

文章编号: 2096-1618(2023)04-0492-05

# 基于气象指数的龙泉驿水蜜桃气象灾害保险产品的设计

周耀鑫<sup>1</sup>, 王增武<sup>1</sup>, 姬莉雯<sup>1</sup>, 王晨丞<sup>2</sup>

(成都信息工程大学资源环境学院, 四川 成都 610225; 2. 四川省气象灾害防御技术中心, 四川 成都 610072)

**摘要:**气象灾害会对水蜜桃产业造成严重的经济损失,开展水蜜桃气象指数保险业务,对降低其损失风险有积极意义。以成都市龙泉驿水蜜桃产业为例,分别对低温灾害和连阴雨灾害两种主要气象灾害进行指数构建,进行水蜜桃气象灾害保险产品的设计研究。首先根据灾害指数分级标准确定低温和连阴雨灾害等级,再基于气象站点实测气温及降水量数据进行灾害发生频率统计,根据统计结果和比例赔付法确定灾害赔付方案,最后使用蒙特卡洛方法进行灾害赔付模拟,结果显示赔付高于当年保费的概率为14.29%,通过30 a历史气象数据赔付率回溯,赔付率在45%~70%,说明设计的赔付方案合理。

**关键词:**气象指数;龙泉驿;蒙特卡洛方法;保险产品;水蜜桃

**中图分类号:**S162.5+4

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2023.04.018

## 0 引言

水蜜桃是龙泉驿的主要经济作物,种植规模大,年产量丰盛。龙泉驿水蜜桃种类多,并且具有时间差异性,月份不同,品类不同,其差异在夏季的3个月中尤为明显。6~8月分别盛产春蕾、松森、白凤以及惊艳,7月末到8月初盛产的晚湖景也颇为独特。这些品类的差异主要体现在口感上,6月的松森因色感亮丽、肉质细腻、脆甜、糖度较高而受誉,而7~8月出产的晚湖景则果色鲜艳且糖度极高。不同月份因气候条件不同,出产的水蜜桃口味也不同。对龙泉驿水蜜桃产业的实地调研结果显示,该地区常发生低温、连阴雨天气,这些气象灾害一旦发生,不仅对种植户水蜜桃的质量及产量造成影响,也对水蜜桃产业的经济造成重创。

对气象指数保险进行深入研究及应用,可以更准确地把握气象灾害,有效降低经济损失<sup>[1-3]</sup>。21世纪初,上海安信农业保险股份有限公司推出西瓜梅雨期间降雨气象指数保险业务<sup>[4]</sup>。此后,为进一步推进气象指数的应用,中国农业部联合国际农业发展基金、联合国世界粮食计划等多个部门部署拓研“农村脆弱地区天气指数农业保险”合作项目<sup>[5]</sup>。于2009年在安徽省长丰县推出“水稻种植天气指数保险”,2010年在怀远县推出“小麦种植天气指数保险”。近年来,基于上述天气指数实践项目,中国学者因地制宜地不断深入拓展对粮食作物区域产量气象指数保险研究,形成了一种耦合区域产量和气象条件的适用性较强的农业气象指数保险模式。其基差风险(指保值工具和被保值商品之间价格波动不同步所导致的风险)水平低、灾后理赔效率高、灾损评估

误差低,具有较强的推广价值<sup>[6]</sup>。以目前各家保险经营主体开办的气象指数保险分类来看,大致可分为风、水(累计降水及平均降水)、气温、光照、其他(如积雪等),其中降水、气温等气象指数保险产品应用广泛,区域经验也易于复制推广。

目前,有学者对气象保险行业存在的问题进行研究,林全德等<sup>[7]</sup>列举出福建省气象指数实践案例,分析福建气象保险发展存在的问题,提出对应的解决策略,推动了气象保险的发展。对不同农作物的保险产品有一定的研究成果,陈源高等<sup>[8]</sup>对福清枇杷冻害气象指数进行研究,选取枇杷的幼冻期作为保险时段,根据2011~2018年灾害情况确定理赔指数,对农业气象保险业提供参考价值。董京铭等<sup>[9]</sup>研究了水稻的气象保险指数,建立水稻减产率与日照时数的关系模型,确定不同灾害等级下的保险纯费率,为气象指数的保险提供科学依据。对于农业气象,灾害风险异常值越大,其发生的频率越低,造成的灾害损失越大。

基于气象指数对龙泉驿水蜜桃的气象灾害进行保险产品的设计,龙泉驿水蜜桃的主要气象灾害为低温、连阴雨灾害,通过气象局提供的1991~2020年的温度以及降雨数据,根据频率统计,分别得到低温和连阴雨灾害指数,根据该指数和赔付规则确定出赔付方案,最后使用蒙特卡洛方法进行方案的合理性验证。

## 1 研究区域和数据资料

### 1.1 研究区概况

龙泉驿位于四川省成都市东部,西接锦江区,北界新都区,西北临成华区,东交于青白江区、金堂县、简阳市,位于成都市中心城区。区域介于北纬30°27'52"~

30°43′23″、东经 104°08′19″~104°27′09″,东西相隔 29.8 km,南北相隔 30.75 km,其总面积约为 556.98 km<sup>2</sup><sup>[10]</sup>。

龙泉驿水蜜桃素有天下第一桃之称,全国共有三大水蜜桃生产基地,龙泉驿水蜜桃以其品类繁多、肉质细腻而身居其一。龙泉驿区气候温暖湿润,全年有充足的光热,其土壤类型为典型的黄壤土或紫色土,拥有充分的营养物质,呈微酸或中性,有较强的含水存肥能力。即使在冬季,其常年低温维持在7.2℃以下,可以给大多数桃树品种的生长提供适宜的气候条件,桃生长长期的月平均气温可达到23℃~25℃,龙泉驿区科学利用了当地自然资源,以特色的栽培管理技术,孕育了产品的独特品质<sup>[11]</sup>。

1.2 数据资料

使用龙泉驿 1991–2020 年 30 a 气象站点逐日的降水和日照数据;龙泉驿 1991–2020 年 30 a 2–4 月逐日的日气温数据。

2 研究方法

2.1 灾害风险指标

根据实地调查获取的气象灾害对水蜜桃生长影响分析,可知龙泉驿水蜜桃遭受的气象灾害主要有低温灾害和连阴雨灾害,分别对两种气象灾害进行指数构建。根据近 30 年低温和降雨数据统计结果,对照灾害分级标准来确定各灾害等级的发生频率,得到研究区多年的灾害风险指标。

2.2 赔付方案

赔付方案确定是保险产品设计中最重要的一步,本文使用灾害风险指标与赔付期望值数据建立方程,参照农业保险相关纯保险费率设定,确定低温灾害和连阴雨灾害对应的气象灾害保险赔付方案。根据农业气象保险赔付规则<sup>[12]</sup>,选择比例赔付方法确定赔付方案。

比例赔付方法根据灾害风险值进行分段赔付,设定每年保险最高赔偿金额为 C 元,将发生概率最小区间的赔偿金额设置为固定值 C 元,其他区间按比例赔付,如灾害风险值 X 属于 [X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>],对应的赔付金额区间为 [M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>],则出现灾害风险值 X<sub>1</sub> 时,应赔付 M<sub>1</sub>,出现灾害风险值 X<sub>2</sub> 时,应赔付 M<sub>2</sub>。其中 X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> 具体值由灾害类型确定;赔付金额 M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> 与对应的灾害风险值 X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> 所发生的频率负相关,针对 X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> 发生灾害的频率设计出对应风险值下的赔付比例,再使用最高赔付金额 C 乘以赔付比例得到灾害值对应的赔付金额。

$$\begin{cases} M_1 = a \times X_1 + b \\ M_2 = a \times X_2 + b \end{cases}$$

得,  $a = \frac{M_1 - M_2}{X_1 - X_2}, b = \frac{M_1 \times X_2 - M_2 \times X_1}{X_2 - X_1}$ 。

当风险灾害值 X<sub>0</sub> 处于区间 [X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>] 时,赔付金额应 M<sub>0</sub> 应该满足:

$$M_0 = a \times X_0 + b$$

2.3 蒙特卡洛法

蒙特卡洛法 (Monte Carlo method) 提于 20 世纪 40 年代中期,是一种基于概率统计理论的数值计算方法,在相当一段时间内于统计学领域被广泛应用。其运转逻辑是通过利用各种类型随机数来解决特定问题。蒙特卡洛方法拥有着强大的兼适性,待解决问题的几何特性对其影响微乎其微,并且具有概率意义下的收敛,因此待解决问题的维数层次对其收敛速度的影响不大<sup>[13]</sup>。本文使用该方法对设计赔付方案进行模拟,并使用实测数据得到近 30 a 的水蜜桃赔付率,以便验证赔付方案是否达到预期目标,保证赔付金额和投保金额设计的合理性。

3 气象保险产品设计

3.1 低温灾害指数

龙泉驿低温天气主要集中在 11 月至次年 3 月,贯穿水蜜桃落叶休息期、萌芽期及开花期,后两个生长期 (2–3 月) 受低温影响最大。其中,低温强度及低温持续时间等气象因素决定着水蜜桃低温灾害的危害程度,温度下降速度快、幅度大,则低温灾害越重,对水蜜桃产量的影响也越大。因此,拟选取极端低温 T<sub>UL</sub> 作为龙泉驿水蜜桃低温灾害气象指标,其计算公式:

$$T_w = \min \{ T_{w1}, T_{w2}, T_{w3} \cdots, T_{UL30} \}$$

式中, T<sub>w</sub> 为水蜜桃极端低温, T<sub>w1</sub>–T<sub>w30</sub> 为 1991–2020 年逐日的日最低温度。

由于龙泉驿地区 2–4 月的气温波动大,且此时间段为水蜜桃最关键的萌芽及开花期,因此将低温灾害指数细化为按旬分析,即将 2–4 月的低温灾害指数分为各月上中下旬共 9 个时间段确定灾害等级,对应的极端低温分别为 T<sub>w2-1</sub>、T<sub>w2-2</sub>、T<sub>w2-3</sub>、T<sub>w3-1</sub>、T<sub>w3-2</sub>、T<sub>w3-3</sub>、T<sub>w4-1</sub>、T<sub>w4-2</sub>、T<sub>w4-3</sub>。为挑选更科学合理的低温指数,计算日平均温度旬平均矩平、日平均气温旬平均矩平、日最低地表温度旬平均矩平、日最低气温旬平均矩平、日最高地表温度旬平均矩平、日最高气温旬平均矩平。通过对数据的比较分析,选择日平均气温旬平均矩平作为水蜜桃低温气象指数设计的标准。

根据龙泉驿 1991–2020 年 30 a 2–4 月逐日的日气温数据,统计分析每旬极端最低气温 T<sub>w</sub> 在 5 个级别下出现的频率,得到龙泉驿水蜜桃发生各级别低温灾害的风险情况 (表 1)。

表 1 龙泉驿水蜜桃低温灾害分级表及出现频率

时间	低温灾害级别	日平均气温旬平均距平	出现次数	出现频率/%
2 月上旬	无	$\sigma_{2-1} \geq 0$	131	43.67
	轻微	$0 > \sigma_{2-1} \geq -2$	114	38.00
	轻度	$-2 > \sigma_{2-1} \geq -3$	22	7.33
	中度	$-3 > \sigma_{2-1} \geq -4$	23	7.67
	重度	$-4 > \sigma_{2-1} \geq -5$	6	2.00
	严重	$\sigma_{2-1} < -5$	4	1.33
2 月中旬	无	$\sigma_{2-2} \geq 0$	153	51.00
	轻微	$0 > \sigma_{2-2} \geq -2$	82	27.33
	轻度	$-2 > \sigma_{2-2} \geq -3$	34	11.33
	中度	$-3 > \sigma_{2-2} \geq -4$	20	6.67
	重度	$-4 > \sigma_{2-2} \geq -5$	9	3.00
	严重	$\sigma_{2-2} < -5$	2	0.67
2 月下旬	无	$\sigma_{2-3} \geq 0$	125	50.60
	轻微	$0 > \sigma_{2-3} \geq -2$	102	41.40
	轻度	$-2 > \sigma_{2-3} \geq -3$	15	6.00
	中度	$-3 > \sigma_{2-3} \geq -4$	2	0.80
	重度	$-4 > \sigma_{2-3} \geq -5$	1	0.40
	严重	$\sigma_{2-3} < -5$	2	0.80
3 月上旬	无	$\sigma_{3-1} \geq 0$	151	50.33
	轻微	$0 > \sigma_{3-1} \geq -2$	104	34.67
	轻度	$-2 > \sigma_{3-1} \geq -3$	33	11.00
	中度	$-3 > \sigma_{3-1} \geq -4$	12	4.00
	重度	$-4 > \sigma_{3-1} \geq -5$	0	0.00
	严重	$\sigma_{3-1} < -5$	0	0.00
3 月中旬	无	$\sigma_{3-2} \geq 0$	137	45.67
	轻微	$0 > \sigma_{3-2} \geq -2$	81	27.00
	轻度	$-2 > \sigma_{3-2} \geq -3$	42	14.00
	中度	$-3 > \sigma_{3-2} \geq -4$	33	11.00
	重度	$-4 > \sigma_{3-2} \geq -5$	5	1.66
	严重	$\sigma_{3-2} < -5$	2	0.67
3 月下旬	无	$\sigma_{3-3} \geq 0$	163	49.39
	轻微	$0 > \sigma_{3-3} \geq -2$	103	31.21
	轻度	$-2 > \sigma_{3-3} \geq -3$	41	12.42
	中度	$-3 > \sigma_{3-3} \geq -4$	12	3.64
	重度	$-4 > \sigma_{3-3} \geq -5$	10	3.04
	严重	$\sigma_{3-3} < -5$	1	0.30
4 月上旬	无	$\sigma_{4-1} \geq 0$	163	54.33
	轻微	$0 > \sigma_{4-1} \geq -2$	55	18.33
	轻度	$-2 > \sigma_{4-1} \geq -3$	64	21.33
	中度	$-3 > \sigma_{4-1} \geq -4$	13	4.34
	重度	$-4 > \sigma_{4-1} \geq -5$	3	1.00
	严重	$\sigma_{4-1} < -5$	2	0.67
4 月中旬	无	$\sigma_{4-2} \geq 0$	148	49.33
	轻微	$0 > \sigma_{4-2} \geq -2$	87	29.00
	轻度	$-2 > \sigma_{4-2} \geq -3$	51	17.00
	中度	$-3 > \sigma_{4-2} \geq -4$	10	3.33
	重度	$-4 > \sigma_{4-2} \geq -5$	4	1.34
	严重	$\sigma_{4-2} < -5$	0	0.00
4 月下旬	无	$\sigma_{4-3} \geq 0$	141	47.00
	轻微	$0 > \sigma_{4-3} \geq -2$	123	41.00
	轻度	$-2 > \sigma_{4-3} \geq -3$	30	10.00
	中度	$-3 > \sigma_{4-3} \geq -4$	5	1.66
	重度	$-4 > \sigma_{4-3} \geq -5$	1	0.34
	严重	$\sigma_{4-3} < -5$	0	0.00

3.2 连阴雨灾害指数

连阴雨天气在气候学定义为雨水天气持续 5 天左右的气象灾害期。连阴雨对水蜜桃生长的影响主要表现在 3 月的开花期及 7-8 月果实收获及花芽分化期。在水蜜桃开花期,连续阴雨天气影响花的开放和授粉、受精,坐果率降低而影响产量,且缩叶病、穿孔病等病害容易发生蔓延。在果实收获期,过多的雨水、日照少影响水蜜桃品质,降低甜度,且影响水蜜桃的收获与销售。

出现连阴雨灾害的标准是连续 3 天以上日照时数为 0,且至少有一天降雨量大于 0。表 2 为 1991-2020 年 30 a 的 3 月、5 月、6 月、7 月、8 月阴雨天气统计情况表,其中数字是阴雨天气的天数,括号内是对应天数的阴雨天气出现次数。

表 2 阴雨天气情况统计表

年份	3 月	5 月	6 月	7 月	8 月
1991	3(1 次)	3(3 次)	3(1 次)	2(1 次)	4(1 次)
1992	12(1 次)	2(3 次)	6(1 次)	5(1 次)	4(1 次)
1993	8(1 次)	10(1 次)	5(1 次)	6(1 次)	4(2 次)
1994	3(2 次)	1(1 次)	2(4 次)	1(2 次)	1(1 次)
1995	4(1 次)	14(1 次)	3(1 次)	3(2 次)	3(2 次)
1996	6(1 次)	10(1 次)	3(1 次)	3(1 次)	2(1 次)
1997	8(1 次)	5(1 次)	5(1 次)	5(1 次)	3(2 次)
1998	9(1 次)	2(1 次)	3(1 次)	3(3 次)	3(1 次)
1999	4(1 次)	3(1 次)	5(1 次)	5(1 次)	3(2 次)
2000	5(1 次)	2(1 次)	2(3 次)	1(3 次)	2(1 次)
2001	2(1 次)	2(1 次)	4(1 次)	2(1 次)	6(1 次)
2002	3(1 次)	9(1 次)	7(1 次)	3(2 次)	3(1 次)
2003	3(1 次)	2(3 次)	2(3 次)	3(1 次)	3(3 次)
2004	3(3 次)	9(1 次)	4(2 次)	2(1 次)	4(1 次)
2005	7(1 次)	3(1 次)	3(2 次)	4(2 次)	8(1 次)
2006	3(1 次)	2(1 次)	2(2 次)	3(1 次)	2(1 次)
2007	5(1 次)	2(2 次)	3(2 次)	3(1 次)	2(3 次)
2008	3(3 次)	1(4 次)	4(1 次)	2(1 次)	4(1 次)
2009	2(1 次)	5(1 次)	5(1 次)	4(1 次)	3(1 次)
2010	9(1 次)	4(1 次)	6(1 次)	7(1 次)	3(1 次)
2011	8(1 次)	3(1 次)	3(1 次)	5(1 次)	2(2 次)
2012	7(1 次)	5(1 次)	5(1 次)	4(1 次)	2(1 次)
2013	2(1 次)	2(4 次)	5(1 次)	5(1 次)	2(2 次)
2014	7(1 次)	2(2 次)	8(1 次)	2(2 次)	4(1 次)
2015	4(1 次)	3(1 次)	5(1 次)	3(1 次)	4(1 次)
2016	5(2 次)	3(1 次)	2(3 次)	5(1 次)	3(1 次)
2017	11(1 次)	3(1 次)	3(3 次)	2(1 次)	3(1 次)
2018	3(1 次)	3(1 次)	3(1 次)	5(1 次)	1(1 次)
2019	6(1 次)	5(1 次)	3(2 次)	3(1 次)	2(2 次)
2020	4(1 次)	3(3 次)	8(1 次)	5(1 次)	3(2 次)



本方案选取阴雨持续天数  $D_i$  作为连阴雨灾害的气象指标,连阴雨持续天数越多,水蜜桃生长发育受到的影响就越大,水蜜桃在开花期、果实收获及花芽分化期连阴雨持续的天数越长,则水蜜桃连阴雨指数越大。根据龙泉驿近30 a降水数据,计算每年在 3 月、5 月、7 月及 8 月连阴雨在 5 个级别下出现的频率,可得到龙泉驿水蜜桃发生各级别连阴雨灾害的风险情况。由于连阴雨持续天数不固定,无法以单日作为基本统计单位,所以只统计其出现次数,无法统计出现频率。连阴雨灾害分级及频数如表 3 所示。

表 3 连阴雨灾害分级及频数表

连阴雨灾害级别	3、5、7、8 月连阴雨天数	出现频数
轻微	$5 \leq D_i < 9$	42
轻度	$9 \leq D_i < 11$	6
中度	$11 \leq D_i < 13$	2
重度	$13 \leq D_i < 15$	1
严重	$15 \leq D_i$	0

3.3 赔付方案

根据保险赔付规则,结合对低温与连阴雨多年的频率统计结果,一年时间以水蜜桃每亩低的物化成本 4000 元作为保险金额,设计保险纯费率为每亩 6%,保费为 240 元,在不同的灾害等级中,每亩最高赔付金额为物化成本,不同灾害等级的赔付比例范围根据其灾害发生频率设计而出。可知,不同灾害等级的赔付金额由一元一次方程组求解得到,对于低温灾害而言,在旬平均气温距平低于0℃时即给出保险赔付,具体赔付情况如表 4 所示。对于连阴雨来说,当连阴雨在大于 5 天时,应当给出保险赔付。具体赔付情况如表 5 所示。

表 4 低温赔付规则

	旬日平均气温距平 $P/^\circ\text{C}$	赔付比例范围/%	赔付金额范围/元	赔付金额/元
低温灾害	$-2 < P \leq 0$	0 ~ 5	0 ~ 200	-100P
	$-3 < P \leq -2$	5 ~ 20	200 ~ 800	-600P ~ 1000
	$-4 < P \leq -3$	20 ~ 45	800 ~ 1800	-1000P ~ 1200
	$-5 < P \leq -4$	45 ~ 75	1800 ~ 3000	-1200P ~ 3000
	$\leq -5$	100	4000	4000

表 5 连阴雨赔付规则

	连阴雨天数 $D_i/\text{天}$	赔付比例/%	赔付金额/元	赔付金额/元
连阴雨	$5 \leq D_i < 9$	0 ~ 10	0 ~ 400	80P ~ 320
	$9 \leq D_i < 11$	10 ~ 30	400 ~ 1200	400P ~ 3200
	$11 \leq D_i < 13$	30 ~ 60	1200 ~ 2400	600P ~ 5400
	$13 \leq D_i < 15$	60 ~ 95	2400 ~ 3800	700P ~ 6700
	$D_i \leq 15$	100	4000	4000

3.4 赔付率回溯

使用蒙特卡洛方法对低温-连阴雨灾害赔付进行模拟,计算不同保险金额下赔付的概率,通过咨询气象专家及当地农业技术员,得到龙泉驿低温与连阴雨灾害对当地水蜜桃种植影响权重,均为0.5,分析基于此权重分配进行。最终得到低温-连阴雨灾害蒙特卡洛模拟如图 6 所示。其中横轴为赔偿金额期望值,纵轴为赔偿金额低于该期望值的概率,可知,每亩地的保费金额 240 元,模拟结果显示,赔偿金额期望值低于保费 240 元的概率为85.71%,可以推算出赔偿金额高于当年保费的概率约为14.29%。

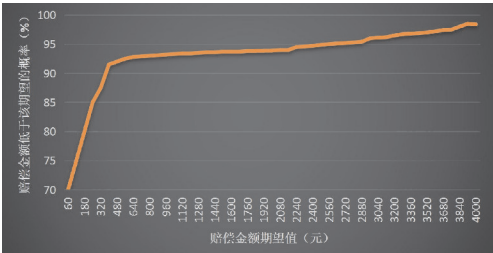


图 1 低温-连阴雨灾害蒙特卡洛模拟

根据近 30 a 的数据进行历史赔付率模拟回溯,回溯时选择气象站点的降雨温度的实测数据,一种灾害风险每年每亩地的保费为 240 元,选择低温和连阴雨两种灾害一起模拟回溯,每年每亩地的保费为 480 元,将回溯时间设计为近3 a、近5 a、近10 a、近20 a和近30 a,通过实测气象数据计算得到水蜜桃赔付率分别为47.4%、52.8%、59.5%、58.4%、68.9%。赔付率在 45% ~ 70%,说明赔付方案设计合理。

表 6 低温-连阴雨灾害水蜜桃历史赔付率模拟回溯

回溯时间	近 3 a	近 5 a	近 10 a	近 20 a	近 30 a
水蜜桃赔付率/%	47.4	52.8	59.5	58.4	68.9

4 结束语

气象灾害保险设计是使用气象数据的应用研究,对不同农作物进行气象保险设计,既降低种植户由于气象原因导致收入不稳定的风险,又得到经济补偿从而恢复生产,能够保证农产品的经济稳定。本文根据 1991-2020 年的温度和降雨数据确定了龙泉驿区低温-连阴雨的气象风险指数并根据比例赔付法计算出赔付金额,得到保险的赔付方案,使用蒙特卡洛方法进行赔付模拟,使用实测历史数据对赔付率回溯,设计龙泉驿区水蜜桃的气象指数保险产品,对气象指数保险行业提供了参考。

## 参考文献:

- [1] 郭春辉,袁微.基于强降水气象指数模型的巨灾保险方案设计[J].气象水文海洋仪器,2020(2):43-47.
- [2] 武淑慧,李根忠,于翠萍.江苏省政策性农业保险发展现状及问题研究[J].乡村科技,2020(20):13-15.
- [3] 陈盛伟.农业气象指数保险在发展中国家的发展及在我国的探索[J].保险研究,2010(3):82-88.
- [4] 陈小梅.天气指数保险在我国的应用研究[J].金融与经济,2011(9):90-92.
- [5] 陈嘉烨,周力.长江流域养殖业气象指数保险的购买意愿分析[J].江苏农业科学,2014,42(10):430-434.
- [6] 杜和俊.安徽农作物气象指数保险研究[D].蚌埠:安徽财经大学,2014.
- [7] 林全德,刘锋.福建省气象指数保险发展的实践与探索[J].福建金融,2020(7):54-58.
- [8] 陈源高,汤巧秀,吴扬春,等.福清一都枇杷冻害气象保险指数的研究与应用[J].海峡科学,2020,164(8):30-34.
- [9] 董京铭,张银意,陈江文,等.水稻保险气象指数研究——以连云港市为例[J].湖北农业科学,2020,59(7):130-132.
- [10] 刘慧.城市人口空间均衡研究[D].成都:西南交通大学,2012.
- [11] 植玉蓉,徐盛美.无农药污染蜜桃病虫害综合防治技术探讨[J].农业科技通讯,2002(8):34.
- [12] 郭春辉,袁微.基于强降水气象指数模型的巨灾保险方案设计[J].气象水文海洋仪器,2020,37(2):43-47.
- [13] 马亮.整体光照渲染噪声分析与用户指导的渲染[D].天津:天津大学,2007.

## Design of Longquanyi Peach Meteorological Disaster Insurance Product based on Meteorological Index

ZHOU Yaoxin<sup>1</sup>, WANG Zengwu<sup>1</sup>, JI Liwen<sup>1</sup>, WANG Chencheng<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Sichuan Meteorological Disaster Prevention Technology Center, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** Meteorological disasters will cause serious economic losses to the peach industry, so the development of peach weather index insurance business has positive significance for reducing the risk of losses. Based on the peach industry in Longquanyi of Chengdu, this paper constructs the index of low temperature disaster and continuous rain disaster, and studies the design of peach meteorological disaster insurance products. Firstly, the disaster grade of low temperature and continuous rain is determined according to the classification standard of disaster index. Then, the frequency of disaster occurrence is counted based on the temperature and precipitation data of meteorological stations. The disaster compensation scheme is designed according to the statistical results and the proportional compensation method, and stimulated using Monte Carlo method. The results show that the probability that the compensation will be higher than the current year's premium is about 14.29%. By analyzing the 30-year historical meteorological data compensation rate, the compensation rate is between 45% and 70%, indicating that the designed compensation plan is reasonable.

**Keywords:** meteorological index; Longquanyi; Monte Carlo method; insurance products; peach