

陕西 2013 年核桃晚霜冻害发生情况调查与分析

樊江斌¹, 张金龙¹, 许新平², 陈新乐³, 陈金海⁴, 王敦^{1*}, 冯纪年^{1*}

(1. 西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 陕西渭北核桃研究中心, 陕西 延安 715700;
3. 陕西省商洛市核桃研究所, 陕西 商洛 726000; 4. 陕西宜君县核桃产业办公室, 陕西 铜川 727200)

摘 要:了解陕西省核桃晚霜冻害发生情况和规律,为晚霜引起的核桃霜冻害预防提供基础信息。通过对陕西商洛、关中、渭北 3 个地区核桃园的田间调查,研究了陕西省 2013 年核桃晚霜引起的霜冻害发生情况及其发生规律。结果表明,2013 年晚霜引起的霜冻害造成我省核桃的大幅度减产,特别是渭北地区核桃产量损失 60% 以上。对核桃晚霜引起的霜冻害发生规律研究发现,丘陵地区坡顶受害最重,阴坡重于阳坡;从核桃园经营管理角度看,核桃园的精细栽培管理能够显著降低晚霜引起的核桃霜冻害程度;从单株树体位置分析,西北方位和树冠中下部受冻害最严重。说明核桃园的选址和栽培管理和抗冻育种一样对预防核桃霜冻害起重要作用。

关键词:核桃;霜冻害;陕西;发生规律

中图分类号:S792.130.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2014)05-0120-05

An Investigation on Frozen Damage of Walnut Trees in Shaanxi Province

FAN Jiang-bin¹, ZHANG Jin-long¹, XU Xin-ping², CHEN Xin-le³,
CHEN Jin-hai⁴, WANG Dun^{1*}, FENG Ji-nian^{1*}

(1. College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Weibei Institute of Walnut, Yan'an, Shaanxi 715700, China; 3. Shangluo Institute of Walnut,
Shangluo, Shaanxi 715700, China; 4. Walnut Industry Office of Yijun County, Tongchuan Shaanxi 715700, China)

Abstract: The situation and characterization of spring frozen damage for walnut trees in Shaanxi Province was studied to obtain basic information for prevention. Field investigation was conducted in the walnut gardens in three areas of Shaanxi, i. e., Shangluo, Guanzhong, and Weibei. The results demonstrated that the walnut yield was widely affected by the spring frozen damage in 2013, especially in Weibei area with a yield lost of more than 60%. The most severe damage was found in the walnut gardens located at top of slope and shady slope, and also in those without proper management. For a single walnut tree, the most severe damage was found to be the branches direction niches at west and north of a canopy and the middle and bottom of a canopy. The results above indicated that the location choosing and management for walnut gardens were important for frozen damage prevention for walnut trees.

Key words: walnut; frozen damage; Shaanxi Province; characterization of walnut frozen damage

核桃(*Juglans regia*)作为山区发展经济和增加农民收入的重要支柱产业,是我国主要干果出口品种之一,也是重要的木本油料树种,在我国分布地域广

泛^[1]。陕西省是我国核桃大省,按 2012 年的统计数据陕西省核桃种植面积已经达到 52.6 万 hm²、位居全国第 2^[2]。霜冻害是制约我国核桃自然产量和收

收稿日期:2013-12-21 修回日期:2014-01-03

基金项目:陕西省科技统筹创新工程项目(2012KTZB02-01-02);西北农林科技大学科技创新与成果转化项目(XNY2013-30)。

作者简介:樊江斌,男,硕士生,研究方向:植物保护技术。E-mail:fanjiangbin1987@sina.com

* 通信作者:王敦,男,博士,教授,研究方向:昆虫分子生物学与生物防治。E-mail:dunwang@foxmail.com

冯纪年,男,博士,教授,研究方向:植物保护与昆虫系统性。E-mail:jinnanf@nwsuaf.edu.cn

成的重要因素,其影响远大于核桃病虫害,在我国核桃产区云南、新疆、陕西、山西、河北等省区均存在核桃霜冻害问题^[3-8]。核桃遭受霜冻一般在秋季早霜或春季倒春寒时期发生,核桃霜冻害对核桃生产有非常严重的影响,特别是早春的晚霜危害尤为严重,不仅造成枝梢失水抽干死亡,花、叶、芽干枯脱落,并能够造成核桃的大幅度减产、甚至绝收^[9-10]。研究核桃霜冻害发生规律,做好核桃霜冻害的预防工作对我国的核桃丰产具有十分重要的意义。

1 材料与方法

1.1 调查时间与地点

2013 年 4 月 5 日—5 月 10 日,分别在我省核桃主产地商洛、西安、铜川、延安 4 市的部分县区进行了霜冻害的调查,具体地点为陕西省西安市蓝田县、武功县,商洛市商州、山阳县、洛南县,铜川市宜君县,延安市黄龙县,分属我省陕南、关中、渭北 3 个地理生态区域。核桃枝条冻害发生规律调查地点在宜君县。在 2013 年 11 月走访调查点、了解核桃产量损失情况。

1.2 调查方法

针对商洛、关中平原和渭北丘陵地区,分别依据各地具体地形选择 3 个不同海拔点、2 个坡向 6 个点进行调查。每个点选 1 个核桃园、对角线法选取 5 个点,每个点(植株)选下、中、上、顶 4 个部位,东、西、南、北 4 个方向进行观察。对核桃 1 年生枝条、主干、新梢、花芽的冻害程度进行目测或现场实体解剖,划分冻害等级、记录数据。由于我省核桃种植立地条件除了关中地区外,多为山区和丘陵,因此,研究中重点针对冻害发生严重的渭北地区进行了发生规律的研究。

冻害级别的划分标准:

I 级:轻度冻害,树体无冻伤或冻死的 1 年生枝

条,花芽冻死率低于 10%;

II 级:中度冻害,树体冻伤或冻死的 1 年生枝条比例少于 10%,花芽冻死率低于 30%;

III 级:重度冻害,树体冻伤或冻死的 1 年生枝条比例介于 11%~30%,或花芽冻死率 30%~60%;

IV 级:严重冻害,树体冻伤或冻死的 1 年生枝条比例 30%~50%,或花芽冻死率 61%~80%;

V 级:危重冻害,树体冻伤或冻死的 1 年生枝条比例>51%,或花芽冻死率高于 81%。

冻害级别的划分依据上述标准按统计数据分级。

1.3 数据分析

花芽、叶芽冻死率,枝条冻伤、冻死率均以样点 5 棵样树的统计数据计算出平均值。每一地区的受冻率等数据以当地所有样点数据均值作为依据。数据统计采用 DPS 软件,采用 *t* 检验分析差异显著性。数据绘图采用 Graphpad Prism 5 软件绘制。

2 结果与分析

2.1 冻害发生级别与造成的损失

2013 年气温回升较早,核桃顶芽、侧芽萌动早,全省多数核桃产区均受到不同程度的冻害。经调查发现,核桃枝条由于倒春寒气温骤降,引起花芽、叶芽受冻害而脱水干缩,枯萎焦头。冻害主要危害核桃的顶芽、侧芽和 1 年生枝,其中以花芽、幼嫩新梢受冻程度较为严重。枝条受冻以侧枝为主,幼芽受冻以中、下部为主。商洛市山阳县、商州核桃种植区的核桃有轻度冻害、年总产量损失 10%~20%左右,而洛南县核桃冻害轻度至中度冻害,总产量损失 20%~30%左右;西安市蓝田县、武功县为轻度冻害,总产量损失不超过 10%;铜川宜君县和延安黄龙县核桃为重度冻害和极重度冻害,总产量损失在 60%以上,受冻害严重的核桃树基本不坐果,存在很多核桃园基本绝收的情况(表 1)。

表 1 全省核桃冻害情况(2013)

Table 1 Situation of walnut tree frozen damage in Shaanxi Province (2013)

调查地点		核桃树体冻害情况/%		冻害级别	损失产量/%
		花芽冻死率	1 年生枝条冻伤率		
陕南地区	商州	10.2±0.06	3.2±0.02	II	10~20
	山阳县	11.6±0.05	1.4±0.01	II	10~20
	洛南县	15.2±0.04	2.1±0.02	II	20~30
关中地区	蓝田县	5.3±0.03	0	I	10—
	武功县	3.9±0.03	0	I	10—
渭北地区	宜君县	95.3±4.8	56.7±2.4	V	60+
	黄龙县	97.2±8.2	59.5±4.4	V	60+

注:损失产量数值后上标“+”表示高于该数值、“—”表示低于该数值。

2.2 冻害发生规律

2.2.1 冻害发生与立地条件的关系 为了进一步

明确冻害发生与立地条件的关系,对宜君县发生冻害的情况进行了地形情况调查(表 2)。从表 2 可以

看出,冻害的发生与坡向和坡位有一定关系。坡顶的冻害最重,与坡中和坡地相比存在显著差异($p<0.05$)。同一坡度的阳坡与阴坡冻害程度也存在一定差异,总体是阴坡冻害大于阳坡,但差异不显著。同时,在调查中还发现,平原地区的冻害程度也低于丘陵地区和山地。

表 2 核桃冻害发生与坡向地形的关系

Table 2 The correlation between slope direction and frozen damage of walnut

核桃园地理位置	枝条冻害发生比例/%	
	阴坡	阳坡
坡顶	63.9±7.1b	61.1±5.3b
坡中	55.3±4.1a	50.1±3.9a
坡底	51.3±4.5a	49.4±3.2a

注:同列数据标注不同字母表示差异显著($p<0.05$),下同。

2.2.2 冻害发生与栽培管理水平的关系 从表 3 可以看出,核桃园不同的栽培管理水平,对核桃冻害发生有明显的影响。耕作管理较好的核桃园冻害发生程度显著低于无管理的核桃园($p<0.05$);而粗放式管理核桃园冻害发生程度尽管低于无管理核桃园,但其和无管理核桃园冻害发生的程度没有显著差异。说明人们对核桃园的经营管理水平对预防冻害的发生有直接影响,核桃园经营管理的好坏直接关系到树势强弱和核桃树的抗冻能力。

2.2.3 冻害发生与单株树体位置的关系 通过对坡中部核桃园中的核桃树冠枝条冻害情况的调查发

现,就单株核桃树而言,枝条冻害的发生与所在位置有密切的关系(图 1—2)。图 1 显示坡中部阴坡核桃园冻害发生情况:枝条在树冠的东南西北 4 个方位冻害发生情况不同,东南方位的枝条冻害发生程度较低,西北方位枝条冻害发生程度显著高于东南方位($p<0.05$)。而树冠上中下 3 个部位冻害发生程度也有所差异,树冠下部冻害发生最为严重,与树顶部相比差异极为显著($p<0.01$);树冠中部冻害发生程度次之,与树顶部相比也存在显著差异($p<0.05$)。说明树体受到冻害对于单株核桃树而言存在不均一分布,西北方位和树冠中下部受冻害最严重。

表 3 核桃冻害发生与栽培管理水平的关系

Table 3 The correlation between slope direction and frozen damage of walnut

核桃园管理水平	枝条冻害发生比例/%
精细管理	50.1±5.1b
粗放管理	54.5±4.4a
无管理	58.3±4.5a

注:调查点均为坡中部核桃园。

由图 2 可以看出,坡中部阳坡核桃园冻害发生情况总体趋势和阴坡非常类似,唯一不同之处是阳坡树冠底部的冻害程度与树冠顶部相比差异显著($p<0.05$),但不存在极显著差异。阳坡整体冻害程度低于阴坡核桃园,说明阳坡核桃园对于抵御冻害而言具有地理优越性。

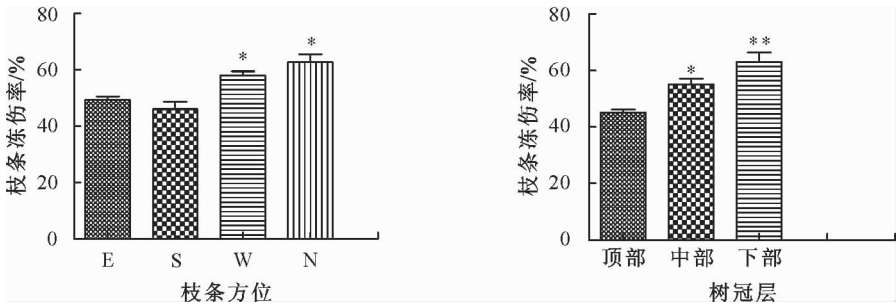


图 1 阴坡核桃枝条单株冻害规律

Fig. 1 The distribution of frozen damage of walnut branches on shady slope

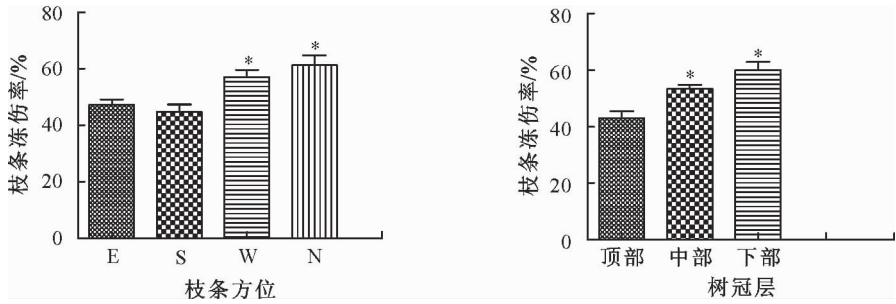


图 2 阳坡核桃枝条单株冻害规律

Fig. 2 The distribution of frozen damage of walnut branches on sunny slope

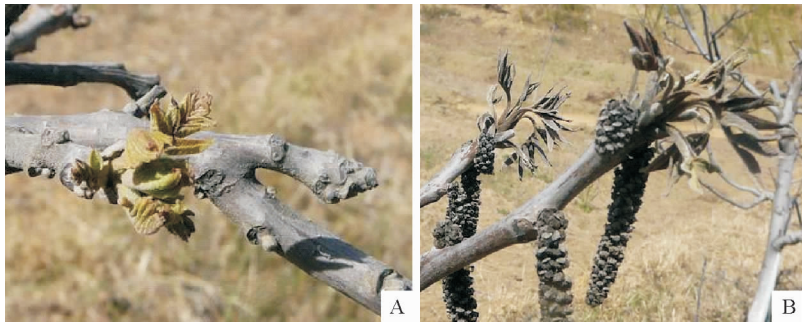
2.3 冻害发生与品种的关系

2013 年倒春寒导致的核桃冻害,对陕南和关中

地区的影响不大,主要造成经济损失的区域均在渭北地区。在陕西渭北地区,前后出现了 3 次极低温

度(−2~−4℃)和多次 0℃左右的低温反复侵害造成,具有持续时间长、反复多次冻害的特点。其形成冻害程度极为严重,绝大多数达到 V 级冻害标准。调查中发现无论是晚实和早实核桃品种、无论是何种栽培品种,在渭北地区冻害程度类似,并未表现出品种的差异性。说明无论品种有何差异,就目前常

见的栽培品种而言都无法抵御如此严重的冻害。唯一特例是在宜君冻害重灾区发现未受冻害影响的单株——美国黑核桃(*Juglans hindsii*)(图 3),其作为核桃砧木引进中国栽培,但并不是栽培品种。这说明自然界中存在核桃抗冻的品质,可能会为今后核桃的抗冻育种提供遗传材料。



A. 美国黑核桃;B. 栽培品种

图 3 冻害后的抗冻品种黑核桃与栽培品种(宜君,2013)

Fig. 3 The walnut with cold tolerance and common cultured walnut species after frozen damage (Yijun County, 2013)

3 讨论

冻害是我国核桃产区普遍存在的问题,特别是晚霜危害直接影响当年的核桃产量,是核桃产业发展的严重阻碍^[3-8]。而且霜害导致核桃腐烂病发生,今年陕西省倒春寒导致的核桃霜冻害严重影响了我省渭北地区的核桃产量,尽管在天气预报的提示下渭北核桃园采取了熏烟、防冻剂等多种措施,但由于霜冻害持续时间长、多次发生而收效甚微。例如 2006 年、2010 年初春的持续低温、降雪致使陕西渭北核桃普遍遭受霜冻,经济损失巨大^[7,11]。因此,研究霜冻害的发生规律,寻求有效的预防措施具有重要意义。国外核桃产区均以适地适树为建园根据,核桃园不存在霜冻害问题,因此无相关研究报道。国内关于核桃冻害及冻害发生规律的研究较少,一些研究报道从气象角度分析了核桃冻害发生的规律,认为核桃冻害发生是极端低温气流引起的气象灾害^[9,12]。对冻害发生规律的总体观点是冻害的严重程度与品种关系较为密切、晚实品种较为抗冻^[3]。本研究结果发现在较低温度或持续长时间低温冻害情况下,无论何种栽培品种均会严重受损,就目前的常规栽培品种而言,不同品种会有抗冻性差异^[13-14],但抗冻性仍然显得不足。关于核桃冻害发生与地形的关系,张建英^[6]等认为冻害发生是低海拔地区重于高海拔地区、平原重于山地、沟谷地重于坡地。其中高海拔地区(例如坡顶)冻害严重与本研究结果一致;但“平原重于山地、沟谷地重于坡地”与本研究结果相悖,本研究结果显示是平原轻于山地、沟谷地轻

于坡地。因此,关于核桃冻害发生与立地条件的关系还有待进一步系统、深入的研究。

本研究以丘陵地区为目标,通过大量的调查数据分析了核桃晚霜冻害发生与坡向、坡位、栽培管理水平的关系,发现阳坡冻害发生轻于阴坡、坡底和坡中轻于坡顶,而较好的栽培管理也能够一定程度上降低核桃霜冻害的发生。因此,核桃栽培的选址和栽培管理是预防核桃霜冻害的重要措施,避免在坡顶建园、加强耕作、水肥管理增强树势有助于核桃抵御霜冻害。通过合理喷施植物生长调节剂(如 GA、BR、稀土元素)、涂抹防冻剂等来增强植物抗寒性^[15-16]。另外,即便是在 2013 年核桃霜冻害的重灾区宜君县,也曾发现极为抗冻的黑核桃品种,提示自然界中存在优良的抗冻核桃基因资源。这些优良的抗冻基因资源和现代生物技术育种,将有可能从根本上解决核桃霜冻害。

4 结论

2013 年陕西省核桃晚霜引起严重的霜冻害,造成我省核桃的大幅度减产,特别是渭北地区核桃产量损失 60%以上。对核桃晚霜引起的霜冻害发生规律研究发现,丘陵地区坡顶受害最重,阴坡重于阳坡;从核桃园经营管理角度看,核桃园的精细栽培管理能够显著降低晚霜引起的核桃霜冻害程度;从单株树体位置分析,西北方位和树冠中下部受冻害最严重。这些结果说明核桃园的选址和栽培管理和抗冻育种一样对预防核桃霜冻害起重要作用。

参考文献：

- [1] 许新桥,孟丙南. 我国核桃产业潜力及发展对策研究[J]. 林业经济,2013(2):34-38.
XU X Q,MENG B N. Research on walnut industry development of huge potential and countermeasure in China[J]. Forestry Economics, 2013(2):34-38. (in Chinese)
- [2] <http://www.snly.gov.cn/info/1008/5737.htm>.
- [3] 王勇,韩玉虎,田建保,等. 2006 年早春山西省核桃冻害调查[J]. 中国果树,2007(1):53-58.
- [4] 晁岱荣,李翠萍. 核桃树受冻引发的病害防治初探[J]. 新疆林业,2008(3):38.
- [5] 张英,毛向红. 核桃树冻害与预防[J]. 河北林业科技,2011(4):54-61.
- [6] 张建英,毛向红,徐平. 2009 年河北省核桃冻害调查与分析[J]. 河北果树,2012(4):8-10.
- [7] 高书宝,李思锋,陈昊,等. 陕西渭北地区春季低温核桃冻害调查[C]. 2008 年中国植物园学术年会论文集,2008:123-127.
- [8] 寇艳丽. 宜君核桃冻害调查与分析报告[J]. 吉林农业,2012(3):163.
- [9] 杨亚利,郑合清,孙田文. 宜君春季核桃低温冻害分析及预防探讨[J]. 陕西气象,2013(4):36-38.
- [10] 禹婷,王永熙,刘航空. 3 种果树伤流夜中氮素形态分析[J]. 西北林学院学报,2006,21(3):34-36.
YU T,WANG Y X,LIU H K. Analysis on Nitrogen form in bleeding sap of three fruit trees[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006,21(3):34-36. (in Chinese)
- [11] 卿厚明,张延平. 核桃树腐烂病重发原因与防治措施[J]. 西北园艺,2010(8):30-31.
- [12] 许育良. 春季低温晚霜冻对成县核桃生长的影响[J]. 农业灾害研究,2012,2(1):44-46.
- [13] 杨惠,翟梅枝,李丽,等. 陕西核桃栽培品种优系抗寒性评价[J]. 中南林业科技大学学报,2013(4):50-55.
YANG H,ZHAI M Z,LI L, *et al.* Evaluation of cold resistance of walnut cultivars and superior lines in Shaanxi province[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2013(4):50-55. (in Chinese)
- [14] 相昆,张美勇,徐颖,王晓芳,岳林旭. 不同核桃品种耐寒特性综合评价[J]. 应用生态学报,2011,22(9):2325-2330.
XIANG K,ZHANG M Y,XU Y, *et al.* Cold-tolerance of walnut cultivars: a comprehensive evaluation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22(9):2325-2330. (in Chinese)
- [15] 白建军. 外源物质对大扁杏花器抗寒性的影响[J]. 西北林学院学报,2008,23(1):82-86.
BAI J J. Effects of exogenous regulating substances on cold resistance capacity of *Prunus armeniaca* × *sibirica*’ blossom organs[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(1):82-86. (in Chinese)
- [16] 罗正荣. 植物激素与抗寒力的关系[J]. 植物生理学通讯,1989(3):1-5.
LUO Z R. Relationship between plant hormones and cold resistance[J]. Plant Physiology Communications, 1989(3):1-5. (in Chinese)
- [32] 杜社妮,白岗栓,李明霞,等. 更新修剪对衰老‘富士’苹果枝条生长及树冠结构的影响[J]. 中国农业大学学报,2012,17(3):74-80.
DU S N,BEI G S,LI M X, *et al.* Effects of renewal pruning on shoot development and crown structure of the aging Fuji apple tree[J]. Journal of China Agricultural University, 2012, 17(3):74-80. (in Chinese)
- [33] 杨文平,郭天财,刘胜波,等. 行距配置对‘兰考矮早八’小麦后期群体冠层结构及其微环境的影响[J]. 植物生态学报,2008,32(2):485-490.
YANG W P, GUO T C, LIU S B, *et al.* Effects of row spacing in winter wheat on canopy structure and microclimate in later growth stage[J]. Journal of Plant Ecology (Chinese Version), 2008, 32(2):485-490. (in Chinese)
- [34] 王亮,郭小平,毕华兴. 晋西地区不同树龄富士苹果树群体冠层结构特征研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2010,38(11):115-120.
WANG L, GUO X P, BI H X. Study on the canopy characteristics of different ages Fuji apples trees in Jinxi loess plateau area[J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Edi., 2010,38(11):115-120. (in Chinese)
- [35] 冯国艺,罗宏海,姚炎帝,等. 新疆超高产棉花叶、铃空间分布及与群体光合生产的关系[J]. 中国农业科学,2012,45(13):2607-2617.
FENG G Y, LUO H H, YAO Y D, *et al.* Spatial distribution of leaf and boll in relation to canopy photosynthesis of super high-yielding cotton in Xinjiang[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(13):2607-2617. (in Chinese)
- [36] 王方永,王克如,李少昆,等. 利用数字图像估测棉花叶面积指数[J]. 生态学报,2011,31(11):3090-3100.
WANG F Y, WANG K R, LI S K, *et al.* Estimation of leaf area index of cotton using digital imaging[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(11):3090-3100. (in Chinese)
- [37] 张继祥,魏钦平,张静,等. 利用冠层分析仪测算苹果园叶面积指数及其可靠性分析[J]. 园艺学报,2010,37(2):185-192. (in Chinese)
ZHANG J X, WEI Q P, ZHANG J, *et al.* Leaf area index estimated with plant canopy analyzer in apple orchards and analysis of its reliability[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2010, 37(2):185-192. (in Chinese)
- [38] 王谦,陈景玲,孙治强. LAI-2000 冠层分析仪在不同植物群体光分布特征研究中的应用[J]. 中国农业科学,2006,39(5):922-927.
WANG Q, CHEN J L, SUN Z Q. The utility of LAI-2000 canopy analyzer studying the sunlight distribution characteristics in different plant colonies[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39(5):922-927. (in Chinese)