

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2022.06.005

水分、温度和光照对几种常见作物 种子萌发的影响

张婉婷¹, 王鹤宇², 史良³, 易兰⁴, 阿依巧丽¹

1. 西南大学 生命科学学院/三峡库区生态环境教育部重点实验室/
重庆市三峡库区植物生态与资源重点实验室, 重庆 400715;
2. 重庆市南开中学, 重庆 400030; 3. 重庆市巴蜀中学, 重庆 400013;
4. 四川省大竹中学, 四川 大竹 635100

摘要: 在全球气温上升和降雨增强的趋势下, 作物种子面临难以萌发的风险。以小麦、黄豆、玉米和花生种子为材料, 以水分、温度和光照为变量因子, 采用培养皿滤纸萌发法, 测定种子的发芽率和发芽势, 研究水分和温度等生态因子对种子萌发的影响。结果表明: 光照对4类物种种子的发芽率和发芽势的影响差异无统计学意义, 温度显著影响4类物种种子的发芽势, 温度和水分显著影响玉米和花生的发芽率。最适萌发环境为温度 20 °C, 适宜光照和适量水, 在此环境下, 4类物种种子发芽率为 100%。

关键词: 种子萌发; 农作物; 生态因子; 发芽率; 发芽势

中图分类号: S565 **文献标志码:** A

文章编号: 1673-9868(2022)06-0049-06

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Water, Temperature and Light on Seed Germination of Several Common Crops

ZHANG Wanting¹, WANG Heyu², SHI Liang³,
YI Lan⁴, AYI Qiaoli¹

1. School of Life Science, Southwest University/Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region/
Chongqing Key Laboratory of Plant Ecology and Resources Research in Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715, China;
2. Chongqing Nankai Middle School, Chongqing 400030, China;
3. Chongqing Bashu Middle School, Chongqing 400013, China;
4. Sichuan Dazhu Middle School, Dazhu Sichuan 635100, China

Abstract: Under the trend of global temperature rising and rainfall increasing, crop seeds are facing the risk of difficulty to germinate. In this study, wheat, soybean, corn and peanut seeds were used as materials, and water, temperature and light were used as variable factors. The germination rate and germination

收稿日期: 2021-01-31

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0505301); 国家自然科学基金项目(31800331)。

作者简介: 张婉婷, 硕士研究生, 主要从事环境生态学的研究。

通信作者: 阿依巧丽, 副教授。

potential of seeds were measured by using petri dish filter paper germination method to study the effects of ecological factors such as water and temperature on seed germination. The results showed that light had no significant effect on the seeds germination rate and germination potential of four species. Temperature significantly affected the germination potential of seeds of four species. Temperature and water significantly affected the seeds germination rates of corn and peanut. The optimum germination environmental condition was 20 °C, light and appropriate water. Under this environmental condition, the seeds germination rate of all four species was 100%.

Key words: seed germination; crops; combination of ecological factors; germination rate; germination potential

由于全球气候变化,日益频繁的高温、暴雨对农业生产造成了极大的负面影响^[1-2]。同时,全球人口数量 2006 年已突破 65 亿人^[3],预计 2050 年将增至 97 亿人^[4]。未来几十年人类面临的重大挑战是为迅速增长的世界人口提供粮食^[5]。由此,人类对作物产量的要求进一步提升,而作物是否高产首先取决于种子能否正常萌发。目前,全球范围内种植数量多、范围广、流通于各国的作物主要包括小麦、玉米、黄豆和花生^[6-9],研究它们在频繁降雨和升温背景下的种子萌发十分必要。

种子萌发是一个复杂的过程,需要满足很多条件^[10-12]。首先是种子本身具有萌发的能力^[13],其次是需要合适的生态因子,包括充足的水分、适宜的温度^[14-15],少数还需一定的光照^[16]。不同作物种子对环境变化的反应不同,而且植物对某种生态因子的响应可能会受到其他生态因子的影响^[17]。

种子的发芽率可以很好地体现种子的生命力,发芽率越高,种子生命力越强^[18]。发芽势可反映种子的发芽速率和幼苗整齐度^[18-19]。本研究以小麦、黄豆、玉米和花生种子为材料,在确定其本身具有较好生活力的前提下,以温度、光照和水分为变量因子,采用培养皿滤纸萌发法检测种子萌发情况,分析发芽率和发芽势,探究其最适的萌发条件,为全球频繁降雨与升温背景下小麦等重要作物的种子萌发提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

本研究中使用的小麦种子于 2019 年 10 月购买自陕西宝鸡博洋源园企业店,品种为‘西农 529’;玉米种子购买自山东潍坊寿光田尚甜种业,品种为‘郑单 985’;花生种子购买自河南南阳果粒优供,品种为‘鲁花 9 号’;黄豆种子购买自重庆市北碚区永辉超市,品种为‘渝豆 1 号’。购买的种子置于三峡库区生态环境教育部重点实验室冰箱(4 °C)中贮存中备用。

1.2 TTC 法测定种子生活力

使用电子分析天平称取 2,3,5-氯化三苯基四氮唑(TTC) 0.5 g,加少量无水乙醇溶解,用蒸馏水定容至 100 mL,得到 0.5% TTC 溶液,倒入棕色瓶备用。

将小麦、玉米、黄豆和花生种子于 30 °C 水温条件下处理 8 h,之后将预吸胀的种子沿纵轴方向平均切成两半,其中一半种子直接放入 TTC 染料中,另一半种子经过沸水处理 5 min 后放入 TTC 染料中。在 30 °C 的恒温箱中放置 1 h,染色结束后将种子用清水冲洗 2 次,终止反应。每处理 50 粒种子,3 个重复。根据农作物种子检验规程(1995)判定种子有无生活力。

$$A = \frac{B}{C} \times 100\%$$

式中, A 为种子生活力, B 为有生活力的种子数(粒), C 为供试种子总数(粒)。

1.3 种子萌发率和萌发势的测定

本实验采取培养皿滤纸萌发法,选择籽粒饱满、大小一致、种胚完整、无霉变的种子,用 30 °C 的清水浸泡 8 h 后,置于直径 10 cm,垫有两层滤纸的培养皿中,将培养皿放置在光照培养箱内。

根据我国大部分地区的播种季节春季 3 月到 5 月的平均气温,将光照培养箱温度设置为 10 °C 和 20 °C 两个组;根据 3 月到 5 月的昼夜光周期和光照强度,设置光暗交替(12 h/12 h,以下简称“适宜光照”)和黑

暗(24 h)两个组,其中光照强度设为 $270 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;培养皿内加水后,将拇指按压两层滤纸有湿润感并有水浸出设置为适量水,将水体刚好完全浸没种子设置为过量水.其中适量水的标准是5 mL蒸馏水,过量水的标准是小麦种子25 mL蒸馏水,玉米种子40 mL蒸馏水,花生种子45 mL蒸馏水,黄豆种子40 mL蒸馏水.根据温度、光照和水分分组,再设置8组不同的生态因子组合(表1).

表1 生态因子组合

生态因子组合	具体设置	生态因子组合	具体设置
1	10 °C/适宜光照/适量水	5	20 °C/适宜光照/适量水
2	10 °C/适宜光照/过量水	6	20 °C/适宜光照/过量水
3	10 °C/黑暗/适量水	7	20 °C/黑暗/适量水
4	10 °C/黑暗/过量水	8	20 °C/黑暗/过量水

判断种子是否萌发以胚根突破种皮2 mm为标准.为了得到更准确更详细的萌发动态,在种子吸水后的前48 h,即萌发最快的时段每天早晚各统计1次,之后便每天晚上统计1次,实验持续4周.在培养期间所有的重复组连续10 d不再有新种子萌发,即结束该物种的种子萌发实验.每物种以20粒种子为1个重复,每种培养条件下设置5个重复.

1.4 数据分析与处理

1.4.1 萌发指标

$$D = \frac{E}{C} \times 100\%$$

式中, D 为种子发芽率, E 为发芽种子数(粒), C 为供试种子总数(粒).

$$F = \frac{G}{C} \times 100\%$$

式中, F 为种子发芽势, G 为前3 d发芽种子数(粒), C 为供试种子总数(粒).

1.4.2 统计分析作图

利用统计软件SPSS 22.0对小麦、玉米、黄豆和花生4类种子的生活力进行单因素方差分析,并用LSD法进行多重比较;利用软件Excel 2013和SPSS 22.0对这4类种子的发芽势和发芽率进行统计和非参数分析;利用软件Origin 2019b作图.

2 结果与分析

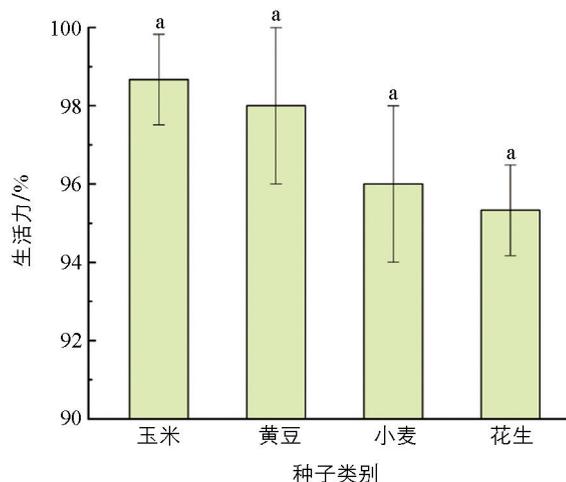
2.1 种子生活力

种子生活力高表明种子坏死和休眠的概率小,具有较大发芽潜力.本实验中,小麦、玉米、黄豆和花生的种子生活力都在95%以上(图1),说明在后续的萌发实验中,种子不萌发,其内在因素的影响极小.

2.2 种子萌发对不同生态因子的响应

2.2.1 小麦种子

小麦种子在不同的温度、水分和光照条件下,发芽率均达到100%(图2a).在“20 °C/适宜光照/适量水”和“20 °C/黑暗/适量水”时,发芽势达到或接近100%(图3).小麦种子的发芽势对温度敏感(表2).在“10 °C/黑暗/适量水”和“10 °C/黑暗/过量水”时,发芽势为0%(图3).



小写字母相同表示 $p > 0.05$, 差异无统计学意义.

图1 4种物种种子的生活力

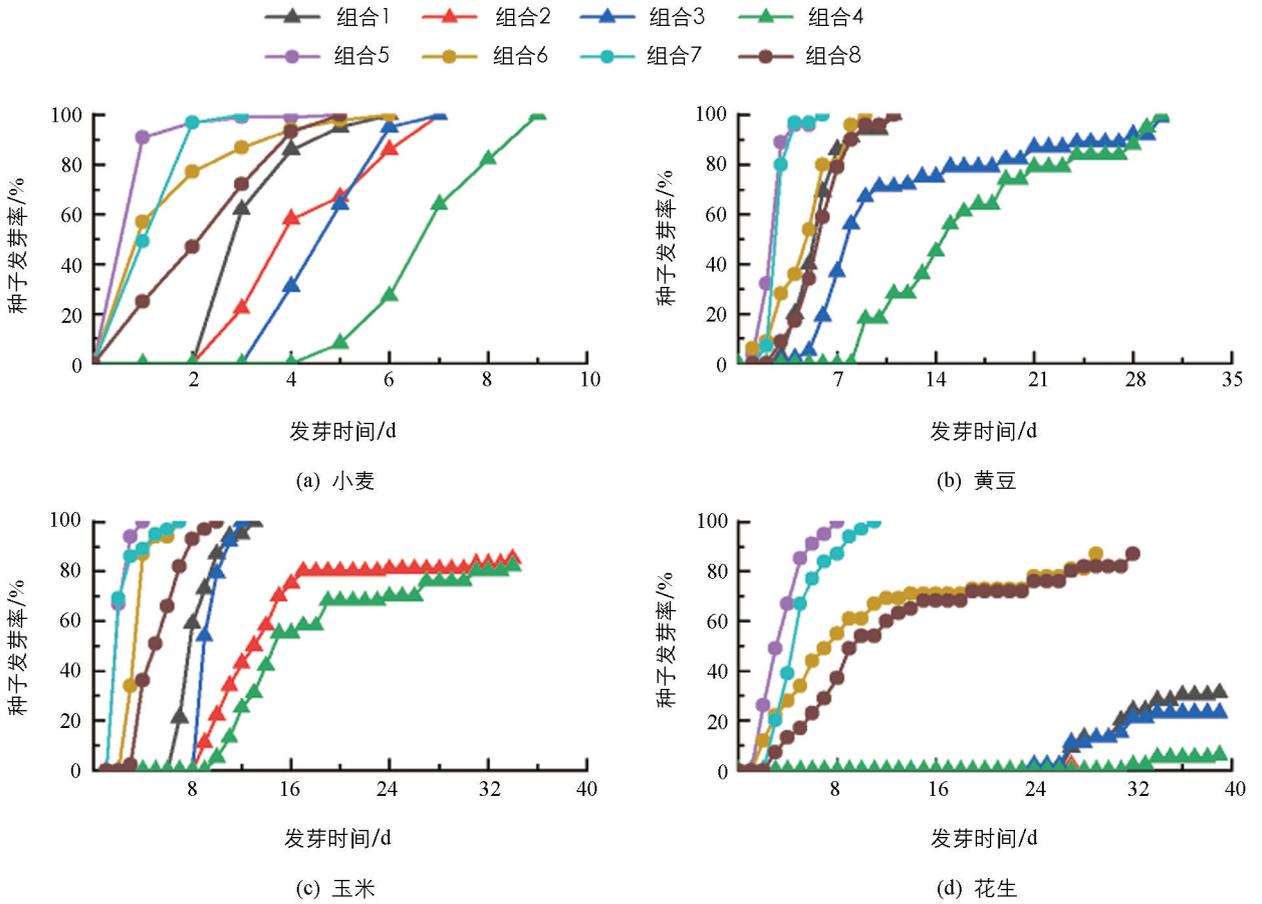


图 2 4 种物种种子的积累发芽率

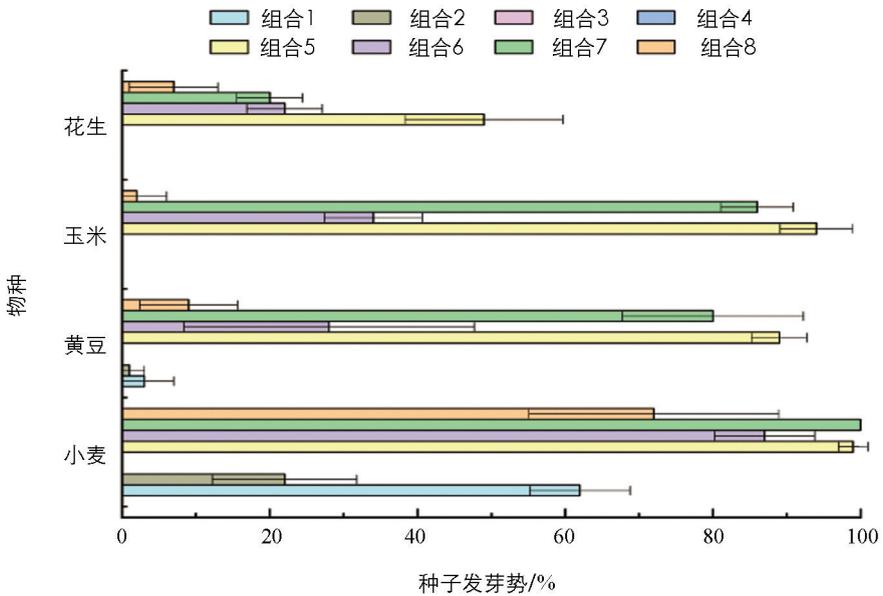


图 3 4 种物种种子在不同生态因子组合下的发芽势

2.2.2 黄豆种子

黄豆种子的发芽率在不同的温度、水分和光照条件下,达到或接近 100%,且在“20 °C/适宜光照/适量水”和“20 °C/黑暗/适量水”时,种子全部发芽的天数为 4~5 d(图 2b),黄豆种子的发芽势只受温度的影响(表 2).在“10 °C/黑暗/适量水”和“10 °C/黑暗/过量水”的条件下,种子发芽势为 0%(图 3).

2.2.3 玉米种子

玉米种子的发芽率受温度和水分的影响有统计学意义(表2),除“10℃/适宜光照/过量水”和“10℃/黑暗/过量水”外,发芽率均为100%。其中,种子在“20℃/适宜光照/适量水”和“20℃/黑暗/适量水”时,4d全部萌发(图2c)。玉米种子的发芽势也受温度和水分的影响,差异有统计学意义(表2)。在“20℃/适宜光照/适量水”的条件下发芽势为94%(图3)。

2.2.4 花生种子

温度和水分对花生种子的发芽率的影响有统计学意义(表2),在“20℃/适宜光照/适量水”和“20℃/黑暗/适量水”的条件下发芽率为100%,在“10℃/适宜光照/过量水”和“10℃/黑暗/过量水”的条件下发芽率不足10%(图2d)。花生种子的发芽势受温度的影响有统计学意义(表2),在“20℃/适宜光照/适量水”的条件下发芽势最大,有49%的种子萌发(图3)。

表2 不同生态因子对种子发芽势和发芽率的影响

生态因子	发芽势				发芽率			
	小麦	黄豆	玉米	花生	小麦	黄豆	玉米	花生
光照	0.094	0.287	0.215	0.142	1.000	1.000	0.853	0.956
温度	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	1.000	0.152	0.001**	0.000**
水分	0.060	0.065	0.032*	0.192	1.000	1.000	0.001**	0.013**

注: * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, 差异有统计学意义。

3 结论与讨论

种子萌发是作物是否高产的首要前提,萌发条件的探究在作物生产中占有重要地位。本研究以小麦、黄豆、玉米、花生种子为材料,分析生态因子对4类种子的影响后发现:1)光照对4类种子发芽率和发芽势的影响无统计学意义,但温度对它们发芽势的影响有统计学意义。2)虽然温度和水分对小麦和黄豆种子的发芽率的影响不大,却极显著地影响了玉米和花生种子的发芽率。3)在本研究中,4类种子萌发的最佳条件都是“20℃/适宜光照/适量水”。

根据前人的研究,就温度而言,小麦、黄豆、玉米、花生种子萌发的最适温度分别为15~20℃^[20],15~25℃^[21],27~32℃^[14],25~30℃^[22]。在本研究中,小麦和黄豆的最佳萌发温度为20℃,与前人的研究结果相符;玉米种子的发芽势在20℃时最高可达94%,说明20℃也是适于玉米种子萌发的温度;花生种子在20℃时的发芽势最高仅为49%,说明虽然20℃是本研究的最佳萌发温度,但并不是花生种子的最适萌发温度。就水分而言,过量的水分会造成种子内部缺氧,增加霉菌感染和种子霉变的概率。因此,“适量水”是促进种子萌发的前提条件之一。本研究4类种子在“适量水”条件下的发芽率和发芽势更高,这也与前人的研究结果相符。

目前,这4类物种的种植区域主要在亚洲、欧洲、美洲和非洲^[23-26],根据 Hirabayashi 等^[27]和 Sévellec 等^[28]的气候模型预测,未来这些地区都将处于温度升高、降水量增大的环境下。因此,对于这些区域,特别是种植玉米和花生的地区,应做好提前播种、加深排水沟深度、提高中耕频率的准备,为种子萌发创造最适宜的条件。

全球气温上升和降水量增大是必然趋势,同时不排除干旱、寒潮、热浪等极端天气的出现^[29-30],这些极端天气都是很难预测的^[31]。因此,各地区可以考虑在极端天气出现后,在温室中将环境条件设置为“20℃/适宜光照/适量水”,让作物种子萌发后,再将其移栽到田间。

参考文献:

- [1] BAILEY S J, PARKER J E, AINSWORTH E A, et al. Genetic Strategies for Improving Crop Yields [J]. Nature, 2019, 575: 109-118.
- [2] 郭霄鹏,刘芸.世界正面临严重气候危机[J].生态经济,2020,36(1):1-4.
- [3] 孙天仁.全球人口突破65亿[J].决策与信息,2006(10):4.

- [4] 李莉. 全球人口 2050 年将达 98 亿 [J]. 百科知识, 2018(17): 53.
- [5] VOESENEK L A C J, SASIDHARAN R, VISSER E J W, et al. Flooding Stress Signaling through Perturbations in Oxygen, Ethylene, Nitric Oxide and Light [J]. *New Phytologist*, 2016, 209(1): 39-43.
- [6] 蒋赞, 张丽丽, 薛平. 我国小麦产业发展情况及国际经验借鉴 [J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(7): 1-10.
- [7] 颜波. 全球玉米布局与中国企业“出去”战略研究 [J]. 中国粮食经济, 2020(4): 63-65.
- [8] 曹永强, 王昌陵, 王文斌, 等. 国内外大豆产业、科技现状浅析与我国大豆产业发展思考 [J]. 辽宁农业科学, 2019(6): 44-48.
- [9] 孙宏宇. 花生种植生产效益分析与高效种植技术 [J]. 吉林蔬菜, 2019(2): 75-76.
- [10] WANG H Z, ZHAO K P, LI X J, et al. Factors Affecting Seed Germination and Emergence of *Aegilops tauschii* [J]. *Weed Research*, 2020, 60(3): 171-181.
- [11] 邸娜, 韩海军, 郑喜清, 等. 培养条件对向日葵列当种子萌发的影响 [J]. 植物检疫, 2020, 34(6): 19-24.
- [12] 张燕燕, 陶荣. 环境因子对濒危植物斑籽麻黄种子萌发的影响 [J]. 现代农业科技, 2020(19): 69-70, 75.
- [13] 林琳, 高宇婷, 程福山等. 赛黑桦不同半同胞家系种子活力比较 [J]. 植物研究, 2020, 40: 125-132.
- [14] 焦向杰. 温度与土壤水分对玉米种子萌发及幼苗生长特性的影响 [J]. 农业开发与装备, 2020(5): 90.
- [15] 李海平, 李灵芝, 任彩文, 等. 温度、光照对苦荞麦种子萌发、幼苗产量及品质的影响 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2009, 34(5): 158-161.
- [16] 乔普, 曾波, 王海锋, 等. 低温环境下光照强度对野古草种子萌发的影响 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2007, 32(6): 56-59.
- [17] VISSER E J W, ZHANG Q, DE GRUYTER F, et al. Shade Affects Responses to Drought and Flooding - Acclimation to Multiple Stresses in Bittersweet (*Solanum dulcamara* L.) [J]. *Plant Biology*, 2015, 18: 112-119.
- [18] 王江涛, 杨军, 王向涛. 变温处理对藏北高原 3 种禾本科牧草种子萌发的影响 [J]. 高原农业, 2019, 3(6): 670-674.
- [19] 谢松青, 赵阳, 王颖. 种子发芽势对作物田间出苗率的重要性分析 [J]. 现代农村科技, 2019(4): 45.
- [20] 苏焕喜, 张改梅. 小麦种子的萌发与出苗及影响因素分析 [J]. 新农业, 2020(22): 71-72.
- [21] 王军, 张海生, 李方舟, 等. 春播大豆缺苗原因及预防措施研究 [J]. 种子科技, 2020, 38(18): 22-23.
- [22] 谢明惠, 陈浩梁, 张光玲, 等. 温度、土壤湿度和播种深度对花生种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 花生学报, 2017, 46(2): 52-59.
- [23] 赵广才, 常旭虹, 王德梅, 等. 小麦生产概况及其发展 [J]. 作物杂志, 2018(4): 1-7.
- [24] 侯升文, 胡继海, 李明妹, 等. 世界大豆生产发展现状与趋势 [J]. 农业与技术, 2010, 30(2): 1-2.
- [25] 宋玉祥, 师瑞娟. 世界玉米生产与分布 [J]. 地理教育, 2007(1): 78.
- [26] 刘学忠. 世界主要花生出口国花生产业国际竞争力比较 [J]. 世界农业, 2008(1): 29-32.
- [27] HIRABAYASHI Y, MAHENDRAN R, KOIRALA S, et al. Global Flood Risk under Climate Change [J]. *Nature Climate Change*, 2013(3): 816-821.
- [28] SÉVELLEC F, DRIJFHOUT S S. A Novel Probabilistic Forecast System Predicting Anomalously Warm 2018-2022 Reinforcing the Long-Term Global Warming Trend [J]. *Nature Communications*, 2018(9): 3024.
- [29] 任福民, 高辉, 刘绿柳, 等. 极端天气气候事件监测与预测研究进展及其应用综述 [J]. 气象, 2014, 40(7): 860-874.
- [30] WALSH J E, BALLINGER T J, EUSKIRCHEN E S, et al. Extreme Weather and Climate Events in Northern Areas: a Review [J]. *Earth-Science Reviews*, 2020, 209: 103324.
- [31] 黄萌田, 周佰铨, 翟盘茂. 极端天气气候事件变化对荒漠化、土地退化和粮食安全的影响 [J]. 气候变化研究进展, 2020, 16(1): 17-27.