—110 d^[17]。杨勤利用 CERES-Wheat 模型对宁夏引黄灌区春小麦进行模拟研究表明,2011—2040、2041—2070、2071—2100 年春小麦产量分别减产 3%—3.1%、6.9%—8.6%、10.5%—17.7%^[18]。本研究采用红外线辐射器田间增温模拟试验表明,增温 0.5—2.5 °C,宁夏引黄灌区春小麦全生育期(播种-收获)缩短 1—22 d,减产 0.5%—18.5%,增温越高,减产越明显。一般认为温度升高有利于作物进行光合作用。但是,温度过高会抑制作物的光合作用,进而影响作物生长发育。同时,温度越高,作物蒸腾作用越明显。但蒸腾作用过强,必然会影响春小麦生长发育^[19-21]。本研究表明增温导致宁夏引黄灌区春小麦三叶期蒸腾速率明显上升,但光合速率明显下降。三叶期是春小麦穗分化和形成的重要时期,光合速率的下降直接影响到穗的形成和分化,进而影响到穗粒数。在孕穗期,增温导致光合速率明显下降,光合速率的下降直接影响干物质的累积,影响千粒重,最终影响到产量。为应对气候变暖对春小麦生产带来的不良影响,建议宁夏引黄灌区加快培育适应气候变暖的春小麦抗旱耐旱品种,加强栽培、灌溉、施肥、病虫害防治的田间管理。

References:

- [1] Zhang Q, Deng Z Y, Zhao Y D, Qiao J. The impacts of global climatic change on the agriculture in northwest China. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(3): 1210-1218.
- [2] Liu Y L, Zhang X Y, Liu J, Kang Y L. Impact of climate change on spring wheat yield in Yellow River irrigation region of Ningxia. *Advances in Climate Change Research*, 2008, 4(2): 90-94.
- [3] Yuan H M, Chen D S, Wang X L, Sun J C, Zhang W J, Kang L, Zhao G Z. Review and outlook of winter wheat breeding for high yield and quality in Yellow irrigation area of Ningxia. *Agro-forestry Science and Technology of Ningxia*, 2006, (3): 19-23.

- [4] Xiao G J, Zhang Q, Wang J. Impact of global climate change on agro-ecosystem: A review. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(8): 1877-1885.
- [5] Zheng G Q. Thinking on new situation and tasks of addressing climate change for China after Copenhagen Climate Change Conference 2009. *Advances in Climate Change Research*, 2010, 6(2): 79-82.
- [6] Zhang Y P, Hu K L, Li B G, Zhou L N, Luo Y, Zhu J N. Spatial distribution pattern of soil salinity and saline soil in Yinchuan plain of China. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2009, 25(7): 19-24.
- [7] Niu S L, Han X G, Ma K P, Wan S Q. Field facilities in global warming and terrestrial ecosystem research. *Journal of Plant Ecology*, 2007, 31(2): 262-271.
- [8] Fang S B, Tan K Y, Ren S X. Winter wheat yields decline with spring higher night temperature by controlled experiments. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(15): 3251-3258.
- [9] Nijs I, Kockelbergh F, Teughels H, Blum H, Hendrey G, Impens I. Free air temperature increase (FATI): a new tool to study global warming effects on plants in the field. *Plant, Cell and Environment*, 1996, 19(4): 495-502.
- [10] Kimball B A. Theory and performance of an infrared heater for ecosystems warming. *Global Change Biology*, 2005, 11(11): 2041-2056.
- [11] Ju H, Xiong W, Xu Y L. Response of spring wheat to climatic change in northeast China. *Ecology and Environment*, 2008, 17(4): 1595-1598.
- [12] Hou Q, Guo R Q, Yang L T. Climate change and its impact on main crops in Inner Mongolia. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2009, 30(4): 560-564.
- [13] Zhao H, Xiao G J, Wang R Y, Deng Z Y, Wang H L, Yang Q G. Impact of climate change on spring wheat growth in semi-arid rain feed region. *Advances in Earth Science*, 2007, 22(3): 322-327.
- [14] Zhao H, He C Y, Wang R Y, Yang Q G, Deng Z Y, Wang H L. Effects of climate warming on spring wheat growth and yield in high-altitude, cold and darkness region. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(12): 2111-2117.
- [15] Zhao H, Wang R Y, Wang H L, Yang Q G, Deng Z Y, Xiao G J. Regional diversity in response of spring wheat growth on climate change in arid or semi-arid areas. *Advances in Earth Science*, 2007, 22(6): 636-641.
- [16] Zhang Z, Lin L, Liang P. Climate change and its impacts on agricultural production in Ningxia. *Agricultural Meteorology*, 2008, 29(4): 402-405.
- [17] Huang F, Shi X M, Zheng P H, Fang N L, Yang B L. Regional simulation of spring wheat growth in Ningxia under the climatic change conditions. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2007, 21(9): 118-122.
- [18] Yang Q, Chen X Q, Xu Y L, Lin E D, Xiong W. Response simulation of spring wheat in Ningxia region to climate change scenario. *Journal of Triticeae Crops*, 2009, 29(3): 491-496.
- [19] Lobell D B, Field C B. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2007, 2(1): 014002-014002.
- [20] Zhu D W, Jin Z Q. Impacts of changes in both climate and its variability on food production in northeast China. *Acta Agronomica Sinica*, 2008, 34(9): 1588-1597.
- [21] Xiao G J, Zhang Q, Li Y, Wang R Y, Yao Y B, Zhao H, Bai H Z. Impact of temperature increase on the yield of winter wheat at low and high altitudes in semi-arid northwestern China. *Agricultural Water Management*, 2010, 97(9): 1360-1364.

参考文献:

- [1] 张强, 邓振镛, 赵映东, 乔娟. 全球气候变化对我国西北地区农业的影响. *生态学报*, 2008, 28(3): 1210-1218.
- [2] 刘玉兰, 张晓煜, 刘娟, 亢艳莉. 气候变暖对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响. *气候变化研究进展*, 2008, 4(2): 90-94.
- [3] 袁汉民, 陈东升, 王晓亮, 孙建昌, 张维军, 亢玲, 赵桂珍. 宁夏引黄灌区冬小麦优质高产育种的回顾与展望. *宁夏农林科技*, 2006, (3): 19-23.
- [4] 肖国举, 张强, 王静. 全球气候变化对农业生态系统的影响研究进展. *应用生态学报*, 2007, 18(8): 1877-1885.
- [5] 郑国光. 对哥本哈根气候变化大会之后我国应对气候变化新形势和新任务的思考. *气候变化研究进展*, 2010, 6(2): 79-82.
- [6] 张源沛, 胡克林, 李保国, 周丽娜, 罗昀, 朱建宁. 银川平原土壤盐分及盐渍土的空间分布格局. *农业工程学报*, 2009, 25(7): 19-24.
- [7] 牛书丽, 韩兴国, 马克平, 万师强. 全球变暖与陆地生态系统研究中的野外增温装置. *植物生态学报*, 2007, 31(2): 262-271.
- [8] 房世波, 谭凯炎, 任三学. 夜间增温对冬小麦生长和产量影响的实验研究. *中国农业科学*, 2010, 43(15): 3251-3258.
- [11] 居焯, 熊伟, 许吟隆. 东北春麦对气候变化的响应预测. *生态环境*, 2008, 17(4): 1595-1598.
- [12] 侯琼, 郭瑞清, 杨丽桃. 内蒙古气候变化及其对主要农作物的影响. *中国农业气象*, 2009, 30(4): 560-564.
- [13] 赵鸿, 肖国举, 王润元, 邓振镛, 王鹤龄, 杨启国. 气候变化对半干旱雨养农业区春小麦生长的影响. *地球科学进展*, 2007, 22(3): 322-327.
- [14] 赵鸿, 何春雨, 李凤民, 王润元, 杨启国, 邓振镛, 王鹤龄. 气候变暖对高寒阴湿地区春小麦生长发育和产量的影响. *生态学杂志*, 2008, 27(12): 2111-2117.
- [15] 赵鸿, 王润元, 王鹤龄, 杨启国, 邓振镛, 肖国举. 西北干旱半干旱区春小麦生长对气候变暖响应的区域差异. *地球科学进展*, 2007, 22(6): 636-641.
- [16] 张智, 林莉, 梁培. 宁夏气候变化及其对农业生产的影响. *中国农业气象*, 2008, 29(4): 402-405.
- [17] 黄峰, 施新民, 郑鹏徽, 方宁莲, 杨宝玲. 气候变化对宁夏春小麦发育历期影响模拟. *干旱区资源与环境*, 2007, 21(9): 118-122.
- [18] 杨勤, 陈晓光, 许吟隆, 林而达, 熊伟. 宁夏春小麦对气候变化情景的响应模拟. *麦类作物学报*, 2009, 29(3): 491-496.
- [20] 朱大威, 金之庆. 气候及其变率变化对东北地区粮食生产的影响. *作物学报*, 2008, 34(9): 1588-1597.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 21 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Landscape spatial analysis of a traditional tibetan settlement based on landscape pattern theory and feng-shui theory; the case of Zhagana, Diebu, Gansu Province	SHI Lisha, YAN Lijiao, HUANG Lu, et al (6305)
Temporal-spatial differentiation and its change in the landscape ecological security of Wuyishan Scenery District	YOU Weibin, HE Dongjin, WU Liyun, et al (6317)
Evaluation of eco-sustainability of roads in a tourism area; a case study within Yulong County	JIANG Yiyi (6328)
Study on the compactness assessment model of urban spatial form	ZHAO Jingzhu, SONG Yu, SHI Longyu, et al (6338)
A multi-scale analysis of red-crowned crane's habitat selection at the Yellow River Delta Nature Reserve, Shandong, China	CAO Mingchang, LIU Gaohuan, XU Haigen (6344)
Assessment and spatial distribution of water and soil loss in karst regions, southwest China	FAN Feide, WANG Kelin, XIONG Ying, et al (6353)
Construction of an eco-environmental database for watershed-scale data; an example from the Tarim River Basin	GAO Fan, YAN Zhenglong, HUANG Qiang (6363)
Reproductive allocation in dioecious shrub, <i>Rhamnus davurica</i>	WANG Juan, ZHANG Chunyu, ZHAO Xiuhai, et al (6371)
Age-dependent growth responses of <i>Pinus koraiensis</i> to climate in the north slope of Changbai Mountain, North-Eastern China	WANG Xiaoming, ZHAO Xiuhai, GAO Lushuang, et al (6378)
Fine-scale spatial point patterns of <i>Stipa krylovii</i> population in different alpine degraded grasslands	ZHAO Chengzhang, REN Heng, SHENG Yaping, et al (6388)
Community structure and population regeneration in remnant <i>Ginkgo biloba</i> stands	YANG Yongchuan, MU Jianping, TANG Cindy Q., et al (6396)
Reproductive characteristics and adaptive evolution of pin and thrum flowers in endangered species, <i>Primula merrilliana</i>	SHAO Jianwen, ZHANG Wenjuan, ZHANG Xiaoping (6410)
Leaf functional traits of four typical forests along the altitudinal gradients in Mt. Shennongjia	LUO Lu, SHEN Guozhen, XIE Zongqiang, et al (6420)
Reclaimed soil properties and weathered gangue change characteristics under various vegetation types on gangue pile	WANG Liyan, HAN Youzhi, ZHANG Chengliang, et al (6429)
Influence of fire on stands of <i>Pinus massoniana</i> in a karst mountain area of central Guizhou province	ZHANG Xi, CHUI Yingchun, ZHU Jun, et al (6442)
Morphological and physiological adaptation of <i>Caragana</i> species in the Inner Mongolia Plateau	MA Chengcang, GAO Yubao, LI Qingfang, et al (6451)
A comparative study on reasons of degenerated of <i>Haloxylon ammodendron</i> population in the western part of Gurbantunggut desert	SI Langming, LIU Tong, LIU Bin, et al (6460)
Self-thinning of natural broadleaved forests in Baishilazi Nature Reserve ...	ZHOU Yongbin, YIN You, YIN Mingfang, et al (6469)
Population status and dynamic trends of Amur tiger's prey in Eastern Wandashan Mountain, Heilongjiang Province	ZHANG Changzhi, ZHANG Minghai (6481)
The relationship between the occurrence of Colorado Potato Beetle, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , and rivers based on GIS: a case study of Shawan Country	LI Chao, ZHANG Zhi, GUO Wenchao, et al (6488)
Occurrence dynamics and trajectory analysis of <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guenée in Xing'an Guangxi Municipality in 2010	JIANG Chunxian, QI Huihui, SUN Mingyang, et al (6495)
Adaptability of B-biotype <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) to Host Shift	ZHOU Fucui, LI Chuanming, GU Aixiang, et al (6505)
Structural change analysis of cecal bacterial flora in different poultry breeds using PCR-DGGE ...	LI Yongzhu, Yongquan Cui (6513)
Effect of chicken manure-amended copper mine tailings on growth of three leguminous species, soil microbial biomass and enzyme activities	ZHANG Hong, SHEN Zhangjun, YANG Guide, et al (6522)
Physiological response of <i>Microcystis</i> to solar UV radiation	WANG Yan, LI Shanshan, LI Jianhong, et al (6532)
Relationship between cell volume and cell carbon and cell nitrogen for ten common dinoflagellates	WANG Yan, LI Ruixiang, DONG Shuanglin, et al (6540)
The community structure and abundance of microcystin-producing cyanobacteria in surface sediment of Lake Taihu in winter	LI Daming, KONG Fanxiang, YU Yang, et al (6551)
Influence of green belt structure on the dispersion of particle pollutants in street canyons	LIN Yinding, WU Xiaogang, HAO Xingyu, et al (6561)
Spatio-temporal variation analysis of urbanization and land use benefit of oasis urban areas in Xinjiang	YANG Yu, LIU Yi, DONG Wen, et al (6568)
Nitrate contamination and source tracing from NO_3^- - $\delta^{15}\text{N}$ in groundwater in Weifang, Shandong Province	XU Chunying, LI Yuzhong, LI Qiaozhen, et al (6579)
The impact of rising temperature on spring wheat production in the Yellow River irrigation region of Ningxia	XIAO Guoju, ZHANG Qiang, ZHANG Fengju, et al (6588)
A new hyperspectral index for the estimation of nitrogen contents of wheat canopy	LIANG Liang, YANG Minhua, DENG Kaidong, et al (6594)
The feature of N_2O emission from a paddy field in irrigation area of the Yellow River	ZHANG Hui, YANG Zhengli, LUO Liangguo, et al (6606)
Review and Monograph	
Research perspective for the effects of nitrogen deposition on biogenic volatile organic compounds	HUANG Juan, MO Jiangming, KONG Guohui, et al (6616)
Recruitment limitation of plant population: from seed production to sapling establishment	LI Ning, BAI Bing, LU Changhu (6624)
Scientific Note	
Response of anatomical structure and photosynthetic characteristics to low light stress in leaves of different maize genotypes	DU Chengfeng, LI Chaohai, LIU Tianxue, et al (6633)

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 21 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 21 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	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
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
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	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
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	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



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