

文章编号: 1004-4574(2008) 03- 0056- 07

# 河北省日光温室低温寡照灾害风险分析

魏瑞江<sup>1,2</sup>, 李春强<sup>1,2</sup>, 康西言<sup>1,2</sup>

(1 河北省气象科学研究所, 河北 石家庄 050021; 2 河北省生态环境监测实验室, 河北 石家庄 050021)

**摘要:** 利用河北省国家基准气象站的资料, 根据日光温室低温寡照灾害指标, 计算了各站出现日照时数 $\leq 3$  h的风险概率和日光温室低温寡照灾害的风险指数, 并将两者标准化, 得出了河北省日光温室低温寡照灾害综合风险的指数。结果表明: 河北省日光温室低温寡照灾害综合风险最大的地区为邯郸的中部, 石家庄、邢台两市的中部和邯郸大部次之, 第三为保定、石家庄两市的东部和衡水中南区及其以南地区, 其它地区则无风险。结合现有日光温室蔬菜生产分布情况, 指出河北省大部分地区日光温室分布比较合理, 南部的部分日光温室发展区域则需进一步优化。

**关键词:** 日光温室; 低温寡照灾害; 风险分析

中图分类号: S161.2 文献标识码: A

## Hazard risk analysis of low temperature and few sunshine for sunshine greenhouse in Hebei Province

WEI Ru-jiang<sup>1,2</sup>, LI Chun-qiang<sup>1,2</sup>, KANG Xi-yan<sup>1,2</sup>

(1 Meteorological Institute of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China; 2 Hebei Ecological Monitoring Laboratory, Shijiazhuang 050021, China)

**Abstract** Based on the data from weather stations of Hebei Province and the hazard index of low temperature and few sunshine for sunshine greenhouse, the risk probability of daily sunshine hours less than 3 hours for each station and the risk index of low temperature and few sunshine for sunshine greenhouse were calculated and analyzed. In addition, the integrated risk index of sunshine greenhouse was found by standardization of two indexes as mentioned above. The results show that the biggest risk area is in the middle of Handan, and the second one is the middle of Shijiazhuang and Xingtai, also includes the rest of Handan, the little risk is in the east parts of Baoding and Shijiazhuang middle and south part of Hengshui and other parts of south areas, and there is no risk in other parts of Hebei Province. According to the greenhouse vegetable production actualities, most of greenhouse distribution is rational, but part of south areas for greenhouse development is in need of optimization further.

**Key words** sunshine greenhouse; low temperature and few sunshine hazard; risk analysis

河北省环绕北京、天津, 优越的地理位置使得蔬菜业发展十分迅速。截至到 2005年, 河北省设施蔬菜面积 334667hm<sup>2</sup>, 而日光温室面积就达 186667 hm<sup>2</sup>, 日光温室面积达到 3333 hm<sup>2</sup> 及以上的区域见图 1。但日光温室蔬菜生产受外界气象条件影响很大, 由于气象灾害等原因, 使蔬菜产量不稳定, 严重制约着蔬菜市场的稳定性, 也影响着农民的利益。近年影响日光温室的最主要灾害是低温寡照, 低温寡照灾害是指在秋末至春初季节, 由于连续的阴雪或雾天气, 外界日照不足或无日照使日光室内温度较低, 温室内环境条件不能

收稿日期: 2007- 07- 21; 修订日期: 2007- 10- 13

基金项目: 科技部重大推广项目 (2002EL000072)和中国气象局新技术推广项目 (CMATG2006M23)资助

作者简介: 魏瑞江 (1966- ), 女, 高级工程师, 主要从事农业气象灾害研究. E-mail weirj6611@sina.com

满足蔬菜生长发育所需的天气过程。低温寡照灾害是随着设施农业的兴起而出现的一种农业气象灾害, 常常导致蔬菜生长受阻, 生长发育不良<sup>[1-2]</sup>, 严重的导致死亡。

河北省秋末至春初季节低温寡照的发生呈现逐渐增多的趋势, 以邯郸为例, 20世纪70年代10年1遇, 80年代10年两遇, 90年代10年6遇。进入21世纪, 每年都有不同程度的低温寡照灾害发生, 但不同的区域灾害发生程度不同。

有关日光温室低温寡照灾害的研究多数集中在低温寡照对蔬菜生理特征、需光特性、光合作用等方面的研究<sup>[3-5]</sup>, 而在低温寡照灾害风险分析方面相对较少。本文从灾害学角度分析低温寡照灾害发生的风险性, 为设施农业生产趋利弊害、防灾减灾服务, 并为开展设施蔬菜保险分析提供依据。

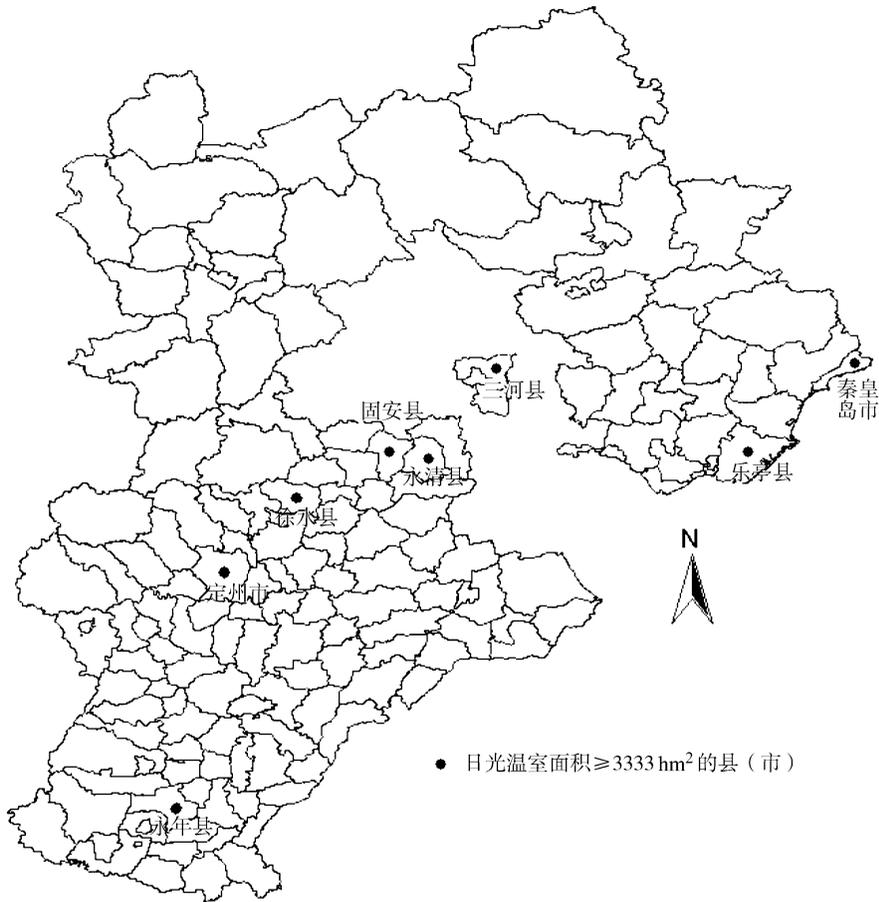


图1 河北省日光温室面积大于等于 3333 hm<sup>2</sup> 的区域

Fig 1 Regions with sunshine greenhouse area larger than or equal to 3333 hm<sup>2</sup> in Hebei Province

## 1 日光温室低温寡照灾害指标

在日光温室生产中, 光是引温度、湿度等一系列环境条件变化的主要因子<sup>[6]</sup>, 温室内温度与外界日照条件相关较好<sup>[7]</sup>, 并且逐日日照时数在 3 h 以上时, 日光温室内的温度一般能够达到蔬菜生长发育的要求; 当连续 3 d 无日照或连续 4 d 中有 3 d 无日照, 另一天日照时数小于也 3 h 时, 蔬菜生长速度减缓, 开始落花、落果, 为轻度灾害; 当连续 4~7 d 无日照或逐日日照时数小于 3 h 连续 7 d 以上时, 蔬菜部分植株出现生理性干旱、萎蔫, 部分花果脱落, 植株停止生长, 为中度灾害; 当连续 7 d 以上无日照或逐日日照时数小于 3 h 连续 10 d 以上, 蔬菜部分植株出现冷害, 叶片开始出现脱水, 严重时植株死亡, 为重度灾害<sup>[8]</sup>。所以逐日日照 3 h 对日光温室蔬菜来说为一个临界值。

## 2 低温寡照灾害风险分析

### 2.1 风险概率分析

河北省日光温室从 10 月份开始扣棚膜, 4 月份随着外界气温的升高, 温室的棚膜开始揭开, 从 11 月到翌年 3 月, 日光温室内小气候环境相对封闭, 此期间光照条件的好坏左右着日光温室蔬菜种植风险概率的大小。为了计算各地日光温室蔬菜种植风险概率, 求取逐日日照时数为 3 h 以下出现的概率即可。我们先验证河北省国家基准气象站历年 11 月 ~ 翌年 3 月逐日日照时数是否服从正态分布。

正态分布函数以平均值为对称中心, 若样本所述总体为非正态分布, 则会产生峰左偏或峰右偏, 峰高过低或峰高过高。峰的偏移用偏度表示, 峰高用峰度表示。

设某一随机变量, 偏度为

$$g_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \tag{1}$$

峰度为

$$g_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^2} - 3 \tag{2}$$

其中,  $x_i$  为时间序列的一个样本,  $n$  为样本个数。

对某一随机变量做正态性检验可如下进行: 假设要检验的变量是遵从正态分布的, 分别计算偏度系数和峰度系数, 若在显著水平 = 0.05 下

$$|g_1| > 1.96 \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}} \tag{3}$$

$$|g_2| > 1.96 \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}} \tag{4}$$

则认为变量不遵从正态分布, 否则就可以认为变量遵从正态分布<sup>[9]</sup>。

经计算, 河北省 11 月 ~ 翌年 3 月逐日平均日照时数符合正态分布, 因此系用正态分布计算逐日日照 ≤ 3 h 出现的风险概率。

设一时间序列符合正态分布  $N(\mu, \sigma)$ , 则其分布密度函数  $f(x)$  为

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \tag{5}$$

分布函数为  $F(S)$

$$F(S) = \int_0^S \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx \tag{6}$$

$F(S)$  即为界限日照  $S$  以下出现的概率,  $S = 3$

按照上述公式需要查正态分布表才能求取相应的概率, 为了能在计算机上进行计算, 我们采用了如下的近似公式<sup>[10]</sup>

$$F(x) = \begin{cases} p(-x) & x \leq 0 \\ 1 - p(x) & x > 0 \end{cases} \tag{7}$$

式中:

$$p(x) = \frac{1}{2} (1 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6)^{-16} \tag{8}$$

$$a_1 = 0.049867437 \quad a_2 = 0.0211410061 \quad a_3 = 0.0032776263$$

$$a_4 = 0.0000380036 \quad a_5 = 0.0000488906 \quad a_6 = 0.000005383$$

经计算得到河北省各地逐日日照 ≤ 3 h 出现的风险概率 (见图 2)。由图 2 可见, 邯郸中部风险概率最

高, 达 21% 以上; 其次是保定、石家庄、沧州 3 市的东部, 衡水、邢台、邯郸 3 市的大部, 风险概率为 15% ~ 21%; 其它地区风险概率较小, 在 15% 以下。

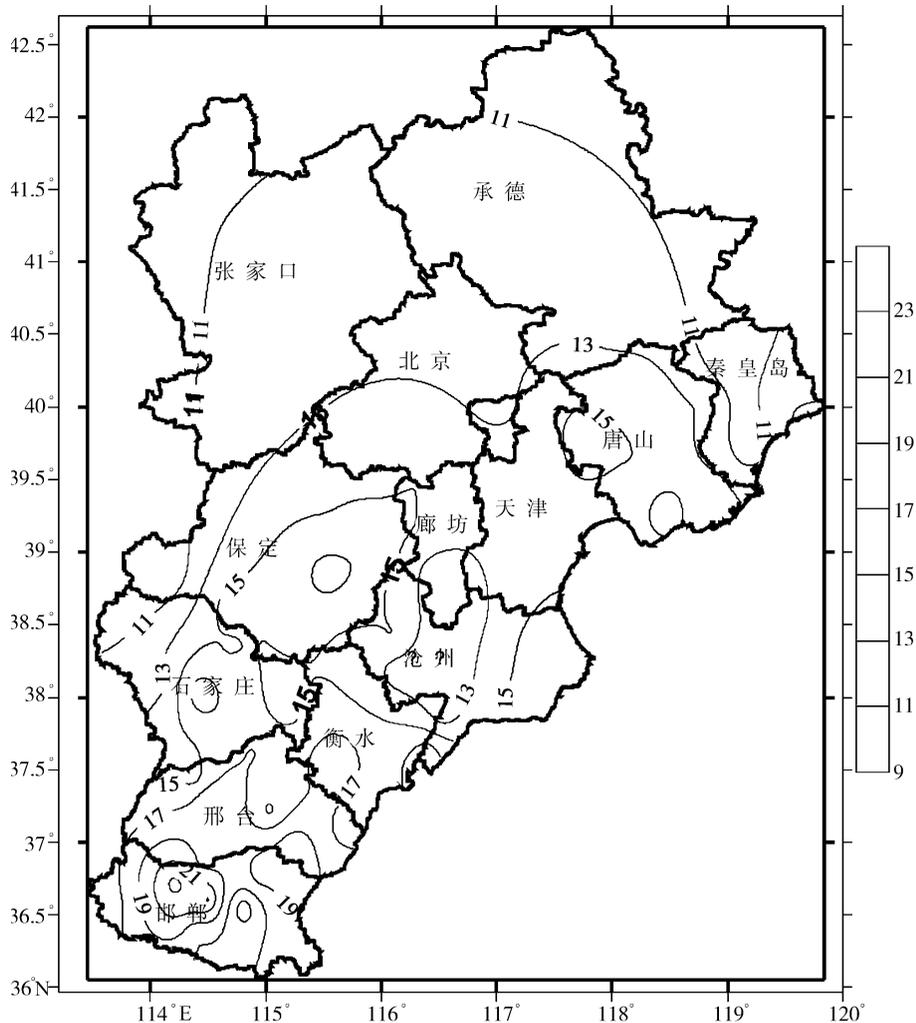


图 2 河北省各地逐日日照  $\leq 3$  h 出现的风险概率分布图

Fig 2 Risk probability distribution of regions with daily sunshine less than or equal to 3 h in Hebei Province

## 2.2 风险指数分析

对低温寡照灾害进行风险分析, 除要分析灾害风险概率, 还要分析灾害发生强度, 风险指数是将低温寡照灾害强度和低温寡照发生频率有机地结合在一起, 因而能较客观地反映低温寡照灾害的风险大小。具体算法如下: 将河北省唐山、秦皇岛、廊坊、保定、沧州、石家庄、衡水、邢台、邯郸 9 市国家基准站每一站出现低温寡照灾害的程度按轻度、中度、重度分为 3 组, 并统计 1991–2003 年 (因为河北省日光温室在 1991 年以后才进入火爆的发展时期<sup>[11]</sup>, 所以本文统计时间从 1991 年开始) 13 a 每一组出现的频数 ( $d$ ) 和组中值 ( $h$ ), 然后按下式计算风险指数  $k$ :

$$k = \sum_{i=1}^3 d_i / n \times h_i \quad (9)$$

式中  $d_i$  为  $i$  组出现的频率,  $n$  为年数,  $h_i$  为组中值。

按照农业部门规定, 轻度灾害减产 10% ~ 30%、中度灾害减产 40% ~ 60%、重度灾害减产 70% ~ 100%, 因为蔬菜管理的分散性, 蔬菜受损程度的统计人为因素较大, 所以本文按照灾害指标统计各站历年轻度、中度、重度灾害出现的频数, 代表县统计结果见表 1。

表 1 河北省代表市不同减产程度的灾害频次

Table 1 Frequency of disasters with different yield decrease in representative cities of Hebei Province

减产率 %	10~ 30	40~ 60	70~ 100
灾害频数 /次	轻度	中度	重度
邯 11 邯		27	33
邢 5 台		26	26
衡 5 水		22	15
石 藁 庄		30	40
沧 2 州		20	11
保 7 定		31	21
廊 1 坊		19	8
唐 0 山		18	13
秦 皇 岛		10	1

如邯郸市 1991- 2003 年出现轻度、中度、重度低温寡照灾害即减产 10% ~ 30%, 40% ~ 60%, 70% ~ 100% 的频数分别为 27, 33, 11, 对应组中值为 20%, 50%, 85%, 按 (9) 式计算得  $k = 2.404$ 。

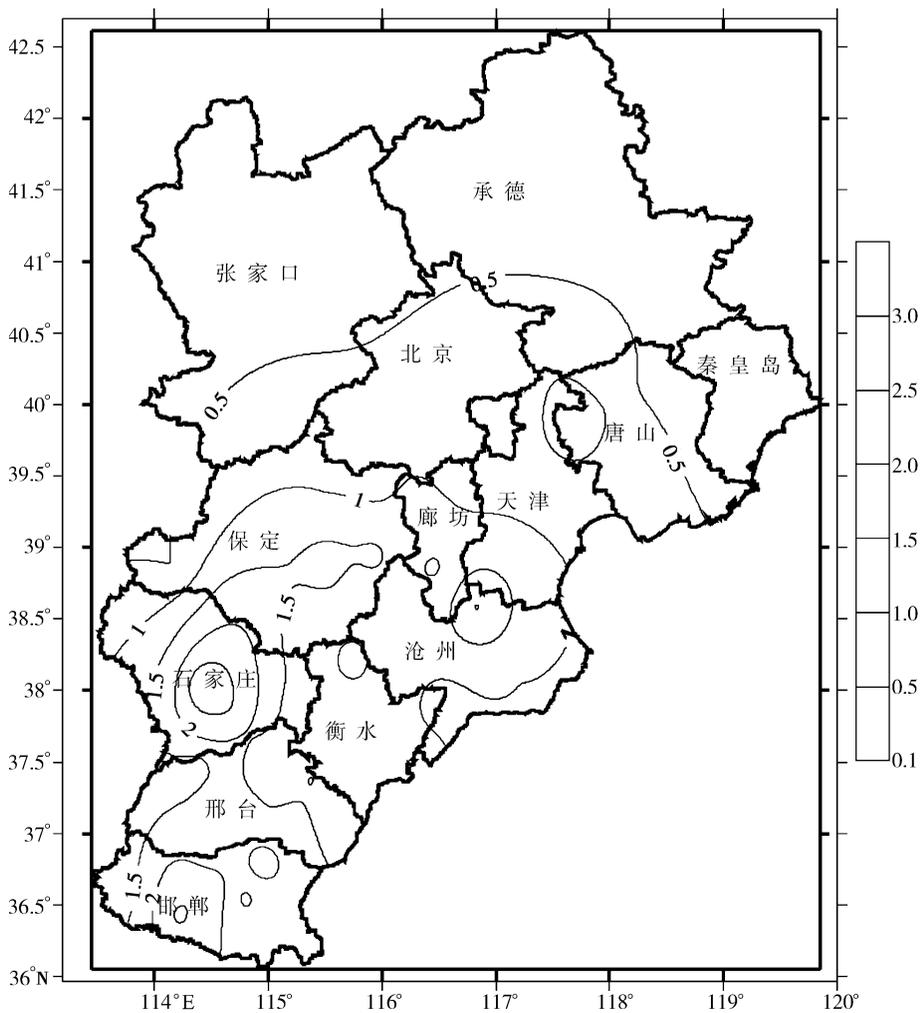


图 3 河北省日光温室低温寡照灾害风险指数分布图

Fig 3 Risk index distribution map of low temperature and few sunshine hazard for sunshine greenhouse in Hebei Province

各地日光温室低温寡照灾害风险指数分布见图 3 由图 3 可见, 风险指数地区差异十分明显, 最高值出现在石家庄、邯郸两市的中部, 达 2.0 以上; 石家庄、邯郸两市大部, 邢台中部在 1.5 以上; 保定、廊坊两市北部及其以北地区较低, 其值低于 1.

### 2.3 低温寡照灾害风险综合分析

某地日光温室低温寡照灾害损失大小由两个因素决定, 一是该区低温寡照灾害发生的风险概率或风险指数, 二是当地日光温室面积大小. 风险概率或风险指数大的地方, 损失就大, 在同等风险概率或风险指数下, 日光温室面积大, 则当地损失程度就重.

为了综合反映河北省日光温室低温寡照灾害的风险情况, 我们将上述的风险概率和风险指数进行标准化处理, 以消除量纲的影响. 对样本容量为  $n$  的资料, 标准化变量的时间序列为:

$$\frac{x_1 - \bar{x}}{s}, \frac{x_2 - \bar{x}}{s}, \frac{x_3 - \bar{x}}{s}, \dots, \frac{x_n - \bar{x}}{s}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

由此得到河北省日光温室低温寡照灾害综合风险分布情况 (见图 4). 由图 4 可见, 河北省日光温室低温寡照灾害综合风险最大的地区为邯郸的中部, 最大值得 4.0 以上; 其次为石家庄、邢台两市中部, 邯郸大部, 其值在 1.0~4.0 之间; 大于零的区域在保定、石家庄两市东部, 衡水中南部及其以南地区; 其它地区小于零, 无风险.

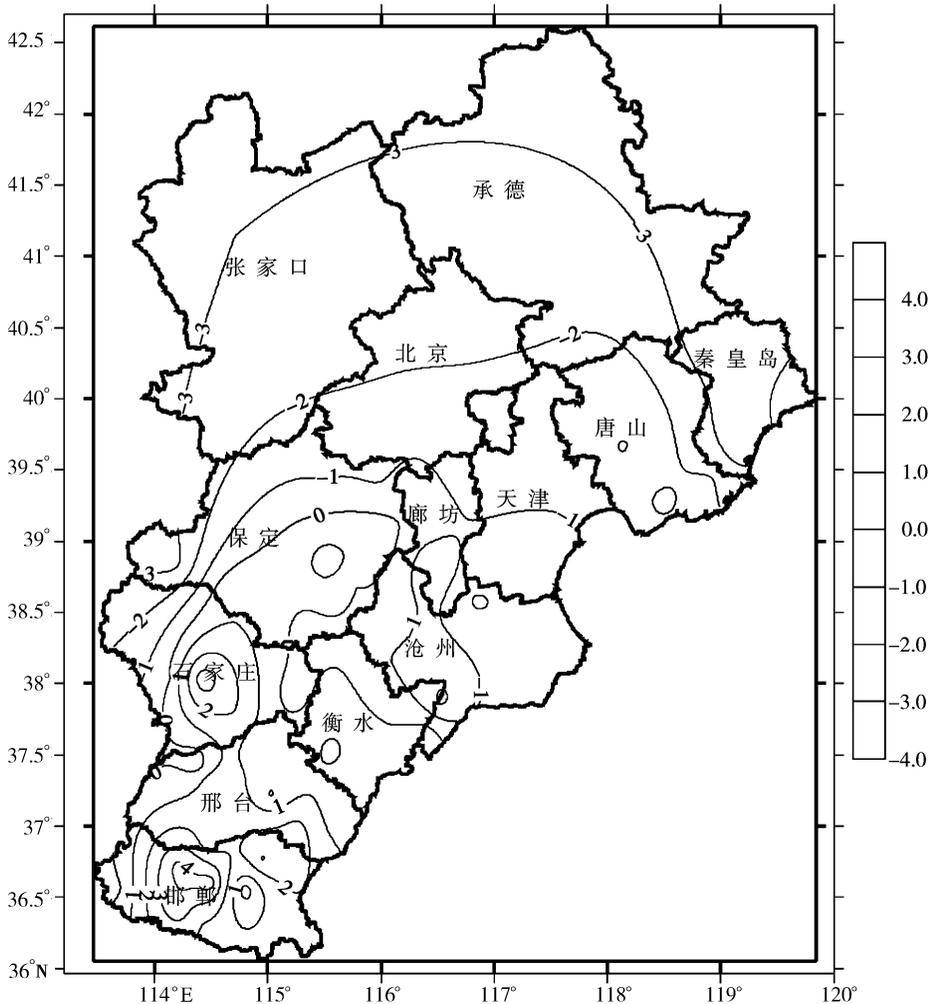


图 4 河北省日光温室低温寡照灾害综合风险图  
 Fig 4 Integrated risk map of low temperature and few sunshine hazard for sunshine greenhouse in Hebei Province

由于河北省各县(市)日光温室面积不等,如果低温寡照灾害风险大的地方,同时日光温室面积大,则经济损失就大。

### 3 结论

(1)河北省各地 11月至翌年 3月逐日日照时数符合正态分布,可用正态概率分布函数来描述。对于逐日日照  $\leq 3$  h 出现的风险概率,邯郸中部最高,达 21% 以上;其次是保定、石家庄、沧州 3市的东部,衡水、邢台、邯郸 3市的大部,风险概率为 15% ~ 21%;其它地区风险概率较小,在 15% 以下。

(2)风险指数是评估低温寡照灾害影响的另一指标,风险指数最高值出现在石家庄、邯郸两市的中部,达 2.0 以上;石家庄、邯郸两市大部,邢台中部在 1.5 以上;保定、廊坊两市北部及其以北地区较低,其值低于 1。

(3)河北省日光温室低温寡照灾害综合风险最大的地区为邯郸的中部;石家庄、邢台两市中部,邯郸大部次之;第三为保定、石家庄两市东部,衡水中南部及其以南地区;其它地区无风险。

(4)日光温室低温寡照灾害经济损失的风险性取决于低温寡照灾害发生的风险性和日光温室面积多少。低温寡照灾害风险大的地方,同时日光温室面积大,则经济损失就大。河北省大部分地区日光温室的分布比较合理,但邯郸部分县的日光温室发展区域需进一步优化。

### 参考文献:

- [1] 蔡志全,曹坤芳,冯玉龙. 夜间低温胁迫对两种生长光强下藤黄幼苗叶片荧光特性和活性氧代谢的影响 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(4): 493-496
- [2] 黄伟,王英,张福瓴,等. 低温弱光对温室番茄苗期光合特性的影响 [J]. 华中农业大学学报, 2004, (2): 264-267.
- [3] 艾希珍,郭延奎,马兴庄,等. 弱光条件下日光温室黄瓜需光特性及叶绿体超微结构 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(2): 268-273
- [4] 陈青君,张福瓴,王永健,等. 黄瓜对低温弱光反映的生理特征研究 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(1): 77-81.
- [5] 艾希珍,马兴庄,于立明,等. 弱光下长期亚适温和短期低温对黄瓜生长及光合作用的影响 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(11): 2091-2094
- [6] 艾希珍,张振贤,何启伟,等. 日光温室主要生态因子变化规律及其对黄瓜光合作用的影响 [J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8(1): 41-46
- [7] 魏瑞江. 低温寡照下日光温室内小气候的变化规律 [J]. 华北农学报, 2004, 19(增刊): 132-134
- [8] 魏瑞江. 日光温室低温寡照灾害指标 [J]. 气象科技, 2003, 31(1): 50-53
- [9] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 18-26
- [10] 邓国,李世奎. 中国粮食作物产量风险评估方法. 中国农业灾害风险评估与对策 [M]. 北京: 气象出版社, 1997: 127.
- [11] 马占元. 日光温室实用技术大全 [M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1997: 3-5