

葡萄种植行向对覆膜越冬膜下温度的影响

李银芳¹,潘伯荣¹,阿迪力·吾彼尔¹,沈青林²,方桂娟²,
李 奇³,马洪亮³,辛和平³

(1.中国科学院新疆生态与地理研究所,新疆 乌鲁木齐 830011; 2.新疆阜康市林业局,新疆 阜康 8315013;
3.新疆阜康市气象局,新疆 阜康 831501)

摘 要:为消除葡萄东西行向种植双膜覆盖越冬膜上雪被不足的顾虑,2014—2015 年冬季在新疆阜康进行了东西向、南北向膜下和土埋的温度逐日观测。结果表明,寒冷期最低温度东西向较高。整个冬季东西向有大于土埋的补偿温度,而南北向是低于土埋的亏缺温度。在-25.6℃的最低气温日,东西向是-3.0℃、南北向-5.4℃、土埋-4.6℃。经推算,在-37℃极端最低气温时,分别是-9.6℃、-13.6℃、-10.4℃。两种行向都经得住极端最低气温和长期低温的酷寒,东西向好于南北向。最高温度、平均温度也是东西向较高,温差则反之。10℃萌发生长的日期东西向比土埋提前 37 天,南北向提前 35 天。东西向还较南北向高产优质,生长旺盛。东西向因为优越的光照条件,可不再担忧雪被不足的问题。若采用篱架式南北向栽培,双膜越冬也是安全可靠的。

关键词:葡萄;越冬;种植行向;双膜覆盖;雪被;膜下温度;亏补温度;天山北坡
中图分类号: S162.4 **文献标志码:** A

Effects of grapevine row direction on temperature under plastic film during overwintering period

LI Yin-fang¹, PAN Bo-rong¹, Adil Ubir¹, SHEN Qing-lin², FANG Gui-juan²,
LI Qi³, MA Hong-liang³, Xin He-pin³

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;
2. Fukang Forest Bureau, Fukang, Xinjiang 831500, China;
3. Fukang Meteorological Bureau, Fukang, Xinjiang 831501, China)

Abstract: The values of daily temperature in grapevine field with different row directions were measured in Fukang, Xinjiang, China in winter of 2014—2015 based on the situation that the snow covering over the double-layer film mulching during overwintering was too thin, especially for east – west grapevine rows. The results revealed that the minimum temperature along the east – west rows was relatively high during the coldest period in winter. Along the east – west grapevine rows, there was a compensation temperature higher than the soil-buried temperature, but there was a deficit temperature lower than the soil-buried temperature along the south – north grapevine rows. The temperatures were -3.0℃, -5.4℃ and -4.6℃ along the east – west rows, south – north rows and soil-buried rows respectively when the minimum daily temperature was -25.6℃, and based on the estimation they were -9.6℃, -13.6℃ and -10.4℃ respectively when the extremely minimum temperature was 37℃. The grapevines could survive under the extremely minimum temperature and the long-period low temperature under both row directions, but the east – west one was better than the south – north one. The maximum temperature and average temperature along the east – west rows were also higher than those along the south – north rows, while the temperature difference was opposite. The sprouting dates of grapevines were 37 and 35 days earlier along the east – west rows and south – north rows respectively than those buried by soil. The grapevines along the east – west rows could grow more luxuriantly and the yield and quality were higher than those along the south – north rows. Therefore, the east – west direction is optimal for the overwintering of grapevines even

收稿日期:2015-12-07
基金项目:新疆维吾尔自治区科技计划项目《葡萄越冬双层塑膜覆盖技术示范推广》(201454124)
作者简介:李银芳(1950—),男,河北灵寿人,研究员,主要从事林业生态学研究。E-mail:liyinf@126.com。

when snow covering is thin. When fence – frame south – north cultivation is adopted, the double – layer film mulching during overwintering is also safe and reliable.

Keywords: grapevine; overwintering; row direction; double – layer film mulching; snow covering; temperature under film; compensation/deficit temperature; northern slope of the Tianshan Mountain

近年来,天山北坡棚架葡萄越冬正由传统的土埋法改为架空式双层薄膜覆盖的方法^[1],省工、省力、省时间逐渐被果农认识。实施中发现东西行向栽培的双膜向阳面,有雪被不足的裸露面(图 1),担心受冻。可东西向有形似日光温室东、南、西三方长日照、强日照的高光能利用率,何种行向较好成为了争议。国内外有关行向问题的研究多是篱式果园行

向的光照条件在纬度 40°N 南北向较好的理论计算^[2],未见棚架式葡萄行向的光能利用率和膜下温度的实测报道。在建国时如何应用双膜覆盖技术安全越冬,又能最大限度地利用太阳光能实现高产优质,行向的生态因子变异成为新技术关注的问题,本文就这一问题作一探讨。



图 1 双膜覆盖不同行向的雪被情况(2015.01.12 摄)

Fig.1 Snow covering depth along different row directions of grapevines with double-layer film mulching

1 试验区自然概况

试验设置在新疆阜康市城关镇湖滨村,该村地形地貌属洪积、冲积平原,土壤为草甸土。试验区年均气温 6.7℃,无霜期 174 d。平均气温≥10℃的年积温 3 788℃。年均降水量 187.8 mm,蒸发量 2 064 mm。全年日照总时数 2 931.3 h。冬季有积雪覆盖。1 月份平均气温 - 16.3℃,7 月份平均气温 25.6℃,极端最高气温 41.5℃,极端最低气温 - 37.0℃。属中温带大陆性干旱气候。

2 材料与方法

供试葡萄园是 1998 年栽植的 16 年生的红提葡萄盛果园,行距 4 m,株距 1.5 m,无主干一株 4 蔓规则扇形。试验时间是 2014—2015 年冬季。

试验设 3 个处理:

- 1) 架空式双层东西行向覆膜:在压倒匍匐的葡萄枝蔓上覆盖一层草帘,再覆盖两层白塑料薄膜。两层薄膜中间用草团堆架成空,间距 30 ~ 40 cm,即架空式双层覆膜。薄膜材质厚度 0.08 mm。
- 2) 架空式双层南北行向覆膜:方法和材质同 1。
- 3) 土埋(CK):在下架的葡萄枝蔓上覆盖一层厚度 20 ~ 30 cm 的土。

温度观测从 11 月 25 日开始至次年 4 月 4 日结束。采用杭州路格科技有限公司生产的 LGR – WDO1u 型温度记录仪,每 30 min 自动测定记录一次。

对 2014—2015 年确定年份的温度变化,以最高气温稳定在 0℃以上,作为寒冷期和转暖期的界限划分。寒冷期是 11 月 25 日—2 月 7 日(75 d),转暖期是 2 月 8 日—4 月 4 日(56 d)。观测时间共计 131 d。

日平均温度 10℃出现的日期,根据拟合曲线方程计算得到。

产量采用试验当年 16 个农户的平均数据。所有数据采用 LSD 最小显著差数法进行方差分析^[3], $P < 0.10$ 认为有统计学意义。

3 结果与分析

3.1 不同行向膜下的最低温度

最低温度和长期低温是葡萄冻害的主要原因。在最低温度的日变化过程中,东西向较高(图 2A),自始至终高于土埋,显示出较好的保温性能。南北向较低,寒冷期低于土埋,转暖期又高于土埋,显示出保温性差和转暖期的温室效应。

在 2014—2015 年 - 25.6℃的最低气温日(12 月 16 日,图 2A),膜下最低温度东西向是 - 3.0℃,南北

向 - 5.4℃, 土埋 - 4.6℃。东西向较南北向高 2.4℃, 较土埋高 1.6℃, 南北向较土埋低 0.8℃。但都高于 - 16℃ 临界值上限^[4], 又都经受了 - 16℃ 以下 51 d 的长期低温, 其中低于 - 18℃ 临界值下限^[5] 34 d。

以传统土埋为标准, 膜下最低温度与土埋最低温度之差为亏补温度(图 2B), 负值为亏缺温度, 正值为补偿温度。图 2B 反映出东西向基本都是正值, 说明补偿较多。南北向大部都是负值, 说明亏缺较多。气温基本都是负值, 所处位置最低, 亏缺最多。最低温度的亏补合计值(表 1)反映整个冬季的总体情况, 东西向补偿温度 272.7℃。南北向寒冷期的亏缺大于转暖期的补偿, 总体亏缺 47.9℃。气温各时期都在亏缺, 总体亏缺 1 200℃。

不同行向膜下的最低温度与最低气温的关系都呈线性(图 2C)。南北向的斜率大于东西向, 又都大

于土埋。说明了对气温的变化东西向较为稳定, 南北向较为敏感, 会随着气温的骤升和剧降升降变幅更大。相比之下土埋最为稳定, 变幅较小。预测最低温度与最低气温的关系数值(表 2)与斜率曲线(图 2C)的情形一致。经推算, 在极端最低气温 - 37℃ 时, 东西向是 - 9.2℃ (表 2), 高于南北向 4℃, 高于土埋 0.8℃, 保温性最好。

表 1 不同行向膜下最低温度的亏补温度/℃

Table 1 Compensation/deficit temperature under film along different row directions of grapevines

时期 Period	东西向 East - west row	南北向 South - north row	气温 Temperature
寒冷期 Cold period	137.0	- 72.9	- 932.6
转暖期 Warm period	135.7	25.0	- 267.4
合计 Total	272.7	- 47.9	- 1200.0

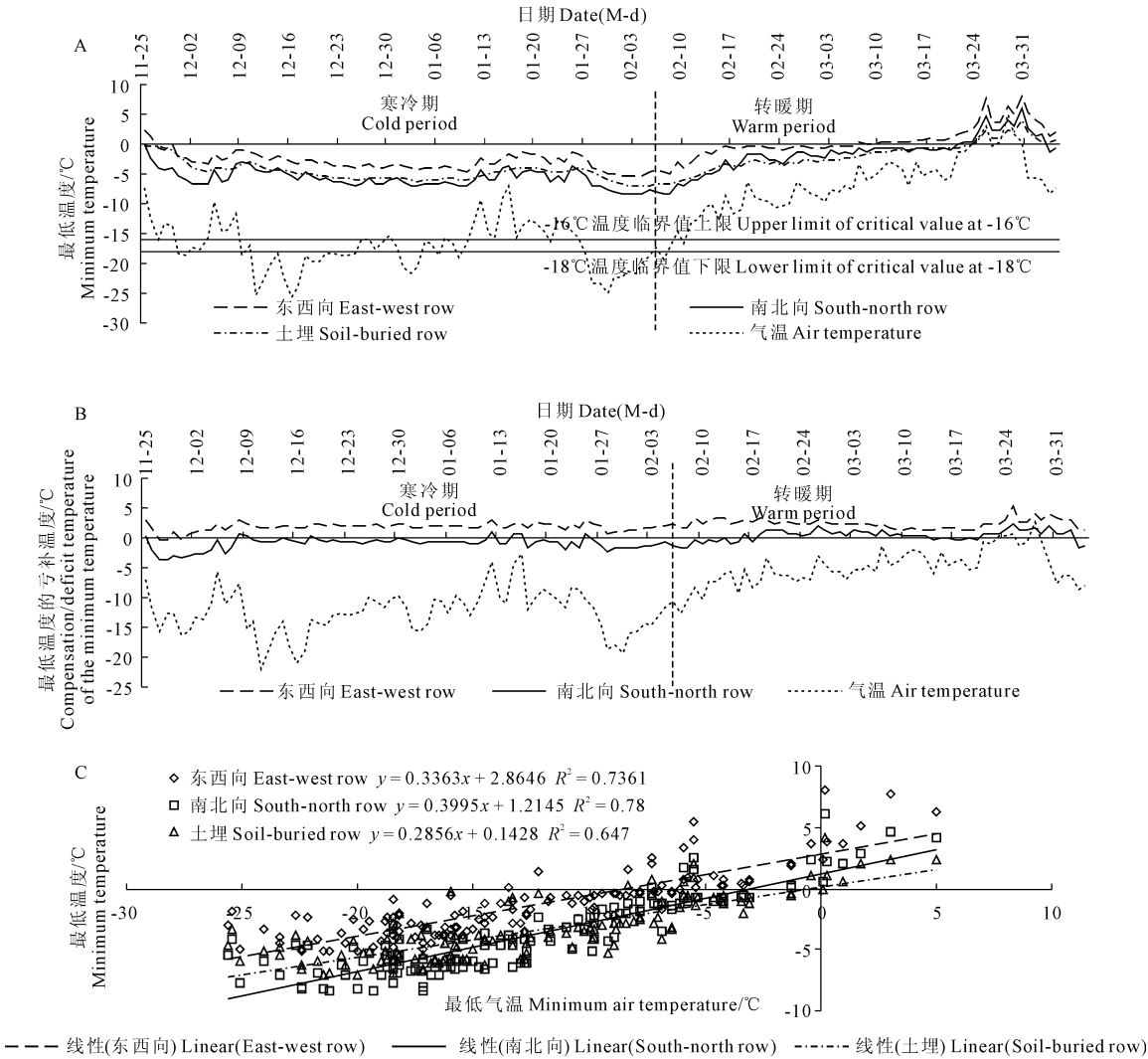


图 2 不同种植行向下葡萄地最低温度(A)、补/亏温度(B)与最低气温(C)的关系

Fig.2 Relationships between the minimum temperature (A) and compensation/deficit temperature (B) along different grapevine rows and the minimum air temperature (C)

表 2 最低气温与不同行向膜下最低温度的关系

Table 2 Relationship between the minimum air temperature and the minimum temperature under film along different row directions of grapevines

处理 Treatment	0	- 16℃临界值上线 Upper critical value	- 18℃临界值下线 Lower critical value	- 25.6℃试验年最低 The minimum air temperature	- 37℃极端最低气温 The extremely minimum air temperature
东西向 East - west row	2.9	- 2.5	- 3.2	- 5.7	- 9.6
南北向 South - north row	1.2	- 5.2	- 6.0	- 9.0	- 13.6
土埋 Soil - buried row	0.1	- 4.4	- 5.0	- 7.2	- 10.4

3.2 不同行向膜下的最高温度及温差

覆膜越冬的葡萄,并非一直处在上述每天最低温度的寒冷环境里。覆膜越冬的实质是个极其简易的日光温室^[6],有温室效应增温过快烧苗抽条的弊病。在最高温度的日变化过程中,寒冷期东西向也高于南北向(图 3A),东西向对缓解寒冷有更多的好

处。转暖期都随气温迅速上升到 0℃以上,东西向和南北向变得差异不明显,即温室效应差异不大。而土埋始终处于最低,转暖期缓慢上升。覆膜显示出明显的温室效应,会对萌发生长发生促进作用。土埋一直处于最低,也可能会因为长期的低温,萌发生长不如覆膜早。

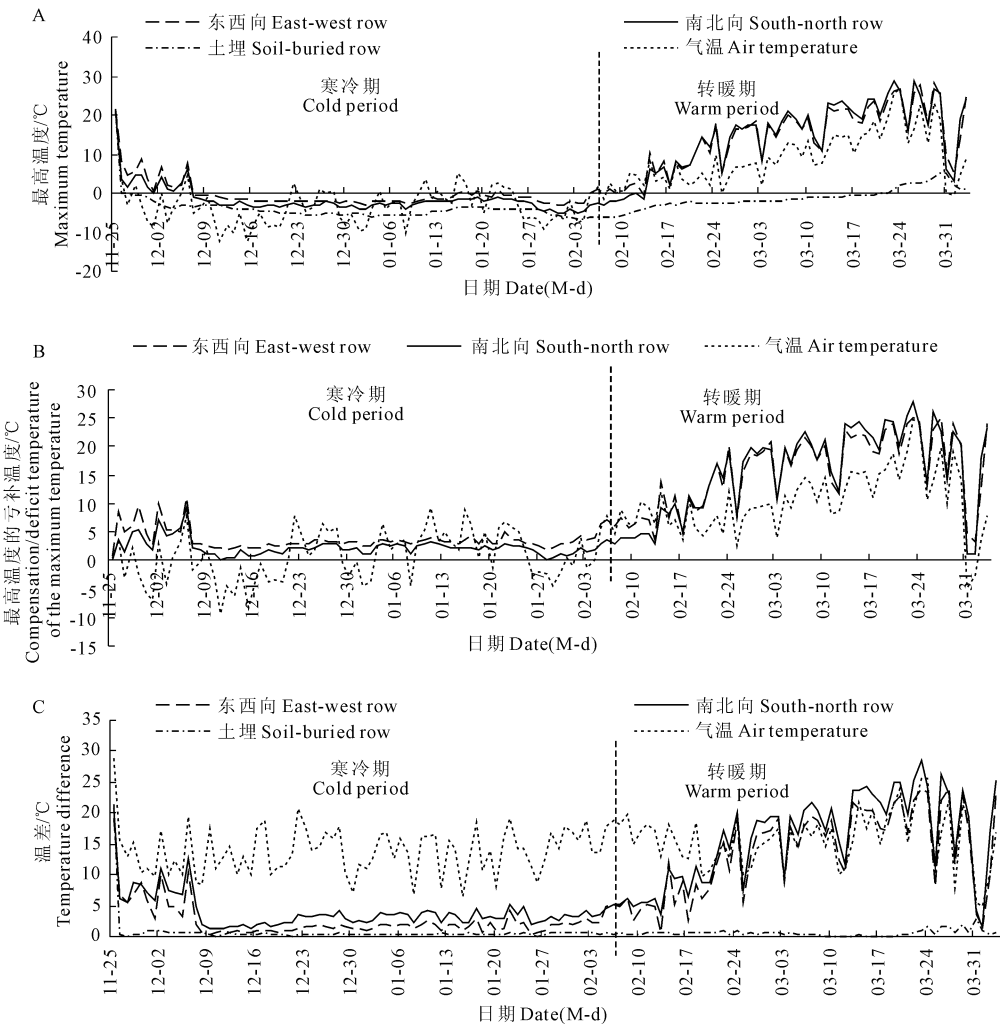


图 3 不同行向膜下最高温度(A)、亏补温度(B)及温差(C)

Fig.3 The maximum temperature (A), compensation/deficit temperature (B) and temperature difference (C) under film along different row directions of grapevines

又以传统土埋为标准,膜下最高温度与土埋最高温度之差的负值为亏缺温度(图 3B),正值为补偿

温度。图 3B 反映东西向都在 0℃ 以上,所处的位置较高,说明补偿最多。而南北向所处的位置较低,补偿较少。气温的总体位置最低,还有负值亏缺出现,总体补偿最少。尤其是寒冷期,东西向的补偿作用大于南北向。而在转暖期,东西向和南北向没有了差异,转暖期气温的补偿作用小于覆膜处理,显示出覆膜的温室效应明显。亏补温度的合计值(表 3)同样反映了整个冬季的总体情况,东西向补偿温度 1 150.5℃,南北向补偿温度 1 052.8℃,气温补偿温度 641.8℃。

覆膜技术对葡萄冬季生长的环境人为改变的越小越好,即最高温度和最低温度的温差越小越好。土埋的温差自始至终最小,波幅也最小(图 3C)。寒冷期东西向低于南北向,波幅较小,气温明显的最高,波幅较大,说明东西向的稳定性较好。进入转暖期以后,东西向和南北向迅速升高,甚至高于气温,波幅都加大了,这一时段仍是东西向低于南北向。说明转暖期覆膜的稳定性像气温一样较差,东西向的稳定性仍好于南北向。累计温差的情况也是如此(表 4)。土埋的温差及波幅虽然最小,但最高温度一直处于最低(图 3A),这使葡萄一直处在低温寒冷的环境中,土埋葡萄的萌芽时间应该晚一点。

表 3 不同行向膜下最高温度的亏补温度/℃

Table 3 The compensation/deficit temperature of the maximum temperature under film along different row directions of grapevines

时期 Period	东西向 East – west row	南北向 South – north row	气温 Temperature
寒冷期 Cold period	280.1	175.8	65.8
转暖期 Warm period	870.4	877.0	576.0
合计 Total	1150.5	1052.8	641.8

表 4 不同行向膜下的累计温差/℃

Table 4 Accumulated temperature difference under film along different row directions of grapevines

时期 Period	东西向 East – west row	南北向 South – north row	土埋 Soil – buried row	气温 Air temperature
寒冷期 Cold period	195.0	300.6	51.9	1050.3
转暖期 Warm period	767.4	882.1	31.4	866.7
合计 Total	962.4	1182.7	83.3	1917.0

3.3 不同行向膜下的平均温度及其 10℃ 出现的日期

葡萄芽眼萌发的平均温度是 10℃ ~ 12℃^[4]。

在整个冬季的日变化中,寒冷期的平均温度东西向较高(图 4A),南北向较低,土埋略低。到转暖期东西向和南北向像气温一样迅速升高,此时东西向高于南北向,显示出受中午阳光直射增温的影响,东西向的温室效应大于南北向。土埋在转暖期明显的较低,可能会延缓葡萄的萌发生长。

若还以传统土埋为标准,膜下平均温度与土埋平均温度之差的负值为亏缺温度(图 4B),正值为补偿温度。东西向都在 0℃ 以上,所处的位置最高,说明补偿最多。而南北向所处的位置较低,还有负值亏缺出现,补偿较少。气温的总体位置最低,负值亏缺出现较多,总体还有亏缺。尤其是寒冷期,东西向的补偿温度大于南北向。而在转暖期,东西向和南北向的差异逐渐缩小,此时段的气温补偿温度小于覆膜处理,显示出覆膜的温室效应明显。亏补温度的合计值(表 5)同样反映了整个冬季的总体情况,东西向补偿温度 534.8℃,南北向补偿温度 300.0℃,气温亏缺温度 474.1℃。

表 5 不同行向膜下平均温度的亏补温度/℃

Table 5 Compensation/deficit temperature of average air temperature under film along different row directions of grapevines

时期 Period	东西向 East – west row	南北向 South – north row	气温 Temperature
寒冷期 Cold period	190.4	22.7	– 563.1
转暖期 Warm period	344.4	277.3	89.0
合计 Total	534.8	300.0	– 474.1

整个冬季平均温度累计值的各时期都是东西向高于南北向(表 6),都明显地高于土埋,尤其是转暖期。故平均温度上升到 10℃ 的日期,经计算气温是 4 月 2 日(表 7),东西向 3 月 26 日,南北向 3 月 28 日,土埋 5 月 2 日。即葡萄开始萌发生长,东西向比土埋提前 37 天,南北向提前 35 天。双膜越冬有日光温室“春提早”的作用,东西向提的更早。

表 6 不同行向膜下的平均温度累计值/℃

Table 6 Accumulated values of average temperature under film along different row directions of grapevines

时期 Period	东西向 East – west row	南北向 South – north row	土埋 Soil – buried row	气温 Air temperature
寒冷期 Cold period	– 144.1	– 311.8	– 334.5	– 897.6
转暖期 Warm period	260.2	193.0	– 84.3	4.7
合计 Total	116.0	– 118.8	– 418.8	– 892.9

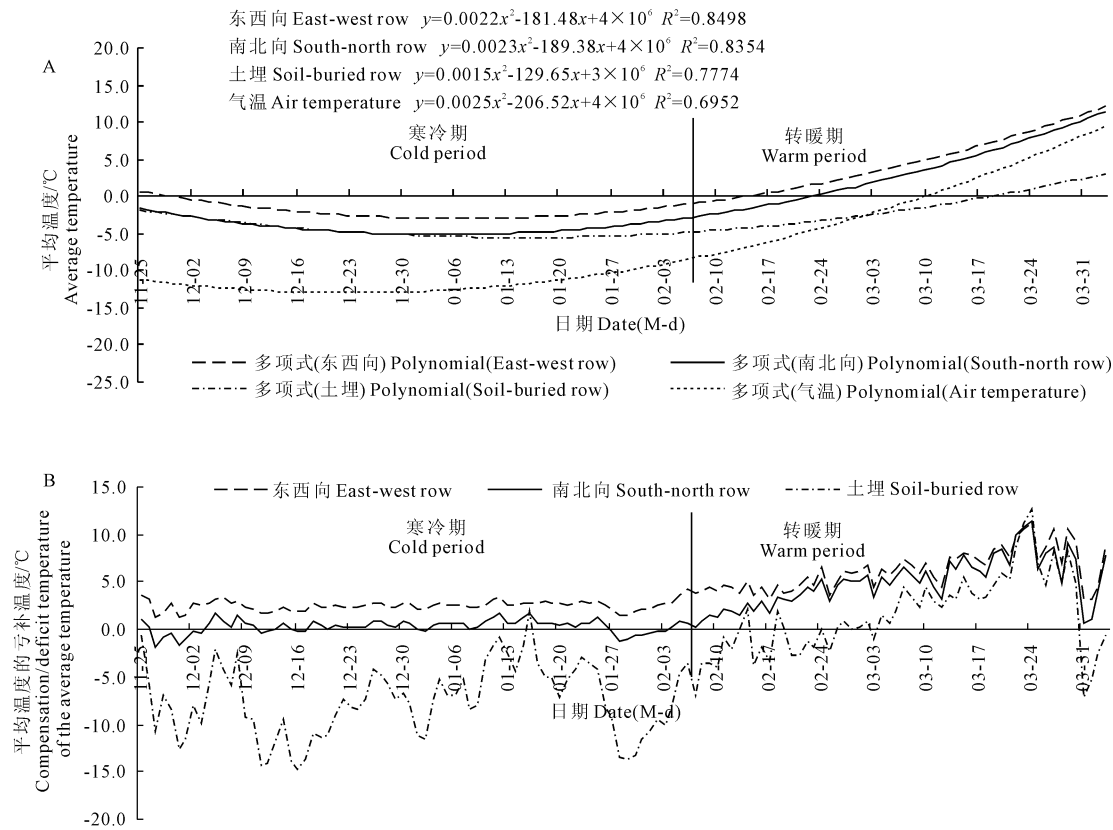


图 4 不同行向膜下的平均温度(A)及亏补温度(B)

Fig.4 Average temperature (A) and compensation/deficit temperature (B) under film along different row directions of grapevines

表 7 10℃出现的日期及与土埋相差的天数

Table 7 Dates when the mean temperature reached 10℃ and days earlier compared with soil-buried row

项目 Item	东西向 East - west row	南北向 South - north row	土埋 Soil - buried row	气温 Air temperature
10℃出现的日期 Date when 10℃ occurred	03 - 26	03 - 28	05 - 02	04 - 02
与土埋相差的天数/d Days earlier compared with soil-buried row	37	35	0	30

3.4 不同行向覆膜的生产性能

根据 16 个农户 4 年来的生产试验(表 8),单株产量东西向略高于南北向 2.6 kg,差异不显著($P >$

0.10),但极显著地高于土埋 9 kg($P < 0.01$),就是南北向也显著地高于土埋 6.4 kg($P < 0.05$)。

株穗数是东西向略高于南北向 2.9 穗($P > 0.10$),但显著地高于土埋 5.7 穗($P < 0.05$),而南北向只是略高于土埋 2.8 穗($P > 0.10$)。

单穗重东西向略高于南北向 122 g($P > 0.10$),但显著地高于土埋 259 g($P < 0.05$),而南北向只是略高于土埋 137 g($P > 0.10$)。

单穗长是东西向略高于南北向 0.6 cm,南北向略高于土埋 1.0 cm,差异都不显著($P > 0.10$)。

由于南北向果穗略小,单粒重略高于东西向 0.8 g,也略高于土埋 1.1 g,东西向略高于土埋 0.3 g,但差异都不显著($P > 0.10$)。

表 8 不同行向葡萄的生产性能

Table 8 Productivity of grapevines with different row directions

处理 Treatment	单株产量 Yield per plant/kg	单株穗数 Fruit clusters per plant	单穗重 Mass per fruit cluster/g	单穗长 Length per fruit cluster/cm	单粒重 Berry mass/g	新枝生长量 Length of new branch/cm
东西向 East - west row	12.0	9.2	752.5	21.6	8.8	268.7
南北向 South - north row	9.4	6.3	630.5	21.0	9.6	264.5
土埋 Soil - buried row	3.0	3.5	493.3	20.0	8.5	171.2

新枝生长量东西向略高于南北向 4.2 cm ($P > 0.10$),但高于土埋 97 cm,南北向高于土埋 93 cm,显著性都极显著 ($P < 0.01$)。

双膜增产的形式,主要表现在单株产量高,果穗大而重,相应一级品率高。商品率的提高,经济效益得到了提高。高产优质的特性东西向更为突出,与形似日光温室东、南、西三个方向长而强的日照分不开。

4 讨 论

葡萄的行向是根据架面光照最好条件的原则来设置,同时也要考虑地形地势和便于作业。天山北坡平地的鲜食葡萄园,根据南高北低的地形地势多采用棚架式东西行向,形似日光温室。葡萄枝蔓往北爬,架面能接受东、南、西三方的光照,日照时间长,光照强度大,有利于葡萄的生长发育,所以果品高产优质。试验证明双膜越冬都有日光温室“春提早”的作用,东西向提的更早。而土埋萌发生长迟缓。反映出双膜越冬不但可以增加生长期,相应缩短了冷冻期,东西向早于南北向。Skene 的研究是在适宜的温度下,葡萄根系细胞分裂素的合成是低温环境的 2~3 倍,有利于增产^[7]。李银芳的研究是覆膜的增温作用是蟠桃物候期提前的主要原因^[8]。孙伟龙的研究也表明,覆膜的葡萄单株产量提高,物候期提前^[9]。一般认为,物候期提前,意味着生长期的增加,对生长积累有利。看来架空式双膜的确有利于提前萌发生长,与本试验的计算结果相符,并且东西向早于南北向,而土埋也的确有着长期低温的不

良影响。但东西向有着向阳面雪被不足的保温性担忧。一般认为果树受冻还与积雪的稳定性及深度有关^[10]。试验证明双膜覆盖的膜下温度状况,雪被不足的东西向比雪被完整的南北向好,是因为双膜的保温性本身就好,东西向再加上长而强的日照增温,比南北向增加一点雪被的保温性更好。又因为东西向冬夏两季光照条件优越的一致性,所以高产优质、生长旺盛。同时再次证明双膜覆盖,可以摆脱积雪稳定性和深度的困扰^[11]。

但大面积的酿酒葡萄采用篱架式则多用南北行向栽培^[11],与日光温室的方向不同。葡萄在立架面上,东西两侧都可接受光照,互相遮荫时间短,管理方便。本试验的结论是南北向略低的最低温度、最高温度、平均温度和补偿温度,略大的温差,以及略迟的萌发日期,显然膜下温度状况不如东西向。行向造成日照不如东西向,生态因子发生了变异。但在极端最低气温 - 37℃ 时,南北向是 - 13.6℃ (表 2),仍然高于芽眼受冻的 - 16℃ 临界值上限,也是安全的,也能抵御极端最低气温和长期低温 (表 9)。长期低温虽没有文献参考数据,但经过 4 年的田间试验,低于临界值下限 - 18℃ 58 天的经验数值 (表 9),南北向也是安全的,生产实践检验了南北向双膜覆盖越冬的可行性^[12]。农业新技术方法的推广条件是较传统技术有效、简便、节本增效。发现了两种行向的差别,也发现了即便是膜下温度状况略差的南北行向,架空式双层覆膜越冬都是安全有效的,这为大面积篱架式栽培的南北向酿酒葡萄,采用双膜覆盖越冬提供了科学支持。

表 9 试验年的最低气温和覆盖物下的最低温度 (℃) 及长期低温的天数 (d)
Table 9 The minimum air temperature, minimum temperature under film and low temperature duration

最低气温 Minimum air temperature				长期低温 Long-period low temperature			
年份 Year	日期 Date	最低气温 Minimum air temperature/℃	雪深 Snow covering depth/cm	覆盖物下最低温度 The Minimum temperature under bilayer mulching plastic film/℃		≤ - 16℃ 天数 Days with temperature	≤ - 16℃ 其中 ≤ - 18℃ 天数 Days with temperature ≤ - 18℃ Days
				东西向	南北向		
				East - west	South - north		
				row	row		
2011—2012	01 - 21	- 28.3	12	- 8.2	- 8.8	68	57
2012—2013	12 - 22	- 31.1	23		- 1.1	71	58
2013—2014	01 - 08	- 27.0	7		- 6.0	61	47
2014—2015	12 - 16	- 25.6	12	- 3.0	- 5.4	51	34

5 结 论

架空式双膜覆盖的膜下最低温度状况是,寒冷期和最低气温日东西向都高于南北向。东西向是大

于土埋的补偿温度,而南北向是低于土埋的亏缺温度。两种行向都经得住 - 37℃ 的极端最低气温和低于 - 18℃ 58 d 的长期低温。

(下转第 288 页)

表 5 有限元分析结果对比

Table 5 The contrastive results of finite element analysis

铲面形式 Plane type	变形分析 Deformation analysis		应力分析 Stress analysis		应变分析 Strain analysis	
	最大变形量 Maximum deformation/mm	最小变形量 Minimum deformation/mm	最大应力值 Maximum stress/Pa	最小应力值 Minimum stress/Pa	最大应变 Maximum strain	最小应变 Minimum strain
优化前 Before optimization	1.51×10^{-2}	0	1.27×10^7	7.09×10^4	6.35×10^{-5}	6.86×10^{-7}
优化后 After optimization	5.26×10^{-3}	0	3.56×10^6	1.16×10^5	1.8×10^{-5}	1.22×10^{-6}

4 结 论

1) 通过在二阶平面铲多目标优化模型中引入了土壤破碎模型及挖掘铲阻力模型,借助虚拟倾角的概念,运用 Mathematica 软件对其进行求解得到了一个一阶铲面倾角为 20.44°,二阶铲面倾角为 43.64°,一阶铲面高度为 0.12 m,虚拟铲面倾角为 30.53°的理论上铲面受力最小、土壤有效剪切力最大的挖掘铲模型。

2) 从理论角度和软件仿真角度对优化前后二阶铲进行了分析对比,发现优化后的挖掘铲较现有二阶铲的铲面长度、受到的挖掘阻力、最大变形量、所受最大应力及应变均减小,达到了优化效果。该模型为高碎土能力挖掘铲的设计提供了理论支持和改进方向。

参 考 文 献:

[1] 杨然兵,李国莹,尚书旗,等.机械化挖掘收获部件发展现状与

展望[J].农机化研究,2008,(9):5-9.

[2] 胡志超,彭宝良,尹文庆,等.多功能根茎类作物联合收获机设计与实验[J].农业机械学报,2008,39(8):58-61.
[3] 罗彤娥,吴建民,孙伟,等.2种马铃薯挖掘铲的对比分析[J].甘肃农业大学学报,2011,46(3):121-125.
[4] Yang Ranbing, Shang Shuqi. Design and test of multifunctional curved-surface shovel in digging harvest[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, (S2):47-52.
[5] 关意昭,张周强,黄范辉,等.木薯收获机二阶曲面铲的有限元静力学分析[J].农机化研究,2012,(10):42-49.
[6] 吉尔 WR,范德伯奇 GE.耕作和牵引土壤动力学[M].耕作和牵引土壤动力学翻译组,译.北京:中国农业机械出版社,1983:102-160.
[7] 邓伟刚,孙宏,王春光.马铃薯挖掘铲工作阻力计算与分析[J].农机化研究,2014,(10):71-74.
[8] 孙靖民,梁迎春.机械优化设计[M].北京:机械工业出版社,2006.
[9] 徐安农.科学计算引论:基于 Mathematica 的数值分析[M].北京:机械工业出版社,2010.
[10] 李宝筏.农业机械学[M].北京:中国农业出版社,2003.

(上接第 246 页)

葡萄开始萌发生长的日期,东西向比土埋提前 37 d,南北向比土埋提前 35 d。土埋萌发生长迟缓。

双层覆膜的葡萄都较土埋高产优质,生长旺盛,东西向还要好于南北向。

参 考 文 献:

[1] 李银芳,潘伯荣,阿迪力·吾彼尔.天山北坡降雪对葡萄越冬不同覆膜效果的影响[J].干旱区资源与环境,2015,(5):132-137.
[2] 刘永朝.篱式果园最佳行向探讨[J].山东农业大学学报,2008,39(3):393-397.
[3] 刘权,马宝焜,曲泽洲.果树试验设计与统计[M].北京:中国林业出版社,1992:81.
[4] 贺普超.葡萄学[M].北京:中国农业出版社,2001.
[5] 郭锐.西北戈壁条件下葡萄越冬保护技术研究初报[J].甘肃

农业科技,2008,(12):11-13.

[6] 李银芳.利用简易设施防止果树冻害的栽培模式[J].北方园艺,2010,(1):92-94.
[7] Skene KGM, Kerridge GH. Effect of root temperature on cytokinin activity in root exudate of vltis vinifera L[J]. Plant Physiol, 1967,42(1):131-139.
[8] 李银芳.寒冷地区双层覆盖式果树越冬技术[J].北方园艺,2008,(12):17-20.
[9] 孙伟龙,刘震.覆膜对高寒山地酿造葡萄生长发育及产量质量的影响[J].河北林业科技,2012,(2):8-9.
[10] 张学文,张家宝.新疆气象手册[M].北京:气象出版社,2006:181-213.
[11] 张振文,陈武.终霜冻对新疆北疆地区酿酒葡萄冻害和产量的影响[J].西北农业学报,2011,20(9):123-128.
[12] 上海师范大学数学系概率统计教研组.回归分析及试验设计[M].上海:上海教育出版社,1978.