

袁福香, 穆佳, 高岩, 等. 覆盖与揭膜时间对越冬人参和西洋参出苗影响. 应用气象学报, 2023, 34(6): 729-738.
DOI: 10.11898/1001-7313.20230608

覆盖与揭膜时间对越冬人参和西洋参出苗影响

袁福香¹⁾ 穆佳¹⁾ 高岩¹⁾ 刘伟¹⁾ 刘刚^{1)*}
宋明海²⁾ 展卫东²⁾ 李先强³⁾ 张静³⁾

¹⁾(吉林省气象科学研究所/吉林省农业气象灾害风险评估与防控科技创新中心, 长春 130062)

²⁾(吉林参王植保科技有限公司, 白山 134500)

³⁾(吉林省白山市抚松县气象局, 白山 134500)

摘 要

人参和西洋参冬季需要覆盖防寒才能安全越冬, 覆盖时间和揭膜时间对安全越冬及出苗影响很大, 为确定最佳防寒覆盖时间和揭膜时间, 2021 年 11 月—2022 年 6 月在吉林省抚松县开展分期覆盖和分期揭膜试验, 研究不同覆盖时间和揭膜时间对人参和西洋参越冬期地温及出苗影响。结果表明: 人参和西洋参出苗率随着覆盖时间推迟而下降。5 cm 地温降至 0℃ 时覆盖防寒, 人参和西洋参出苗率最高, 是最佳覆盖防寒期; 5 cm 地温降至 -12℃ 以下覆盖西洋参大部或全部冻死; 5 cm 地温瞬时低至 -14℃ 时人参出苗率仍达 75%; 5 cm 地温在 -14~-8℃ 之间波动, 极端最低为 -16℃ 的裸地人参全部被冻死。人参出苗时 5~20 cm 地温约为 8~9℃, 西洋参略高于人参。用高绝热纤维被覆盖防寒, 揭膜越晚地温越低, 出苗越晚, 揭膜时间影响出苗进度, 与最终出苗率相关不明显; 最佳揭膜时间需根据地形具体分析, 早春常发生霜冻地块可结合气候预测, 通过揭膜时间控制出苗进度避免春季冻害的发生。

关键词: 覆盖时间; 揭膜时间; 人参和西洋参; 越冬; 出苗

引 言

有关人参药用价值的历史记载已超过 2000 年^[1], 东北长白山区是我国人参的原产地和产业聚集地, 是最适宜人参生长的区域^[2-3], 在全面停止采伐林地后, 人参主要种植于山区周边农田荒地。人参是多年生草本植物, 受极端气候事件增多影响, 人参从种植到采收的 5 年甚至更长时间内常遭受各种气象灾害侵袭, 越冬冻害^[4]是其中之一, 它发生频率高、影响范围广、损失程度重。调查资料显示, 2002 年吉林省靖宇县人参冻害发生面积占人参总种植面积的 10%, 2003 年靖宇县人参冻害发生面积占人参总种植面积的 14%^[5]。2002 年春季吉林省集安市不同种植地块冻害发生率为 30%~100%^[6]。2018

年冬季靖宇县隆冬几乎未出现降雪, 人参发生大面积冻害, 尤其西洋参冻害较为严重^[7], 4 年生、5 年生西洋参甚至出现绝产、绝收。冬季降雨^[8]也给人参带来严重影响, 2020 年 11 月 17—19 日吉林省通化县出现暴雨(雪)天气, 降水过后剧烈降温, 当地西洋参冻害较重。2022 年 11 月 25 日和 28 日吉林省临江市桦树镇出现降水天气, 多以雨、雨夹雪或雨转雪形式出现, 雨雪后迅速降温, 5 年生人参发生冻害, 部分地块冻害率高达 25%。由国外引进在长白山定植的西洋参抗寒能力弱于人参^[9], 发生越冬冻害的频率更高^[10-11]。

为避免冻害发生, 防寒是人参越冬过程中必需采取的农业措施^[12-16]。防寒物材质、防寒物覆盖早晚及揭膜早晚对人参越冬期土壤温度^[17-18]、安全越冬及春季出苗时间、出苗进度影响很大。当前有

2023-07-27 收到, 2023-10-07 收到再改稿。

资助项目: 中国气象局创新发展专项(CXFZ2021J076), 吉林省科技厅社会发展项目(20210203152SF, 20210203153SF)

* 通信作者, 邮箱: loverdream1999lg@126.com

关人参和西洋参越冬防寒物防寒效果^[19-20]、防寒指标及其风险评估^[21-25]和种植区域适宜性^[26-28]等研究较少,防寒以经验为主,覆盖及揭膜时间比较盲目,缺少量化覆盖揭膜标准,常常由于覆盖和揭膜时间不当造成冻害的发生。基于此,参照相关研究方法^[29-33],本文利用分期覆盖及分期揭膜田间试验,通过分析不同覆盖和揭膜时间前后地温变化规律,对比不同处理下的出苗率、出苗时间和出苗进度,阐释地温对出苗的影响,以期确定人参最佳覆盖时间和揭膜时间,为提高人参和西洋参出苗率、有效避免冻害发生提供参考。

1 试验及方法

1.1 试验概况

2021年11月—2022年6月开展分期覆盖和分期揭膜试验。试验田位于长白山腹地吉林省抚松县松江河镇小山村,人参和西洋参均为首次种植。前茬是撂荒地,西坡,坡度约为5°。年平均气温为3.1℃,年降水量为549.7 mm,年日照时数为2178.9 h,冬季气温稳定低于0℃和高于0℃的日期分别为11月2日和4月2日。

试验设置每个处理为1个试验小区,每个试验

小区为10 m×2 m并划分为两部分,一部分5 m×2 m的区域种植人参,共20行,每行22棵;另一部分5 m×2 m的区域种植西洋参,共20行,每行20棵。在每个试验小区中央位置安装1套温度传感器,每套共4层,由于人参根部位位于土壤深度为5~20 cm处,因此温度探头安装深度分别为5 cm,10 cm,15 cm和20 cm,监测频率为1 h,自动传输至指定服务器。

1.2 试验设计及步骤

1.2.1 覆盖时间对人参和西洋参出苗影响试验

试验共设置6个处理,初设为初冬人参芦头所在位置5 cm地温降至0℃开始覆盖,每降2℃为1个处理,最后1个处理为5 cm地温降至-10℃时覆盖。由于试验在野外田间进行,前一日5 cm地温接近覆盖温度,夜间降温幅度变化较大,无法精确控制为设定温度,根据试验田中地温仪器监测,各处理覆盖时5 cm实际地温见表1,为方便表达利用四舍五入法取整,覆盖时5 cm地温分别为0℃,-2℃,-6℃,-12℃,-12℃,-14℃。覆盖后整个越冬期该覆盖条件下5 cm极端最低地温见表1。表1中覆盖处理4初设是-6℃,覆盖后被风吹开再次覆盖,最低降至-12℃;覆盖处理5前期地面一直裸露。试验防寒材料为高绝热纤维被。

表1 2021年覆盖时间、覆盖时5 cm地温及该覆盖条件下越冬期极端最低地温
Table 1 Covering date, 5 cm soil temperature and extreme minimum soil temperature during overwintering period under specific covering condition in 2021

试验处理	覆盖日期	覆盖时5 cm地温/℃	越冬期极端最低5 cm地温/℃
覆盖处理1	11-19	0	-2
覆盖处理2	11-24	-2	-6
覆盖处理3	11-28	-6	-6
覆盖处理4	11-28 覆盖,12-19 夜被风吹开, 12-22 再次覆盖。	-12	-12
覆盖处理5	12-19	-12	-12
覆盖处理6	12-22	-14	-15

试验步骤:①清雪:所有试验小区,根据试验要求未覆盖前均需清雪,覆盖后无需清雪。②分期覆盖:根据表1覆盖日期对各覆盖处理进行分期覆盖。③揭膜:2022年4月13日所有覆盖处理同时揭膜。④出苗率调查:5月上旬开始进行出苗率调查,每2 d或3 d观测1次,至6月10日结束。

1.2.2 揭膜时间对人参和西洋参出苗影响试验

试验共设置4个试验小区(表2),揭膜处理1~

揭膜处理4的揭膜设定时间分别为2022年3月31日、4月10日、4月20日和4月30日。覆盖物为高绝热纤维被。由于2022年4月11日和12日分别出现3.2 mm和30.4 mm降雨天气,揭膜处理2实际揭膜时间推迟到13日。

试验步骤:①覆盖:当5 cm地温降至0℃时,各处理同时进行覆盖,覆盖时间为2021年11月19日。②分期揭膜:根据试验方案分别对各揭膜处理进行揭

膜。③出苗率调查:5月上旬开始进行出苗率调查, 每 2 d 或 3 d 观测 1 次,至 6 月 10 日结束。

表 2 2022 年揭膜时间、揭膜时 5 cm 地温及越冬期极端最低地温
Table 2 Uncovering date, 5 cm soil temperature and extreme minimum soil temperature during overwintering period in 2022

试验处理	揭膜日期	揭膜时 5 cm 地温/℃	越冬期极端最低 5 cm 地温/℃
揭膜处理 1	03-31	-1	-2
揭膜处理 2	04-13	2	-2
揭膜处理 3	04-20	2	-2
揭膜处理 4	04-30	5	-3

1.2.3 对照试验

对照 1:裸地试验区。无任何覆盖,出现降雪及时清除,考察无任何覆盖的裸露地面条件下越冬层地温变化及出苗情况。

对照 2:积雪试验区。冬季无需任何操作,考察自然降雪覆盖条件下越冬层地温变化及出苗情况。试验时段降雪实况:2021 年 11 月 21—22 日出现暴雪,田内积雪深度为 25 cm,此后分别于 2021 年 11 月 29 日—12 月 4 日、2021 年 12 月 12—17 日、2021 年 12 月 29 日—2022 年 1 月 2 日、2022 年 1 月 8—19 日、2022 年 2 月 11—22 日和 2022 年 3 月 1—5 日出现较为明显降雪过程,降雪时间分布较为均匀,整个越冬期自然积雪深度多保持在 10~40 cm,成为天然雪被,直至 2022 年 3 月 26 日地面积雪全部融化。

1.3 观测项目

逐小时气温和地温资料来自试验田内安装的监

测仪器;降雪资料来自距离试验田约 8 km 的抚松县气象观测站。

1.4 统计方法

出苗率统计方法:连续取 2 行,调查 2 行的苗数,根据原有 2 行的数量,计算出苗率。每个处理 5 个重复,将 5 个重复平均计算得到平均出苗率。

2 结果与分析

2.1 越冬期气候概况

2021 年 11 月逐日平均气温多在 0℃上下波动下降,12 月呈下降趋势,冬季极端最低出现在 12 月下旬,2022 年 1 月气温呈波动状态,2 月呈波动上升趋势(图 1a)。降水多集中在 2021 年 11—12 月初(图 1b),11 月以后的降水以雪的形式出现,越冬期积雪深度多为 10~40 cm。

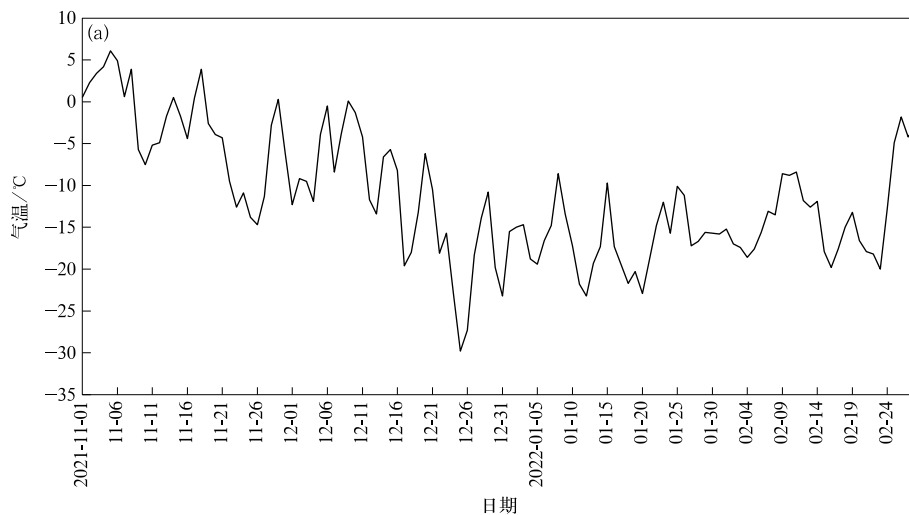
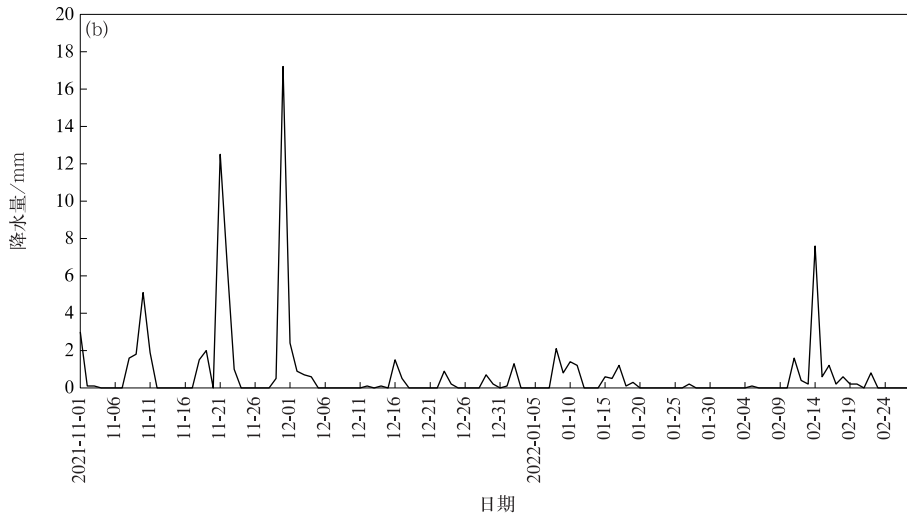


图 1 2021 年 11 月 1 日—2022 年 2 月 28 日吉林省抚松县逐日平均气温(a)和降水量(b)变化

Fig. 1 Variation of daily averaged temperature(a) and precipitation(b) at Fusong of Jilin Province from 1 Nov 2021 to 28 Feb 2022



续图 1

2.2 覆盖防寒时间对出苗影响

2.2.1 覆盖时间对地温影响

越冬期土壤越深地温越高,不同深度地温波动趋势相同。人参芦头耐寒能力最弱^[29],越冬人参芦头一般位于土壤 5 cm 处,因此重点分析 5 cm 地温。2021 年 11 月 5 cm 地温降至覆盖温度时覆盖,覆盖后地温回升,进入隆冬气温降至一年中最低时段,地温随之下降,并维持在低温区波动,至 2022 年 2 月气温和地温波动上升。图 2 为 2022 年 1 月各覆盖

处理的逐小时地温变化(北京时,下同),各覆盖处理地温变化趋势相同,波动幅度略有不同。覆盖处理 1 对应覆盖时地温最高,多在 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ 之间波动;裸地最低(对照 1),多在 $-16\sim -8^{\circ}\text{C}$ 之间波动,其他各处理在 $-6\sim -3^{\circ}\text{C}$ 之间波动,大致呈现覆盖时间越晚地温越低的趋势,各覆盖间地温差异为 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。覆盖处理 3 至覆盖处理 6 覆盖时 5 cm 地温接近该试验小区越冬期的极端最低值(表 1),且基本表现为覆盖时间越晚越冬期极端最低地温越低的趋势。

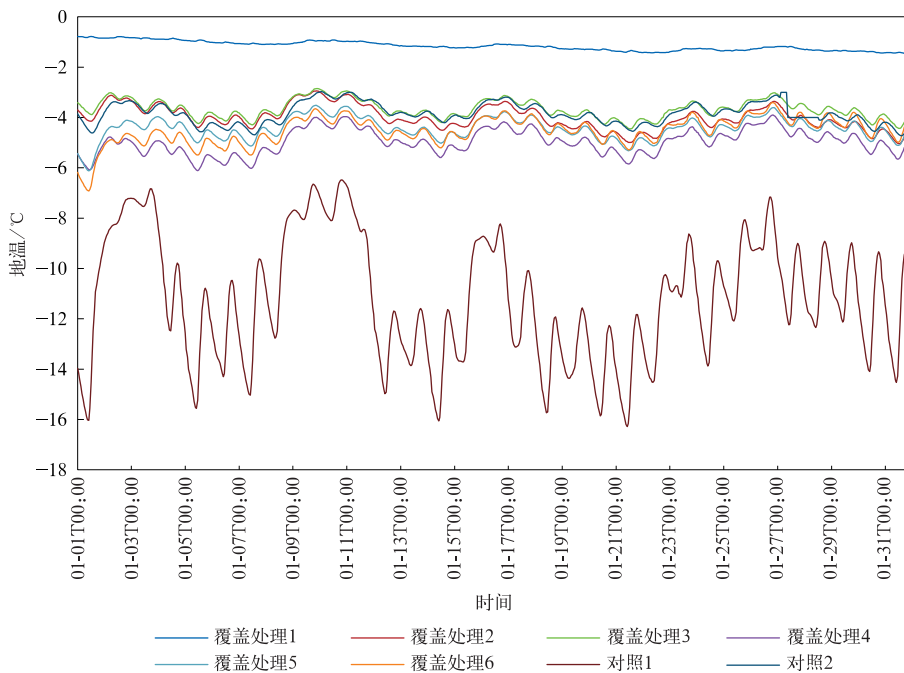


图 2 2022 年 1 月不同覆盖时间 5 cm 地温变化

Fig. 2 Variation of 5 cm soil temperature on different covering dates in Jan 2022

2.2.2 覆盖时间对出苗率影响

试验结果显示:随着覆盖时间延迟,人参和西洋参出苗率均呈不同程度减小趋势,西洋参出苗率减小趋势较为明显(表 3)。对于覆盖处理 6,人参出苗

率仍高达 75%,覆盖处理 1~覆盖处理 5 人参出苗率在 86%以上,5 cm 地温在-7℃及以上时进行覆盖,人参出苗率均在 97%以上,对照 2 人参出苗率为 91%,对照 1 人参全部冻死。

表 3 不同覆盖时间条件下人参和西洋参出苗率(单位:%)
Table 3 Seedling emergence rate of ginseng and American ginseng on different covering dates(unit:%)

处理	人参出苗率	西洋参出苗率
覆盖处理 1	100	100
覆盖处理 2	100	88
覆盖处理 3	97	66
覆盖处理 4	95	15
覆盖处理 5	86	0
覆盖处理 6	75	0
对照 1	0	0
对照 2	91	91

5 cm 地温降至 0℃时进行覆盖,西洋参出苗率为 100%,随着地温降低出苗率呈急剧下降趋势。对于覆盖处理 4,5 cm 地温降至-6℃覆盖后地温回升至-2℃左右,12 月 19 日覆盖物被风吹开,期间 5 cm 地温最低降至-12℃,22 日再次覆盖后地温逐步回升,西洋参出苗率为 15%;覆盖处理 5,覆盖前地面一直裸露,地温多次降至-10℃以下,其他时段多在-10~-6℃,西洋参出苗率为 0,全部冻死,表明地温降至-12℃且在该温度持续时间长短对出苗影响很大。覆盖处理 6 和对照 1 西洋参全部冻

死,对照 2 西洋参出苗率为 91%。

2.3 揭膜时间对出苗影响

2.3.1 揭膜时间对地温影响

揭膜前 2022 年 3 月 30 日 5 cm 地温多在-1℃上下波动。3 月 31 日揭膜后,昼夜逐时气温在-9~14℃波动,4 月 8 日 5 cm 和 10 cm 地温先后回升至 0℃以上,9 日 15 cm 地温稳定通过 0℃,11 日 20 cm 地温稳定通过 0℃(图 3)。5 月 2 日 20 cm 地温稳定通过 7℃,7℃接近芽萌动的温度。5 月 20 日 20 cm 地温稳定通过 10℃。

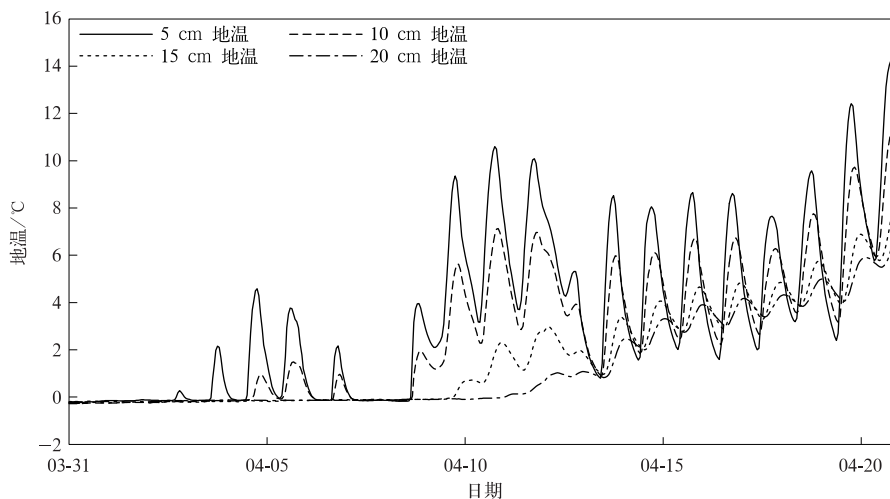


图 3 2022 年 3 月 31 日揭膜后各层地温变化

Fig. 3 Variation of soil temperature at different layers after uncovering on 31 Mar 2022

对于揭膜处理 2 和揭膜处理 3,在揭膜前 5 cm 和 10 cm 地温已经超过 0℃(图 4a),15 cm 地温约为 0℃。揭膜处理 2 揭膜 2 d 后 20 cm 地温稳定通

过 0℃(图 4b),5 月 3 日稳定通过 7℃;揭膜处理 3 揭膜当日 20 cm 地温回升至 0℃以上,5 月 3 日稳定通过 7℃。

对于揭膜处理4,揭膜前4月23日5 cm,10 cm和15 cm地温已回升至 0°C 以上,4月24日20 cm地温已回升至 0°C ,至4月30日揭膜时,5 cm地温在 $2\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间波动,10 cm和15 cm地温在 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 波动,20 cm地温在 3.5°C 上下波动(图4b);揭膜后各层地温均回升较快,20 cm地温5月3日稳定通

过 6°C ,此后多在 $6\sim 9^{\circ}\text{C}$ 之间波动,5月17日稳定通过 7°C 。

由图4可知,5 cm地温回升早,4月10日前后已回升至 0°C 以上;20 cm地温回升晚,4月20日前后才回升至 0°C 以上。揭膜早地温高、波动大,揭膜晚地温低、波动略小,总体呈波动上升趋势。

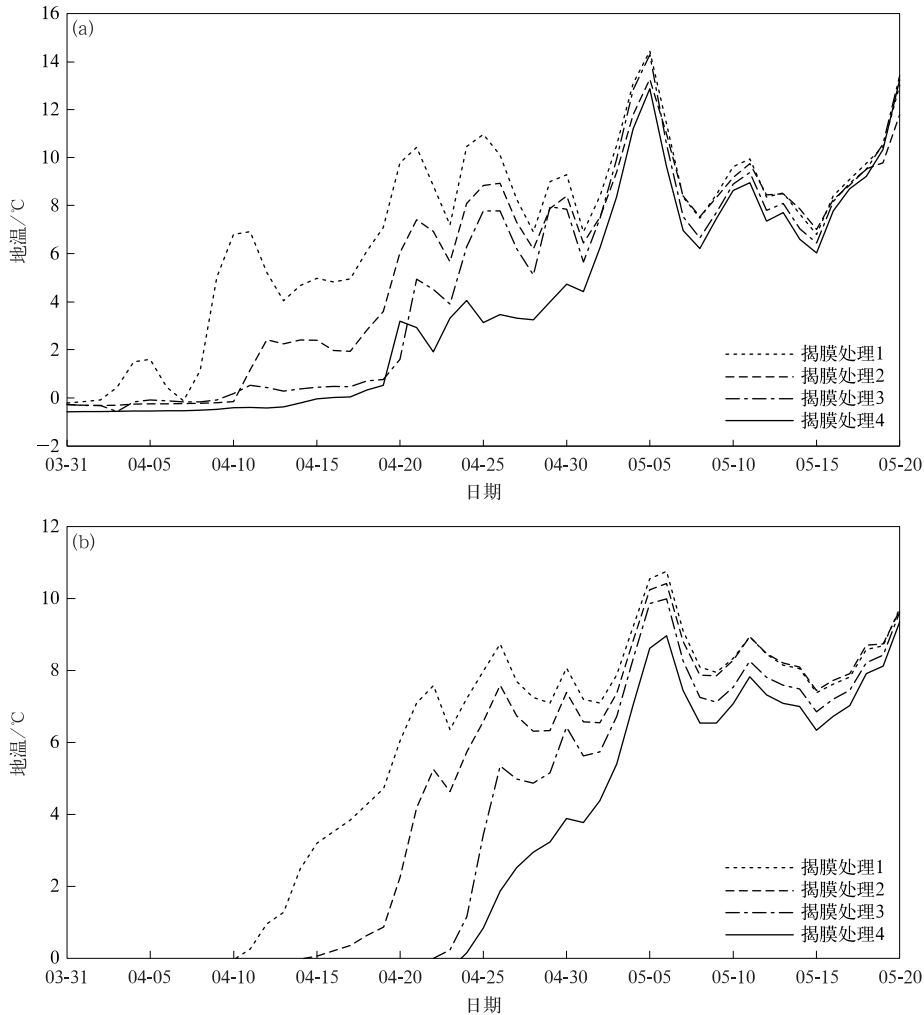


图4 2022年不同揭膜时间5 cm地温(a)和20 cm地温(b)变化

Fig. 4 Variation of 5 cm soil temperature(a) and 20 cm soil temperature(b) on different uncovering dates in 2022

对于对照2,2022年4月8日5 cm地温稳定通过 0°C ,4月9日10 cm地温稳定通过 0°C ,10日15 cm地温稳定通过 0°C ,12日20 cm地温稳定通过 0°C ;5月2日20 cm地温稳定通过 7°C 。对于对照1,冻土深、地温低,5月20日20 cm地温才稳定通过 7°C 。

试验结果显示:高绝热纤维被覆盖下,随着揭膜时间延迟,各层地温稳定通过 0°C 的时间呈推迟趋

势。对照2各层地温稳定通过 0°C 的时间略晚于揭膜处理1,早于揭膜处理2~揭膜处理4。受气温波动影响,5~15 cm地温波动较大,20 cm地温处于稳定上升趋势,20 cm地温稳定通过 7°C 时间随揭膜时间推迟而推迟。对照2稳定通过 7°C 的时间与揭膜处理1接近,对照1因冻土深、深层地温低,稳定通过 7°C 时间最迟。

2.3.2 揭膜时间对出苗期地温影响

地温对出苗影响很大,试验田各处理从 5 月上旬开始陆续出苗,分析人参和西洋参出苗前后(2022 年 5 月 10 日 00:00—17 日 23:00)逐小时 20 cm 地温(图 5)可知,对照 1 的 20 cm 地温最低,多在 4~5℃上下波动;其次是揭膜处理 4,多在 7℃上下波动;揭膜处理 3 略高于揭膜处理 4,揭膜处理 1 和揭膜处理 2 及对照 2 地温接近,多在 8~9℃上下波动,均高于揭膜处理 3。

据 5 月 17 日观测,揭膜处理 1 出苗最早,人参出苗率达 50%,西洋参为 10%;其次是对照 2 和揭膜处理 2,人参出苗率分别为 40%和 30%,西洋参均为 10%;再次为揭膜处理 3,人参和西洋参出苗率分别为 5%和 1%;揭膜处理 4 出苗最晚,人参和西洋参出苗率均为 1%。人参和西洋参均表现为揭膜越晚出苗越晚,人参出苗时间略早于西洋参。人参出苗时,5 cm 和 10 cm 地温约为 9℃,20 cm 地温约为 8℃;西洋参出苗时地温略高于人参。

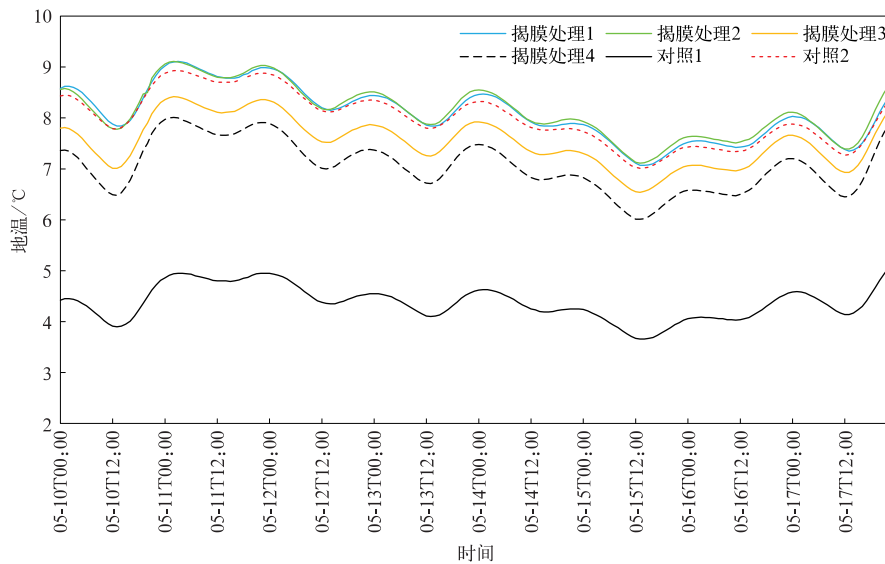


图 5 2022 年不同揭膜时间出苗前后 20 cm 地温变化

Fig. 5 Variation of 20 cm soil temperature before and after emergence of seedlings on different uncovering dates in 2022

2.3.3 揭膜时间对出苗率影响

不同揭膜处理人参的最终出苗率均在 84%以上(表 4)。揭膜处理 1 和揭膜处理 3 人参出苗率分

别为 84%和 85%,揭膜处理 2 和揭膜处理 4 出苗率较高,分别为 96%和 100%,人参最终出苗率未因揭膜早晚出现明显变化规律性,出苗率高低与揭膜时

表 4 2022 年不同揭膜时间人参和西洋参的出苗率(单位:%)
Table 4 Ginseng and American ginseng seedling emergence rate on different uncovering dates in 2022(unit:%)

处理	人参	西洋参
揭膜处理 1	84	100
揭膜处理 2	96	97
揭膜处理 3	85	100
揭膜处理 4	100	92

间早晚相关不明显。西洋参出苗率较高,均在 92%以上。揭膜处理 1 和揭膜处理 3 出苗率达到 100%,揭膜处理 2 和揭膜处理 4 出苗率分别为 97%和 92%,最终出苗率高低与揭膜时间早晚相关亦不明显。

3 结论与讨论

通过 2021 年 11 月—2022 年 6 月在吉林省抚松县松江河镇对种植的人参和西洋参进行分期覆盖

及分期揭膜田间试验,分析不同覆盖时间和揭膜时间的地温变化规律,对比不同处理下的出苗率、出苗时间和出苗进度,讨论地温对出苗影响,得到以下主要结论:

1) 初冬 5 cm 地温降至 0℃ 时覆盖防寒人参和西洋参出苗率最高,是最佳防寒时间。防寒过晚会出苗率,影响出苗率,西洋参尤为明显。随着防寒时间推迟,西洋参出苗率呈明显下降趋势, -12℃ 以下防寒西洋参大部或全部冻死。无任何覆盖的裸露地面人参和西洋参全部冻死。早防寒有利于人参和西洋参安全越冬,但防寒过早会引起低温病菌滋生,造成来年病害加重,因此,应严格掌握覆盖时间。

2) 采用保温隔热效果好的高绝热纤维被覆盖越冬,春季揭膜早,地温回升早,人参出苗早,揭膜越晚出苗越晚,揭膜时间影响出苗进度,与最终出苗率相关不明显。早春气温不稳定,高低温、寒潮天气时常发生,出苗早有遭受低温冻害的风险。在低温冻害频发区域可采用高绝热纤维被等隔热效果好的材料覆盖,结合短期气候预测,通过揭膜早晚控制出苗时间,可有效避免早春冻害。

3) 人参的抗寒能力明显高于西洋参。在 5 cm 地温瞬间降至 -12℃ 时,人参出苗率高达 95%, 5 cm 地温瞬间达 -14℃ 时出苗率降至 75%; 5 cm 地温在 -12℃ 以下西洋参大部或全部冻死; 5 cm 地温在 -14~-8℃ 之间波动,极端最低为 -16℃ 的裸地人参全部冻死。

4) 人参出苗时, 5 cm 和 10 cm 地温约为 9℃, 20 cm 地温约为 8℃; 西洋参出苗时地温略高于人参; 同等条件下,人参出苗早于西洋参。

野外田间试验有许多不可控制因素,防寒时间试验设置中,受外界气温剧烈波动影响,实际覆盖时地温与试验初设有一定差异,本试验虽未能严格按初设指标进行,但通过越冬期试验,可在一定程度上反映越冬冻害指标范围、实现量化,可为人参生产防寒提供一定参考。人参越冬冻害温度指标需多次反复试验确定,今后需结合实验室温控试验深入研究。

致谢:感谢吉林参王植保科技有限公司和吉林星源环保材料有限公司对本试验的大力支持!

参考文献

- [1] 宋承吉. 中国人参史. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2019.
Song C J. China Ginseng History. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 2019.
- [2] 张其书, 王飒. 人参生态气候环境及种植地域适应性的研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984, 8(2): 85-92.
Zhang Q S, Wang S. Research on the environment of ecological climate and adaptability to cultivated region in ginseng. *China J Plant Ecol*, 1984, 8(2): 85-92.
- [3] 王利群, 宿延英. 长白山山区气候条件对西洋参生长的影响. 人参研究, 1996, 8(1): 27-30.
Wang L Q, Su Y Y. Influence of climatic conditions on the growth of American ginseng in Changbai Mountain Area. *Ginseng Res*, 1996, 8(1): 27-30.
- [4] Schooley J, Proctor J T A. Freeze damage to North American ginseng. *Hort Technology*, 2003, 13(4): 697-701.
- [5] 李继宝, 黄瑞贤. 2002、2003 年靖宇县人参、西洋参冻害及其气象原因. 吉林气象, 2004, 11(4): 39.
Li J B, Huang R X. Freezing injury of ginseng and American ginseng and its meteorological causes in Jingyu County in 2002 and 2003. *Jilin Meteor*, 2004, 11(4): 39.
- [6] 于春刚, 郑殿家, 钱少军. 集安市人参、西洋参冻害的初步调查. 人参研究, 2002, 14(2): 16-28.
Yu C G, Zheng D J, Qian S J. Preliminary investigation on freezing injury of ginseng and American ginseng in Ji'an City. *Ginseng Res*, 2002, 14(2): 16-28.
- [7] 王刚, 陈少麟, 张艳梅. 长白山冬季气候对人参、西洋参越冬的影响以及应对措施. 人参研究, 2019, 31(5): 46-47.
Wang G, Chen S L, Zhang Y M. Influence of winter climate in Changbai Mountain on overwintering of ginseng and American ginseng and countermeasures. *Ginseng Res*, 2019, 31(5): 46-47.
- [8] 赵琳娜, 慕秀香, 马翠平, 等. 冬季稳定性降水相态预报研究进展. 应用气象学报, 2021, 32(1): 12-24.
Zhao L N, Mu X X, Ma C P, et al. A review on stable precipitation type forecast in winter. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(1): 12-24.
- [9] 高镇生, 崔德深, 檀树先. 西洋参在我国东北地区的抗寒性表现及预防冻害的技术措施. 中药材科技, 1980, 3(2): 9-11.
Gao Z S, Cui D S, Tan S X. Cold resistance performance of American ginseng in Northeast China and technical measures to prevent freezing injury. *J China Med Mater*, 1980, 3(2): 9-11.
- [10] 黄瑞贤, 高景恩, 周红霞, 等. 靖宇县 2002 年和 2003 年人参、西洋参冻害调查及预防冻害的技术建议. 人参研究, 2003, 15(3): 22-24.
Huang R X, Gao J E, Zhou H X, et al. Investigation on freezing injury of ginseng and American ginseng in Jingyu County in 2002 and 2003 and technical suggestions for preventing freezing injury. *Ginseng Res*, 2003, 15(3): 22-24.
- [11] 邢云章, 马凤茹, 刘景云. 人参冻害原因分析及其预防. 特产科学实验, 1985, 7(4): 44-45.
Xing Y Z, Ma F R, Liu J Y. Cause analysis and prevention of ginseng freezing injury. *Spec Wild Econ Anim Plant Res*, 1985, 7(4): 44-45.
- [12] 黄瑞贤, 高景恩, 任大年, 等. 西洋参冻害的预防及补救技术措施. 人参研究, 1998, 10(3): 24-25.
Huang R X, Gao J E, Ren D N, et al. Prevention and remedial technical measures of freezing injury of American ginseng. *Ginseng Res*, 1998, 10(3): 24-25.
- [13] 闫德友. 解决人参冻害的几项措施. 人参研究, 2004, 16(2):

- 22-26.
Yan D Y. Several measures to solve the freezing injury of ginseng. *Ginseng Res*, 2004, 16(2): 22-26.
- [14] 袁福香,穆佳,晏晓英,等. 2019/2020年冬春季长白山区气象条件对人参越冬及幼苗影响分析. *气象灾害防御*, 2021, 28(2): 40-44.
Yuan F X, Mu J, Yan X Y, et al. Analysis on the influence of meteorological conditions on ginseng overwintering and seedlings in Changbai Mountain Area in winter and spring of 2019/2020. *Meteor Disaster Prev*, 2021, 28(2): 40-44.
- [15] 王继尧. 怎样预防人参冻害. *新农业*, 1984(19): 11.
Wang J Y. How to prevent ginseng from freezing injury. *New Agriculture*, 1984(19): 11.
- [16] 成菲,李巧萍,沈新勇,等. BCC-CSM1.1m对欧亚积雪覆盖的预测评估. *应用气象学报*, 2021, 32(5): 553-566.
Cheng F, Li Q P, Shen X Y, et al. Evaluation of Eurasian snow cover fraction prediction based on BCC-CSM1.1m. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(5): 553-566.
- [17] 付强,侯仁杰,王子龙,等. 积雪覆盖下土壤热状况及其对气象因素的响应研究. *农业机械学报*, 2015, 46(7): 154-161.
Fu Q, Hou R J, Wang Z L, et al. Soil thermal regime under snow cover and its response to meteorological factors. *Trans China Soc Agric Mach*, 2015, 46(7): 154-161.
- [18] 邢述彦,刘虎,郑秀清,等. 秸秆覆盖厚度对冻融期土壤温度的影响. *太原理工大学学报*, 2012, 43(6): 741-744.
Xing S Y, Liu H, Zheng X Q, et al. Effects of corn mulch thickness on soil temperature during freezing-thawing period. *J Taiyuan Univ Technol*, 2012, 43(6): 741-744.
- [19] 刘传和,贺涵,匡石滋,等. 菠萝园冬季防寒覆盖的调控效果. *中国农业气象*, 2020, 41(4): 230-239.
Liu C H, He H, Kuang S Z, et al. Regulatory effects of covering-practices in orchard for pineapple cold-proofing in winter. *China J Agrometeorol*, 2020, 41(4): 230-239.
- [20] 崔爱花,杜传莉,黄国勤,等. 秸秆覆盖量对红壤旱地棉花生长及土壤温度的影响. *生态学报*, 2018, 38(2): 733-740.
Cui A H, Du C L, Huang G Q, et al. Effects of straw mulching amount on cotton growth and soil temperature in red soil drylands. *Acta Ecol Sinica*, 2018, 38(2): 733-740.
- [21] 屈振江,周广胜,魏钦平. 苹果花期冻害气象指标和风险评估. *应用气象学报*, 2016, 27(4): 385-395.
Qu Z J, Zhou G S, Wei Q P. Meteorological disaster index and risk assessment of frost injury during apple florescence. *J Appl Meteor Sci*, 2016, 27(4): 385-395.
- [22] 王培娟,唐俊贤,金志凤,等. 中国茶树春霜冻害研究进展. *应用气象学报*, 2021, 32(2): 129-145.
Wang P J, Tang J X, Jin Z F, et al. Review on spring frost disaster for tea plant in China. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(2): 129-145.
- [23] 李化龙,王景红,张维敏,等. 模拟低温下主产品种猕猴桃结果母枝冻害指标. *应用气象学报*, 2021, 32(5): 618-628.
Li H L, Wang J H, Zhang W M, et al. Freezing injury index of kiwifruit branches for main varieties under simulated low temperature. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(5): 618-628.
- [24] 刘聪,李凯伟,张继权,等. 基于气候适宜度的南方柑橘种植精细化气候区划. *应用气象学报*, 2021, 32(4): 421-431.
Liu C, Li K W, Zhang J Q, et al. Refined climatic zoning for citrus cultivation in southern China based on climate suitability. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(4): 421-431.
- [25] 唐俊贤,王培娟,俄有浩,等. 中国大陆茶树种植气候适宜性区划. *应用气象学报*, 2021, 32(4): 397-407.
Tang J X, Wang P J, E Y H, et al. Climatic suitability zoning of tea planting in Mainland China. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(4): 397-407.
- [26] 刘维,宋迎波. 基于气象要素的逐日玉米产量气象影响指数. *应用气象学报*, 2022, 33(3): 364-374.
Liu W, Song Y B. A daily meteorological impact index of maize yield based on weather elements. *J Appl Meteor Sci*, 2022, 33(3): 364-374.
- [27] 邱美娟,刘布春,刘园,等. 中国北方苹果种植需水特征及降水适宜性. *应用气象学报*, 2021, 32(2): 175-187.
Qiu M J, Liu B C, Liu Y, et al. Water requirement and precipitation suitability of apple planting in northern China. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(2): 175-187.
- [28] 柏秦凤,王景红,李化龙,等. 美味系猕猴桃越冬冻害指标. *应用气象学报*, 2021, 32(4): 504-512.
Bai Q F, Wang J H, Li H L, et al. Freezing injury indicator of tasty kiwifruit during overwintering period. *J Appl Meteor Sci*, 2021, 32(4): 504-512.
- [29] 王二欢. 低温胁迫下人参生理生态特性及防寒措施研究. 长春:吉林农业大学, 2016.
Wang E H. Eco-physiological Characteristics and Measures Preventing Damage of Panax Ginseng Under Chilling Stress. Changchun: Jilin Agricultural University, 2016.
- [30] 段晓凤,朱永宁,张磊,等. 宁夏枸杞花期霜冻指标试验研究. *应用气象学报*, 2020, 31(4): 417-426.
Duan X F, Zhu Y N, Zhang L, et al. Experimental research on frost indexes for lycium barbarum flowering phase. *J Appl Meteor Sci*, 2020, 31(4): 417-426.
- [31] 王静,张晓煜,张磊,等. 越冬期埋土防寒层厚度对贺兰山东麓葡萄园土壤温度的影响. *中国农业气象*, 2022, 43(8): 633-643.
Wang J, Zhang X Y, Zhang L, et al. Effects of the thickness of buried soil for cold prevention on the vineyard soil temperature during the overwintering period at the eastern foot of Helan Mountain. *China J Agrometeorol*, 2022, 43(8): 633-643.
- [32] 宋艳玲,周广胜,郭建平,等. 北方冬小麦冬季冻害及播期延迟应对. *应用气象学报*, 2022, 33(4): 454-465.
Song Y L, Zhou G S, Guo J P, et al. Freezing injury of winter wheat in northern China and delaying sowing date to adapt. *J Appl Meteor Sci*, 2022, 33(4): 454-465.
- [33] 李红英,段晓凤,旭花,等. 贺兰山东西两麓酿酒葡萄越冬覆盖防寒措施效果对比. *中国农业气象*, 2022, 43(7): 575-586.
Li H Y, Duan X F, Xu H, et al. Comparison on effect between two anti-freezing measures taken for wine grape overwintering in the east and west foothills of Helan Mountain. *China J Agrometeorol*, 2022, 43(7): 575-586.

Effects of Covering and Uncovering Date on Seedling Emergence of Overwintering Ginseng and American Ginseng

Yuan Fuxiang¹⁾ Mu Jia¹⁾ Gao Yan¹⁾ Liu Wei¹⁾ Liu Gang¹⁾
Song Minghai²⁾ Zhan Weidong²⁾ Li Xianqiang³⁾ Zhang Jing³⁾

¹⁾ (Institute of Meteorological Sciences of Jilin Province/Technology Innovation Center of Agricultural Meteorological Disaster Risk Assessment and Prevention and Control of Jilin Province, Changchun 130062)

²⁾ (Jilin Shenwang Plant Protection Co., Ltd, Baishan 134500)

³⁾ (Fusong County Meteorological Bureau of Baishan, Jilin Province, Baishan 134500)

Abstract

Ginseng and American ginseng need to be covered and protected against cold in winter to survive, and covering and uncovering date has great influences on safe overwintering and seedling emergence. To determine the optimal time, field experiments are conducted at Fusong of Jilin Province from November 2021 to June 2022. Effects of different covering dates on the soil temperature in the overwintering layer and seedling emergence rate of ginseng and American ginseng are studied through different experiment themes. For some cases they are covered in stages in early winter and simultaneously uncovered in spring, and there are also other cases when the ginseng and American ginseng are covered simultaneously in early winter and uncovered step by step in spring. Results show that the emergence rate of ginseng and American ginseng decreases with the delay of coverage date. When 5 cm soil temperature is 0°C, the coverage date for cold prevention is the best, with the highest emergence rate of ginseng and American ginseng. Below -12°C, most or all of American ginseng is frozen to death. When the instantaneous 5 cm soil temperature drops to -14°C, the emergence rate of ginseng still reaches 75%. The emergence rate of ginseng seedlings in other treatments above this temperature coverage is mostly over 86%. When the soil temperature is -7°C or above, the emergence rate of ginseng seedlings is above 97%. The emergence rate of ginseng seedlings covered by snow is 91%. The soil temperature fluctuates between -14°C and -8°C, and all uncovered ginseng with an extreme minimum of -16°C is frozen to death. When ginseng seedlings emerge, the soil temperature of 5-20 cm is around 8-9°C, slightly higher than that of American ginseng. Covering with high insulation fibers to prevent cold, the later the cover is removed, the lower the soil temperature becomes, and the later the seedlings emerge. The date of uncovering affects the progress of seedling emergence, but has little correlation with the emergence rate. The optimal date of uncovering needs to be analyzed further. On frost prone areas in early spring, combined with climate prediction, the emergence progress can be adjusted by uncovering date to avoid spring freezing damage.

Key words: covering date; uncovering date; ginseng and American ginseng; overwintering; seedling emergence