

Evaluation of Suitable Meteorological Index for *Cucumis metuliferus* Planting

Ping Liang¹, Kun Lei², Weiwu Cao², Shuhong Gu³, Xianju Long¹, Shitao Liu²

¹Qiandongnan Prefecture Meteorological Bureau, Kaili Guizhou

²Cengong County Bureau of Meteorology, Cengong Guizhou

³Guiz Pentad Institute of Mountainous Environment and Climate, Guiyang Guizhou

Email: liangping_0714@163.com

Received: Nov. 4th, 2015; accepted: Nov. 18th, 2015; published: Nov. 24th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Cucumis metuliferus introduction experiment was carried out in Qiandongnan Agrometeorological Experimental Base (Cengong) in 2014. Based on experimental data and the same term meteorological observation data, using the parallel observation method, the effect of temperature and accumulated temperature above 10°C and precipitation during the whole growth period of *Cucumis metuliferus* was analyzed. The results showed the lowest integrated temperature $\geq 10^\circ\text{C}$ for *Cucumis metuliferus* growth was 3300°C·d; the optimum temperature for seed germination, vegetative growth and reproduction was 15°C - 19°C, 22°C - 24°C and 24°C - 25°C, respectively; the temperature below 20°C was not suitable for the blossom. If the accumulated rainfall of 5 consecutive days was more than 50 mm and daily rainfall exceeded 5 mm for 4 consecutive days or more, it would cause waterlogging which would affect the growth of *Cucumis metuliferus*.

Keywords

Cucumis metuliferus, Introduction Experiment, Suitable Meteorological Index, Meteorological Conditions

火参果种植适宜性气象指标初探

梁平¹, 雷坤², 曹威伍², 古书鸿³, 龙先菊¹, 刘诗韬²

¹黔东南州气象局, 贵州 凯里

²岑巩县气象局, 贵州 岑巩

³贵州省山地环境气候研究所, 贵州 贵阳
Email: liangping_0714@163.com

收稿日期: 2015年11月4日; 录用日期: 2015年11月18日; 发布日期: 2015年11月24日

摘要

基于2014年黔东南州气象局农业气象试验基地(岑巩)火参果引种试验生育期观测资料, 结合同期区域自动气象站观测资料, 利用平行观测分析法, 对火参果全生育期内气温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、降水对火参果引种影响进行分析, 初步研究结果表明: 火参果在 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $3300^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 以上的地区可以种植; 火参果出苗最适气温 $15^{\circ}\text{C}\sim 19^{\circ}\text{C}$; 营养生长期最适宜气温 $22^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$; 生殖生长期最适宜气温 $24^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$; 气温低于 20°C 时不能正常开花; 连续5 d累计降雨量 50 mm 以上、且连续4 d以上日降雨量大于 5 mm 时, 易造成田间积水从而影响火参果正常生长。

关键词

火参果, 引种试验, 适宜指标, 气象条件

1. 引言

贵州复杂的山地环境和立体气候特征适宜多种农作物的生长, 如何充分发挥贵州气候资源优势, 充分开发和利用气候资源, 大力开展农业产业结构调整, 促进农业增效、农民增收, 推动现代农业发展, 日益成为农业生产的发展重点。黔东南苗族侗族自治州地处贵州省东南部、云贵高原向湘桂丘陵盆地过渡地带, 根据地层岩石和地质外营力作用, 境内可划分为岩溶地貌区和剥蚀、侵蚀地貌区。州境总体地势是北、西、南三面高而东部低。境内大部分地区海拔 $500\sim 1000\text{ m}$, 最高点为雷公山主峰黄羊山, 海拔 2178.8 m , 最低点为黎平县地坪乡井郎村水口河出省处, 海拔 137 m 。复杂的地形地貌, 形成了多样的气候, 总体而言黔东南苗族侗族自治州地属中亚热带季风湿润气候区, 具有冬无严寒, 夏无酷暑, 雨热同季的特点。年平均气温 $14^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。最冷月(1月)平均气温 $5^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$; 最热月(7月)平均气温 $24^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。由于地理位置和地势的不同, 各地气温有一定差异。总体趋势是: 南部气温高于北部, 东部气温高于西部。境内年日照时数为 $1068\sim 1296\text{ h}$, 无霜期 $270\sim 330\text{ d}$, 降雨量 $1000\sim 1500\text{ mm}$, 境内主要的农业气象灾害包括干旱、低温、秋风、霜冻等。伏旱是影响黔东南农业生产的最主要农业气象灾害之一, 工程性缺水制约着黔东南的经济社会发展, 气象为农服务工作日趋重要, 农业气象服务成为气象工作服务地方经济社会发展的重要内容。探索气象服务于农业生产, 日益成为气象为农服务的重要组成部分。于是2014年贵州省黔东南州在岑巩县建立农业气象试验基地, 该基地位于贵州省岑巩县天马镇白岩坪村(27.38°N 、 108.66°E), 海拔 670 m 左右, 为低山丘陵, 属于石灰岩溶地貌[1], 土壤类型为水稻土、微酸性, 肥力中等[2], 开展了火参果引种试验, 收成良好。

火参果又名: 刺角瓜(*Cucumis metuliferus*)、海参果、火星果, 为葫芦科黄瓜属植物, 原产于非洲喀拉哈里沙漠, 现在也长于加利福尼亚和新西兰。一年生蔓性草本植物, 表皮坚硬、凹凸不平。肉质细腻多籽, 像黄瓜一样呈凝胶状, 口味清甜。在原产地由于其根系能够达到地下含水层, 因此它曾经是当地人重要的维生素和水的来源。现在新西兰、美国、澳大利亚、德国等地均有栽培, 是一种一年多次种植的四季水果, 火参果的功效与作用明显, 所含的维生素可以起到安神补脑, 健心活血的作用, 火参果果肉中含有独特的粗纤维, 能迅速消除油腻感, 长期食用有美容瘦身功效。

本研究通过对引种火参果生育期观测资料与同步气象观测资料进行对比分析,初步得出火参果适应性气候指标,为未来深入开展火参果适应性气候指标研究和推广,以及农业结构调整提供参考。

2. 材料与方法

火参果引种试验于2014年4月到9月在黔东南州气象局农业气象试验基地进行,试验品种由江西鄱阳湖百利果树种植专业合作社引进。采用直播和大棚育苗方式进行引种试验,直播于4月21日播种,大棚育苗于5月2日播种。本文用以对比分析的火参果发育期资料来自试验观测记录。按《农业气象观测规范》[3]进行作物发育期观测,即根据观测作物选择原则和要求,在直播和移栽火参果引种试验基地各选1个观测地段,共2个观测地段;在2个观测地段内分别选4个区、每个区选2行、每行选5株,直播和移栽火参果观测植株各40株,进行发育期观测,并记录发育期。并以发育期百分率来确定发育期,即:

$$\text{发育期百分率}(\%) = \text{进入发育期的株数} / \text{观测总株数} * 100\%$$

当第一次观测大于或等于10%时,记为发育始期;当第一次观测大于或等于50%时,记为发育普遍期。为了便于对火参果引种试验气象条件的研究分析,本研究定义:苗期是播种到三叶普遍期,大田营养生长期是三叶普遍期到花果盛期,生殖生长期是开花始期到植株枯萎。

平行观测气温、降水资料来源于岑巩县天马镇区域气象自动观测站,该站没有日照或辐射观测,本研究对光照对火参果生长的影响不作分析。

采用平行观测资料对比分析法[4]-[7],对火参果引种试验气象条件进行分析。根据火参果生育期观测资料,利用Excel对火参果全生育期以及各生育期之间的天数、各生育期所对应时段的逐日平均气温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温、降水量以及日平均气温5日滑动平均值和日降水量连续5日累计值等进行统计。通过对火参果各生育期的生长状况与各相关气象要素进行比对和影响分析,初步得出火参果种植的温度指标和火参果营养生长期的渍涝灾害指标。

3. 结果与分析

3.1. 火参果发育期观测

在火参果引种试验过程中共观测记录了播种期(A)、出苗普遍期(B)、齐苗期(C)、三叶普遍期(D)、移栽期(E)、花果始期(F)、花果盛期(G)、摘果盛期(H)、藤叶枯萎普遍期(S)等9个发育期(表1)。直播火参果为露天栽、育苗移栽的火参果采用温室大棚育苗,从播种到齐苗直播为23 d、育苗移栽的12 d,两者相差11 d;从齐苗到三叶普遍期,出现了持续阴雨天气,温室大棚内外气温差别较小,因此进入三叶普遍的时间基本一致,均为9 d;育苗的火参果移入大田到摘果盛期,与直播火参果的发育进程基本一致,共需118 d;枯萎普遍期育苗移栽的比直播的提前10 d左右。直播火参果全生育期167 d,育苗移栽的火参果全生育期147 d。

3.2. 火参果不同生育期内的气象要素观测

根据农业气象试验基地火参果各生育期出现的时间,统计了各关键生育期间隔日数和所对应时段的积温、平均气温、降水量(表2)。从不同生育期间的日数统计来看,火参果全生育期平均为156 d,营养生长期长达84 d,从开花到果实成熟34 d,从果实成熟到植株枯萎平均为22 d。

统计结果表明,火参果全生育期内 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $3300^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右,营养生长期 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $1850^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 以上,生殖生长期 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $750^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 以上;火参果全生育期内平均气温 20°C 以上,营养生长期和

Table 1. Onset dates of *Cucumis metuliferus* development periods**表 1.** 火参果的发育期出现日期

栽培方式	A	B	C	D	E	F	G	H	S
直播	4月21日	5月8日	5月13日	5月21日	—	7月28日	8月5日	9月8日	10月5日
育苗移栽	5月2日	5月12日	5月13日	5月21日	5月23日	7月28日	8月5日	9月8日	9月25日

Table 2. Interval days between key development periods of *Cucumis metuliferus* and simultaneous meteorological condition**表 2.** 火参果关键生育期间隔日数及其同期气象要素

		A-C	C-G	G-H	H-S	A-S
直播	日数(d)	22	84	34	27	167
	积温(°C·d)	327.6	1848.7	754.1	566.3	3496.7
	平均气温(°C)	14.9	22.0	22.2	21.0	20.9
	降水量(mm)	106.3	660.5	292.8	56.5	1116.1
育苗移栽	日数(d)	11	84	34	17	146
	积温(°C·d)	206.4	1903	754.1	365.3	3228.8
	平均气温(°C)	18.8	22.7	22.2	21.5	22.1
	降水量(mm)	80.9	660.5	292.8	25	1059.2

生殖生长期平均气温均 22.0℃ 以上；火参果全生育期内降水量平均为 1087 mm，营养生长期降水量为 660 mm，生殖生长期为 292.8 mm。

3.3. 气温对火参果生长的影响

3.3.1. 气温对火参果出苗的影响

图 1 是火参果苗期试验基地日平均气温 5 日滑动平均值的演变情况。从观测数据来看，育苗大棚内的日平均气温比棚外高 2℃~3℃，并且是因白天气温偏高为主，夜间最低气温差别不大。

试验观测数据表明(表 2、图 1)，火参果出苗受日平均气温与积温的共同影响，只有当≥10℃的积温 200℃·d 以上、日平均气温稳定通过 14℃后才开始出苗，并且日平均气温稳定通过 15℃时出苗速度明显加快。同时试验观测数据证明，直播的火参果开始出苗的当天日平均气温 14.2℃，出苗始期到齐苗期间隔 5 天，日平均气温在 15℃~19℃之间，5 日滑动平均气温在 15℃~18℃之间；育苗移栽的火参果开始出苗的当天棚内日平均气温 19.7℃，从出苗始期到齐苗期只有 2 天，日平均气温 19.7℃~21.4℃之间，5 日滑动平均气温为 20℃，但苗势偏弱。由此可以初步判定，火参果出苗最适宜气温为 15℃~19℃，日平均气温低于 15℃时火参果出苗缓慢，日平均气温高于 19℃时火参果出苗迅速，但苗势弱。

3.3.2. 气温对火参果营养生长的影响

试验基地火参果大田营养生长期，共 73 天。进入大田营养生长期后，气温波动升高，大田营养生长期 ≥10℃的积温为 1697.2℃·d，日平均气温在 17.3℃~26.9℃。日平均气温 20℃以上时火参果藤蔓生长快速生长，6 月 12 日开始搭架，6 月 26 日已有 80%的火参果植株藤蔓上架，期间 5 日滑动平均气温维持在 19.9℃(图 2)。火参果植株藤蔓普遍上架后到 7 月 16 日开始开花，日平均气温持续升高，维持在 19.7℃~26.9℃之间，植株生长量增长迅速；8 月 5 日进入花果盛期，此时植株体量达到最大。由此初步判定，火参果营养生长的适宜气温是 20℃~27℃，最适气温是 22℃~24℃。

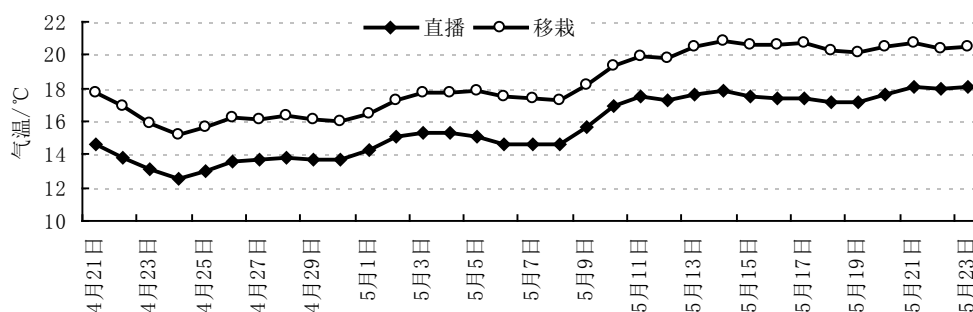


Figure 1. Sliding mean temperature of 5 days evolution during seedling stage of *Cucumis metuliferus*
图 1. 火参果苗期 5 日滑动平均气温演变图

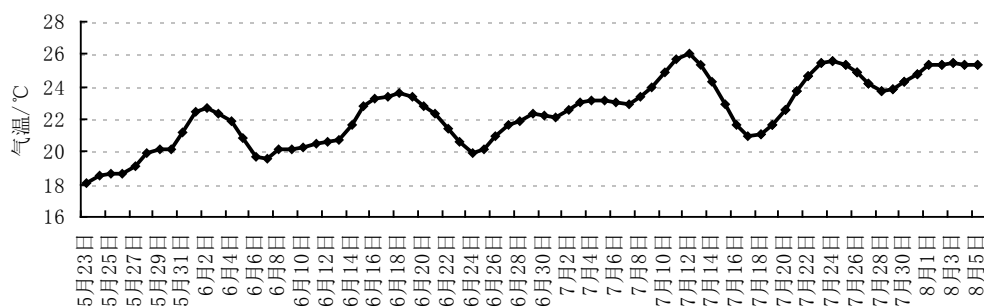


Figure 2. Sliding mean temperature of 5 days evolution during vegetative period of *Cucumis metuliferus*
图 2. 火参果营养生长期 5 日滑动平均气温演变图

3.3.3. 气温对火参果生殖生长的影响

试验观测资料表明试验基地的火参果生殖生长期共 87 天，生殖生长期获得 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $1886.1^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。火参果开始开花当天的日平均气温是 20.6°C ，火参果已获得的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $1708.3^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ；观测到火参果大量开花的当日平均气温是 24.5°C ，火参果已获得的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $1800.9^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ，从始花到大量开花历时 5 天，这 5 天的日平均气温在 $22^{\circ}\text{C}\sim 24.5^{\circ}\text{C}$ ；观测到火参果幼果的当天日平均气温 24.8°C ，火参果已获得的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $2023.6^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ；果实成熟可采当天日平均气温是 20.3°C ，火参果已获得的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $2905.7^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。从火参果生殖生长期 5 日滑动平均气温来看(图 3)，花果期平均气温维持在 $20^{\circ}\text{C}\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，开花最盛时期的气温维持在 $23.6^{\circ}\text{C}\sim 25.6^{\circ}\text{C}$ ，气温逐步下降到 20°C 后没有观测到火参果开花、并且植株迅速枯萎，但果实仍能正常年生长。

由此可以初步判定，火参果开花需要 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $1700^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 以上、且日平均气温在 20°C 以上；幼果开始生长需要 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $2000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 以上、且日平均气温在 24°C 以上；花果适宜气温是 $20^{\circ}\text{C}\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，最适宜气温是 $24^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。

3.4. 降水对火参果生长的影响

火参果引种试验期内，总降水量 1117.7 mm ，比常年同期偏多。火参果苗期总降水量 163.9 mm ，从连续 5 天累计降水量来看(图 4)，降水较为均匀，火参果苗没有出现渍涝灾害。

火参果大田营养生长期总降水量 602.9 mm ，试验观测到 7 月 2 日、7 月 16 日、7 月 20 日以及 7 月 29 日低洼地段由于连续降雨出现了积涝，与没有出现积水地区的火参果相比生长发育滞后、且明显偏弱；从连续 5 天累计降雨量来看(图 4)，7 月 2~4 日出现连续强降雨，造成 7 月 2~7 日连续 6 天前 5 天累计降水量持续在 58 mm 以上，造成土壤湿度大，低洼地区出现积水；7 月 15~17 日再次出现连续强降雨，

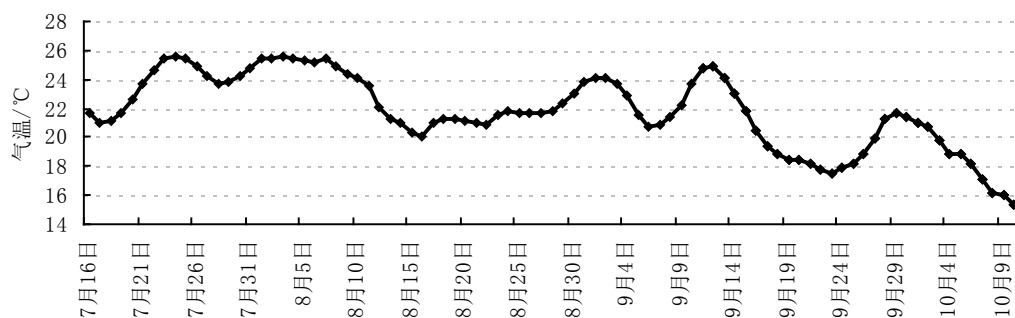


Figure 3. Sliding mean temperature of 5 days evolution during reproductive stage of *Cucumis metuliferus*

图3. 火参果生殖生长期5日滑动平均气温演变图

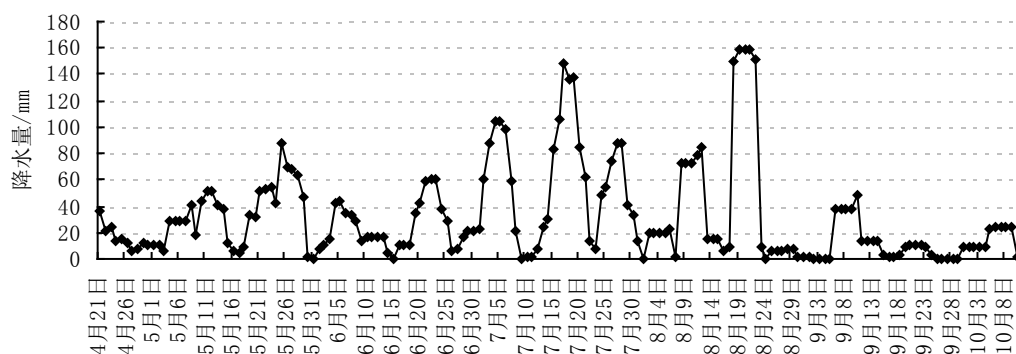


Figure 4. Cumulative precipitation for 5 consecutive days' evolution during the growth period of *Cucumis metuliferus*

图4. 火参果生长期连续5日累计降水量逐日演变图

造成7月15~21日连续6天前5天累计降水量大于60 mm，火参果试验田间土壤湿度大、低洼地段再次出现积涝；7月24~27日的连续较强降雨，导致5日累计雨量达88 mm，低洼地段有积涝出现。由此初步判定，火参果营养生长期如果出现连续5天累计降雨量50 mm以上、且连续4天以上日降雨量大于5 mm，将会造成低洼地区、且排水不畅的田块积水，形成火参果营养生长期的渍涝灾害。

火参果生殖生长阶段总降水量350.9 mm，并且前期降水偏多、后期降水偏少。在火参果花果盛期的8月18日出现了大暴雨，但大暴雨出现前后5天累计降水量均不足10 mm，观测火参果没有明显异常现象出现，这也许与此期火参果生长旺盛、花果正常生长需水量大有关；火参果花果后期到果实成熟期，降水持续偏少，从8月19日到10月10日累计降水量112.9 mm，9月6日出现了1次36.9 mm的大雨、9月10日和10月5日分别出现10.9 mm和22 mm的中雨外，其余时间为小雨或无雨，但未观测到火参果旱象出现。

4. 结论

火参果引种试验结果表明，在岑巩县天马镇种植生产火参果是可行的。通过分析研究初步判定：

① 火参果播种期可以选在日平均气温稳定通过15°C初日前10~20 d内播种，火参果出苗前能获得200°C·d以上积温，并确保苗齐、苗壮。

② 火参果大田营养生长期最适宜气温22°C~24°C，适宜气温是20°C~27°C，15°C~20°C可以缓慢生长；火参果生殖生长期最适宜气温24°C~25°C、适宜气温是20°C~27°C，气温下降致20°C以下时不能开花、并且植株迅速枯萎。

③ 火参果怕长时间田间积水。营养生长期如果出现连续 5 天累计降雨量 50 mm 以上、且连续 4 天以上日降雨量大于 5 mm，将造成低洼地区且排水不畅的田块积水，形成火参果营养生长期的渍涝灾害。

火参果引种试验过程中没有观测到高温热和低温冷害，因此本研究能够初步判定火参果生长的气温上限和下限；由于试验过程中降水多，没有明显干旱出现，所以对火参果正常生长所需降水量以及耐旱程度不能给出初步的判定结果，需要在后继的分期播种实验中进行深入研究。

基金项目

黔科合重大专项字[2011]6003 号，黔东南州气象局开放基金(QDNQK201401)，贵州省青年基金(QN[2015] 02)。

参考文献 (References)

- [1] 陈建庚. 贵州地貌环境与旅游[M]. 北京: 地质出版社, 2008.
- [2] 何电源. 中国南方土壤肥力与栽培植物施肥[M]. 北京: 科技出版社, 1994.
- [3] 国家气象局. 农业气象观测规范(上卷) [M]. 北京: 气象出版社, 1993.
- [4] 姚克敏, 简慰民, 郑海山, 编著. 农业气象试验研究方法[M]. 北京: 气象出版社, 1995.
- [5] 薛正平, 李军, 张莉蕴, 等. 上海地区大棚黄瓜霜霉病农业气象指标研究[C]//2014 年全国农业气象业务服务技术交流论文集. 北京: 气象出版社, 2015: 12-17.
- [6] 谷晓平等编著. 特色农业气象试验研究[M]. 北京: 气象出版社, 2015.
- [7] 王纯枝, 毛留喜, 杨晓光, 等. 黄淮海地区冬小麦农业气象指标体系的构建[C]//2014 年全国农业气象业务服务技术交流论文集. 北京: 气象出版社, 2015: 3-11.