



‘裙膜’覆盖对黄河三角洲盐碱地土温及春季葡萄生长的影响

王辉¹, 赵烁¹, 杨兴旺¹, 金梦玲¹, 杜远鹏¹, 管雪强², 翟衡¹

(¹山东农业大学园艺科学与工程学院/作物生物学国家重点实验室, 山东泰安 271018; ²山东省农业科学院农产品研究所, 济南 250100)

摘要:【目的】研究盐碱地葡萄发芽滞后的土壤原因及调控技术, 提高葡萄在盐碱地土壤上春季生长发育的质量。【方法】以广北二分场盐碱地栽培的三年生欧美杂交种鲜食‘夏黑’葡萄为试材, 行距 3.0 m, 株距 1.5 m, 篱架, 单干单臂树形, 干高 80 cm。于 2018 年 3 月葡萄出土上架, 灌溉催芽水后搭建‘裙膜’, 即在干高 50 cm 处沿立柱上拉一道丝, 以其为顶点将宽幅为 80 cm 的白色塑料薄膜从两侧交叠用绑丝固定, 两侧以约 45°夹角分别向行间地面拉开, 并用土压边, 形成密封的小三角即‘裙膜’, 每个处理铺设两行。以平栽不覆盖‘裙膜’为对照, 研究‘裙膜’对地温及葡萄生长的影响。【结果】‘裙膜’有效提高地温的同时改善了地上部的生长, 促进了盐碱地葡萄的生长发育进程。其中, 根际 10 cm 土层平均地温约比平栽对照显著提高 5℃, 升温早且持续时间长, 缩小了地温与气温的差距; 葡萄发芽物候期比对照提前 10—15 d, 外在表现为葡萄发芽早且发芽整齐; 显著提高了葡萄的新梢生长质量, 新梢生长量(长度)、第三节位节间长度及粗度分别比平栽对照显著提高 34.9%、23.8%、20%, 叶面积、叶片重则分别显著提高 39.9%、56.6%, 叶片厚度有所增加但与对照没有显著性差异。‘裙膜’覆盖显著提高了葡萄的叶片功能, 叶片叶绿素含量、净光合速率(P_n)、最大光化学效率(F_v/F_m)分别比对照显著提高 27.6%、30%、6.8%, 光化学淬灭系数(qP)比对照显著提高 21.9%, 表明在提高地温环境中, PSII 反应中心开放程度大, 用于光化学途径的能量增加, 光合作用得到提高。为探讨盐碱地土壤升温滞后的原因, 在泰安同一气候条件下利用盆栽试验发现, 盐碱土的土温对气温的响应明显滞后于棕壤土, 延迟 3 h 左右。两种土壤的含盐量及由其导致的土壤电导率、土壤容重及土壤孔隙度差异最大。田间测定结果表明, 盐碱土比棕壤土的通气性差, 滨海盐土 0—20 cm 土层的土壤容重高达 1.45 g·cm⁻³, 属于很紧实状态, 比棕壤土的容重高 11.7%, 土壤孔隙度降低 13.5%, 土壤氧化还原电位(Eh)及土壤氧气扩散速率(ODR)也分别显著比棕壤土低 49.9%和 13.8%。【结论】‘裙膜’覆盖显著提高盐碱地地温, 缩小了气温和地温的差异, 有效改善了葡萄发芽进程, 提早了葡萄发芽物候期, 改善了新梢生长质量, 促进了春季葡萄生长发育。

关键词: 盐碱地; 葡萄; 地温; 滞后; ‘裙膜’; 覆盖

Effects of ‘Tent’ Mulching on Soil Temperature and Grape Growth in The Yellow River Delta Saline-Alkali in Spring

WANG Hui¹, ZHAO Shuo¹, YANG XingWang¹, JIN MengLing¹, DU YuanPeng¹,
GUAN XueQiang², ZHAI Heng¹

(¹College of Horticultural Science and Engineering, Shandong Agricultural University/State Key Laboratory of Crop Biology, Taian 271018, Shandong; ²Institute of Agricultural Products, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100)

Abstract: 【Objective】The objective of this paper was to explore the reasons of the delayed bud burst and to improve the

收稿日期: 2019-02-28; 接受日期: 2019-05-30

基金项目: 山东省重大科技创新工程项目(2018CXG0306)、山东省公益性重点研发计划(2017GNC13112)、现代农业产业技术体系建设专项(CARS-29)、山东省农业重大应用创新项目

联系方式: 王辉, E-mail: 1924412287@qq.com. 通信作者翟衡, E-mail: zhaih@sdau.edu.cn

growth of grapevine in saline land in spring. 【Method】 Three year old ‘Summer Black’ grape was used as test material, which was cultivated in Guangbei #2 field with saline land (1.5 m within rows and 3 m between rows, vertical shoot-positioning system, hedgerows, single stem and arm tree shape). Grapes were unearthed in March 2018, ‘tent’ was built after irrigating for the accelerating germination, namely, pulling a wire at a height of 50 cm, with it as the vertex, white plastic film with a width of 80 cm was superimposed on both sides with binding wire. The two sides were opened to the ground with an angle about 45°, then soil was used to cover the edge, a small hermetically sealed triangle known as the ‘tent’ mulching. Two rows were laid for each treatment, plants without covering the ‘tent’ were used as control, and effects of ‘tent’ mulching on soil temperature and grape growth was studied. 【Result】 ‘Tent’ mulching in the Yellow River delta saline land promoted the growth and development of grape and effectively increased the ground temperature in saline land. The average ground temperature of the 10 cm soil layer in the rhizosphere under ‘tent’ mulching was significantly increased by about 5°C, compared with the control. The ground temperature under ‘tent’ mulching increased earlier and retained longer time than that under the control treatment, which decreased the gap between ground temperature and air temperature. The phenological period of grapes bud burst under ‘tent’ mulching were 10-15 days earlier than that under the control, and the bud burst time was earlier and consistent. ‘Tent’ mulching significantly improved the growth quality of grape shoots, growth of new shoots (length), internode length and width of the third node, which were increased by 34.9%, 23.8% and 20%, respectively, compared with the control. Leaves area and weight under ‘Tent’ mulching were increased by 39.9% and 56.6%, respectively, while leaves thickness under ‘Tent’ mulching was increased but there was no significant difference, compared with the control. ‘Tent’ mulching significantly improved the leaves function of grape, leaves chlorophyll content, net photosynthetic rate (P_n) and maximum photochemical efficiency (F_v/F_m), which were increased by 27.6%, 30% and 6.8%, significantly, compared with the control. The photochemical quenching coefficient (qP) was also significantly increased by 21.9%, which indicated that the open degree of PSII reaction center in geothermal environment was large, the energy used in the photochemical pathway was increased, and photosynthesis was increased. In order to explore the causes of delayed temperature rise in saline land, the pot experiments were conducted under the same climatic conditions in Tai'an. The results showed as follows: the response of saline soil ground temperature to air temperature was significantly delayed about 3 h than that of brown soil. The largest differences about the two soil were salt content, soil conductivity, bulk density and porosity. Field measurements showed that saline soil was less aerated than brown soil. The bulk density of the 0-20 cm soil layer in saline soil was as high as 1.45 g·cm⁻³, which belong to a compaction condition. The bulk density was 11.7% higher than that of brown soil, soil porosity was 13.5% lower than that of brown soil, soil reoxidation reduction potential (Eh) and oxygen diffusion rate (ODR) were 49.9% and 13.8% lower than that of brown soil, respectively. 【Conclusion】 The ‘tent’ significantly increased the ground temperature of saline-alkali land, reduced the time-space difference of air and ground temperature, effectively improved the bud burst process of grape, advance the phenological period of bud burst, improved the growth quality of new shoots, and promoted the growth and development of grapevine in spring.

Key words: saline-alkali land; grapes; ground temperature; delayed; ‘tent’; mulching

0 引言

【研究意义】盐碱地在世界上分布广泛, 土壤盐碱化是干旱和半干旱地区以及滨海地区影响作物产量和品质的不利因素^[1-3]。我国盐碱土几乎遍布全国各地, 其中, 滨海盐碱土约为 800 万 hm², 主要分布在山东、河北、辽宁等北方沿海地区, 江苏北部的海滨冲积平原及浙江、福建、广东等沿海部分区域^[4]。随着国家把黄河三角洲开发上升为国家战略, 滨海盐碱地改良与高效经济作物的适应性栽培利用又重新提上研究日程。黄河三角洲是我国北方最大的滨海盐碱地, 大部分区域地势低平, 地下水位高, 河叉密集, 雨季经常造成海水倒灌, 且地表排泄不畅容易积水造成农作物涝害; 而春季干旱多风, 蒸发强烈, 导致地表返

盐, 使农作物遭受盐害^[5]。众所周知, 盐碱地对作物的为害包括生理干旱、离子毒害、氧化伤害等多个层面^[6], 而在黄河三角洲, 春季是这几个制约因素叠加强化危害的关键季节。黄河三角洲属于暖温带半湿润季风性大陆性气候, 春季干旱少雨, 气温上升速度快, 生产上观察到包括葡萄在内的作物发芽生长的物候期却明显低于同纬度类似气温的其他地区如泰安, 甚至迟于烟台地区, 而胶东半岛的物候期往往比内陆晚两周, 那么是否是盐碱土的土壤理化性状导致了葡萄发芽延迟? 是温度制约了根系的活动还是芽发育本身的原因? 【前人研究进展】温度是影响葡萄萌芽的重要环境因子, 包括气温和地温^[7], 笔者课题组前期研究发现^[8], 土壤有效积温和空气有效积温与萌芽进程呈线性正相关, 且葡萄在萌芽期间对土壤有效积温的需

求更高;而盐碱土中的钠离子破坏土壤团粒结构导致土壤板结,通透不良^[9];张倩等^[10]用地布覆盖甜柚园的结果表明,覆盖地布后 10—40 cm 土层的地温能够提升 1.0—1.5℃。【本研究切入点】为了探索盐渍土葡萄发芽滞后的原因,本研究从土壤环境和气候环境入手,对比研究土壤性状的差异及其对气温变化的响应特征,通过给葡萄基部搭盖升温更迅速的塑料‘裙膜’,研究其对地温、发芽物候期及植株生长的影响。【拟解决的关键问题】探讨盐碱地葡萄发芽滞后的土壤原因及调控技术,提高葡萄在盐碱地土壤上春季生长发育的质量,为盐渍化土壤葡萄栽培管理核心技术提供新思路。

1 材料与方法

试验于 2018 年 3—11 月分别在东营广北二分场及山东农业大学(泰安)葡萄试验基地进行。

1.1 广北二分场葡萄基地概况

广北二分场是原国有农场,现为山东省农科院科技示范园区,位于东营市南端,地理坐标为东经 118°33′—118°45′,北纬 37°13′—37°19′,地处黄河三

角洲腹地,年平均降雨量 537 mm,多集中在 7—8 月,雨季地下水位最高 50 cm。属于典型滨海盐碱土,成土母质为冲积性黄土,成土年龄较晚。由于独特的地理位置,受地下高矿化度潜水影响,其土壤盐渍化程度高。葡萄园建于 2016 年。

1.2 试验设计

1.2.1 裙膜覆盖试验 以广北二分场三年生欧美杂交种鲜食‘夏黑’(‘Summer Black’, *Kyoho* × *Centennial Seedless*) 葡萄为试材,行距 3.0 m,株距 1.5 m,篱架,单干单臂树形,干高 80 cm。于 2018 年 3 月葡萄出土上架,灌溉催芽水后搭建‘裙膜’:首先在干高 50 cm 处沿立柱上拉一道丝,以其为顶点将宽幅为 80 cm 的白色薄膜从两侧交叠用绑丝固定,两侧以约 45° 夹角分别向行间地面拉开,并用土压边,形成密封的小三角即‘裙膜’,每个处理铺设两行。以不覆盖‘裙膜’为对照,每个处理安装 2 个温度监测仪,将温度探头传感器埋于地下 10 cm 处,同时在第 4 道拉丝处安装温度探头监测大气温度,于 5 月中旬同时去除‘裙膜’及温度监测仪。

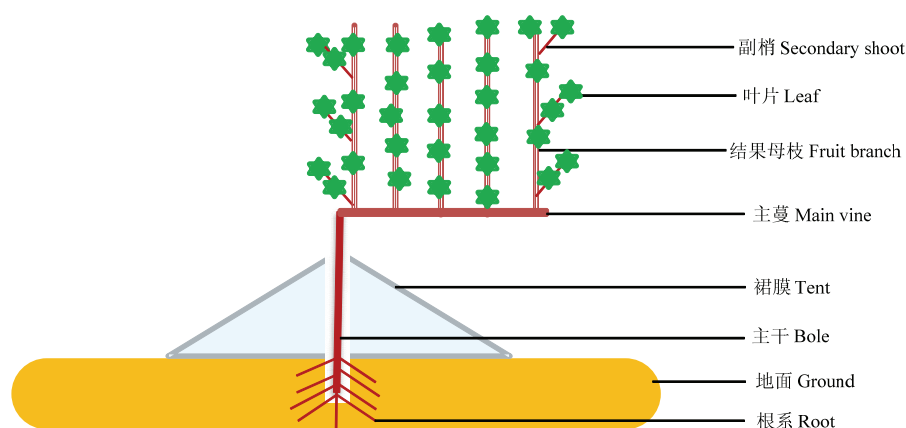


图 1 ‘裙膜’覆盖示意图

Fig. 1 Diagram of ‘tent’ covering

1.2.2 不同土壤类型对气温的响应 为验证盐碱土与非盐碱土对春季气温的响应差异,于 2018 年 3 月从广北二分场葡萄基地(表层土壤容重 1.45 g·cm⁻³,有机质含量 4.53 g·kg⁻¹,孔隙度 45%)取土拉回泰安,以葡萄园非盐碱性棕壤土(表层土壤容重 1.25 g·cm⁻³,有机质含量 9.34 g·kg⁻¹,孔隙度 52.8%)为对照,将 2 种土壤分别装满直径为 25 cm,高为 35 cm 花盆,埋于深 35 cm,宽 30 cm,长 180 cm 条沟中,用自来水

饱和灌溉,待土壤自然沉实后,分别将 2 个温度探头传感器安装至花盆内 10 cm 处。每个处理各重复 6 盆,以葡萄园小型气象监测系统提供气温数据。同时在相同时段分别在 2 个葡萄园田间取样进行土壤理化性状及氧气扩散量等指标的测定。

1.3 测定方法

1.3.1 地温的测定 在发芽期(3 月 13 日至 5 月 5 日)用 L92-1 型温度黑匣子测定,将温度探头埋于地

下 10 cm 处, 设置时间为每小时测定一次温度。

1.3.2 土壤理化性状的测定 常规方法测定 0—20、20—40 cm 土层的理化性状, 其中, 土壤 pH 采用 1 : 5 水土比浸提电位法, 用 pH 数显式酸度计 (Mettler Toledo 公司, 瑞士) 测定; 土壤电导率 EC 值按水土比 1 : 5 混合, 用 FE30 梅特勒电导率仪 (Mettler Toledo 公司, 瑞士) 测定; 土壤可溶性盐含量按水土比 1 : 5 混合, 用 PNT3000 土壤盐碱度检测仪 (TEPS 公司, 德国) 测定; 利用质量差法计算土壤中全盐含量; 土壤容重用环刀法测定, 比重用比重瓶法测定; 用 ODR 土壤氧气扩散速率仪 (赛弗公司, 中国) 测定土壤氧气扩散速率及氧化还原电位。

1.3.3 葡萄生物指标的测定 采取田间调查方法统计葡萄发芽物候期; 在 6 月中旬每个处理选取 30 片叶片用 Digital 数显式游标卡尺测定叶片厚度; 用 JA2003N 型电子天平测定叶片重; 用 CI-202 便携式叶面积仪测定葡萄叶面积; 参照赵世杰等^[11]方法测定叶绿素的含量。10 月中旬用米尺从植株新梢基部到生长点测定新梢生长量, 用直尺测定新梢第三节的节间长度, 用 Digital 数显式游标卡尺测定茎粗。

1.3.4 光合参数与叶绿素荧光参数的测定 用 CIRAS-3 便携式光合仪测定葡萄叶片光合指标; 用 Handy PEA、Fluorescence Monitoring System 便携式叶绿素荧光仪测定葡萄叶片叶绿素荧光指标。

1.4 数据处理

试验数据取 3 次生物学重复的平均值 (数据以平均值±标准误表示), 分别用 Microsoft Excel 和 SigmaPlot 处理数据和作图, 用 DPS 软件对数据进行单因素方差分析。

2 结果

2.1 滨海盐碱土与非盐碱棕壤土特性比较

2.1.1 两种土壤响应气温变化的差别 在泰安同一地点利用盆栽条件测定盐碱土 (Sal) 与棕壤土 (Brun) 对气温变化的响应, 如图 2-A 所示, 随着气温的逐渐升高, 土壤日均温都显著性回升, 而盐碱土响应升温的速度更慢, 土温更低。在 4 月 20—21 日气温升温时段 (图 2-B), 盐碱土比棕壤土响应气温上升的时间延迟 3 h 左右, 气温达到最高温时, 盐碱土比棕壤土地温低 6.5℃; 在 21—22 日降温时段 (图 2-C), 盐碱土

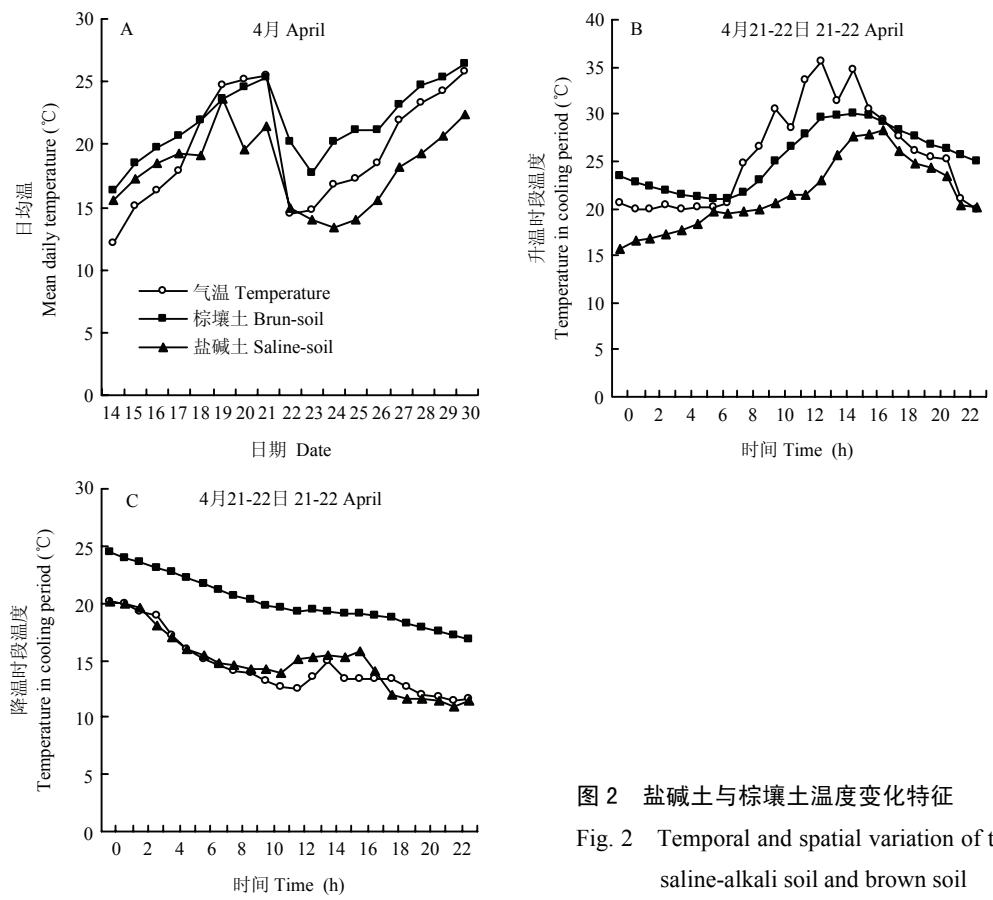


图 2 盐碱土与棕壤土温度变化特征

Fig. 2 Temporal and spatial variation of temperature in saline-alkali soil and brown soil

响应气温下降的时间基本与气温下降时段相同，盐碱土响应气温下降时段要早很多，盐碱土与棕壤土分别比气温高 2.6℃和 6.8℃，土温下降速度明显滞后于气温，盐碱土的下降速度更快于棕壤土，22 日比棕壤土低 21.8%。

2.1.2 盐碱土与棕壤土理化性状的比较 土壤含盐量及电导率是反映土壤盐碱化状况的指标^[12]。取样测定表明，盐碱土与棕壤土可溶性盐含量、全盐量及电导率指标在各个土层都有显著性差异（表 1），在 0—20 cm 土层中，盐碱土比棕壤土分别显著提高了 31.7、23.2、24.3 倍；在 20—40 cm 土层中也分别显著性提高 57.4、26.5、36.5 倍。盐碱土 pH 在 0—20 及 20—40 cm 土层中，分别比棕壤土提高 28%、11%。而土壤有机质是土壤固相部分的重要组成成分，在土壤形

成、土壤肥力及农业可持续发展等方面都有着极其重要的作用^[13]，通过测定发现，盐碱土的土壤有机质含量与棕壤土相比在各个土层分别低 51.5%、78.3%，存在极显著差异。

田间测定表明（表 2），滨海盐土 0—20 cm 土层的土壤容重高达 1.45 g·cm⁻³，属于很紧实状态，比棕壤土的容重高 11.7%，土壤孔隙度低 13.5%。但在 20—40 cm 土层中，盐碱土和棕壤土的两个指标都没有显著性差异。盐碱土在 0—20 cm 土层的土壤氧化还原电位 Eh 值显著低于棕壤土 49.9%，但在 20—40 cm 土层没有显著性差异。在上、下两个土层中，盐土的土壤氧气扩散速率 ODR 值比棕壤土分别显著降低了 13.8%和 51.6%，以上指标都说明盐碱土比棕壤土的通气性差。

表 1 滨海盐碱土与棕壤土理化性状的比较

Table 1 Comparison of soil physical characters between Saline-soil and Brun-soil

土壤 Soil	土层深度 Soil depth (cm)	土壤 pH Soil pH	土壤有机质含量 SOM (g·kg ⁻¹)	土壤可溶性盐含量 Soil soluble salt (mg·L ⁻¹)	土壤全盐量 Soil salinity (mg·kg ⁻¹)	土壤电导率 EC (ms·cm ⁻¹)
盐碱土 Saline-soil	0-20	7.60±0.03a	4.53±0.674c	5071.67±31.8a	0.0727±0.004a	11.13±0.18a
	20-40	7.40±0.01a	3.84±0.824c	8761.67±146.5a	0.11±0.005a	16.14±0.24a
棕壤土 Brun-soil	0-20	7.32±0.06b	9.34±0.142b	155±10.0b	0.003±0.002b	0.44±0.03b
	20-40	7.29±0.05b	17.68±0.1a	150±5.0b	0.004±0.001b	0.43±0.02 b

不同字母表示 $P<0.05$ 的显著差异。下同 Different letters indicate a significant difference ($P<0.05$). The same as below

表 2 滨海盐碱土与棕壤土通气性比较

Table 2 Comparison of air-permeability between Saline-soil and Brun-soil

土壤 Soil	土层深度 Soil depth (cm)	土壤容重 ρb (g·cm ⁻³)	土壤孔隙度 Soil porosity (%)	土壤含水量 VWC (%)	氧化还原电位 Eh (mv)	氧气扩散速率 ODR (3.5mg·m ⁻² ·s ⁻¹)
盐碱土 Saline-soil	0-20	1.45±0.07a	45±0.3b	16±0.5b	148±15.4c	60.2±5.5a
	20-40	1.30±0.05b	51±0.2a	11±0.6c	177.6±8.7b	25.4±4.4c
棕壤土 Brun-soil	0-20	1.28±0.04b	52±0.2a	23±0.2a	221.9±6.7a	68.5±2.3a
	20-40	1.29±0.05b	51±0.2a	25±0.3a	177±6.2b	38.5±6.3b

2.2 ‘裙膜’覆盖对盐碱地葡萄春季生长的影响

2.2.1 ‘裙膜’覆盖对地温的调控作用 从图 3 可以看出，无论白天均温(图 3-A)还是夜间均温(图 3-B)，与对照相比，‘裙膜’覆盖可以显著提高盐碱地表层土（10 cm）的地温，特别是在降温时段，如 3 月 16 日，当气温降至最低温时，‘裙膜’覆盖与平栽对照（CK）土温分别比气温高 12.5℃和 7.8℃，即‘裙膜’比对照提高 4.7℃（图 3-C）；而在升温时段，当气温达到最高温时，‘裙膜’与对照土温分别比气温低 8.3℃和 11.8℃，也即‘裙膜’比对照高出 3.5℃（图 3-D），说

明‘裙膜’覆盖显著提高了盐碱地的地温，缩小了地温与气温的差距。

2.2.2 ‘裙膜’覆盖对葡萄发芽进程的影响 通过‘裙膜’覆盖有效改善了葡萄发芽进程，表现为葡萄发芽早且发芽整齐（表 3），对每个处理 10 株树的发芽状态进行统计发现，‘裙膜’覆盖的葡萄发芽比对照提前 10—15 d，在处理到第 30 天时（4 月 17 日）统计发现，‘裙膜’覆盖处理的 60%已处于发芽期（绒球 38%+露绿 22%），有 30%处于展叶期，只有 10%处于鼓包期，而对照 61%还处于鼓包和绒球期阶段，只有少量

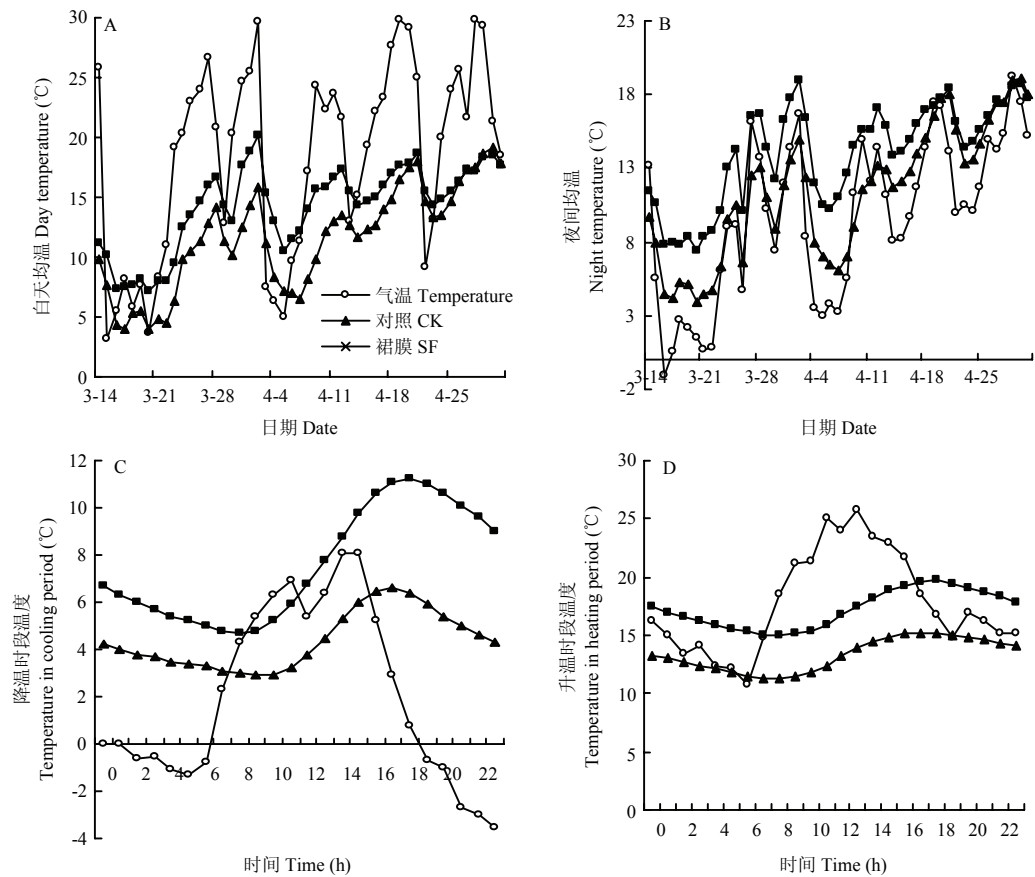


图 3 ‘裙膜’覆盖对地温的影响
Fig. 3 Effects of using ‘tent’ on ground temperature

表 3 ‘裙膜’覆盖对发芽物候期的影响

Table 3 Effects of using ‘tent’ on phenological phase of germination

时间 Time	处理 Treatment	鼓包期 Bulging stage	绒球期 Pompon stage	露绿期 Exposure period	展叶期 Leaf expansion stage	2 片成叶 Two leaf	4 片成叶 Four leaf
4 月 17 日	CK	30%	31%	30%	9%	0	0
	裙膜 Tent	10%	38%	22%	20%	10%	0
5 月 4 日	CK	0	12%	0	38%	21%	29%
	裙膜 Tent	0	0	0	10%	21%	69%

开始展叶。至 5 月 4 日再次统计发现, ‘裙膜’ 覆盖能够使葡萄发芽率达到 100%, 其中有 69% 已经成叶 4 片, 而对照 38% 集中在展叶期, 只有 29% 有成叶 4 片, 还有 12% 处于绒球期。

2.2.3 ‘裙膜’ 覆盖对新梢生物量积累的影响 ‘裙膜’ 覆盖可以显著改善葡萄的新梢生长质量 (表 4), 与平栽对照相比, 新梢生长量 (长度)、第三节位节间长度及粗度分别显著提高了 34.9%、23.8%、20%, 叶面积、

叶片重则显著提高了 39.9%、56.6%, 叶片厚度有所增加, 但与对照相比没有显著性差异。说明 ‘裙膜’ 覆盖在改善地温的同时, 有效改善了地上部的生长, 显著促进了盐碱地葡萄的生长发育过程。

2.2.4 ‘裙膜’ 覆盖对葡萄叶片光合性能的影响 ‘裙膜’ 覆盖显著改善了葡萄叶片的功能, 叶绿素含量比对照显著提高了 27.6% (表 5), 净光合速率 (P_n) 比对照提高 30%; PSII 最大光化学效率 (F_v/F_m)、实际

表 4 ‘裙膜’覆盖对对新梢生物量积累的影响

Table 4 Effect of using ‘tent’ on biomass accumulation of new shoot

	新梢长度	节间长	茎粗	叶面积	叶片厚度	叶片质量
	Shoot length (cm)	Internode (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ²)	Leaf thickness (mm)	Leaf quantity (FW) (g)
CK	16.04±1.10b	6.14±0.56b	7.89±0.79b	188.64±21.22b	0.39±0.03a	5.12±0.70b
裙膜 Tent	21.63±1.69a	7.6±0.65a	9.47±0.69a	263.92±40.30a	0.42±0.02a	8.02±0.44a

表 5 ‘裙膜’覆盖对叶片叶绿素含量及光合性能的影响

Table 5 Effects of using ‘tent’ on chlorophyll content and the photosynthetic performance of leaves

	叶绿素含量	P_n	F_v/F_m	F_v'/F_m'	qP
	Chlorophyll content (mg·g ⁻¹)				
CK	1.23±0.04b	10.7±0.8b	0.73±0.01b	0.65±0.02b	0.64±0.06b
裙膜 Tent	1.57±0.04a	13.9±0.4a	0.78±0.01a	0.72±0.02a	0.78±0.02a

光化学效率 (F_v'/F_m') 分别比对照显著提高 6.8%、10.8%; 光化学淬灭系数 (qP) 比对照也显著性提高 21.9%, 表明在提高地温环境中, PSII 反应中心开放程度大, 用于光化学途径的能量增加, 光合作用得到提高。

3 讨论

前人研究发现, 盐碱土中钠盐含量过高对土壤胶体具有很强的分散作用, 使团聚体崩解, 土粒分散, 结构破坏, 导致土壤湿时泥泞、干时板结, 通气透水不良, 不利于植物生长^[9], 而地温升温的快慢, 与土壤的疏松程度有关, 空气相对含量降低, 导致土壤导热率降低, 进而导致地温上升缓慢^[14]。本研究结果发现, 滨海盐碱土 20 cm 以上表层土壤容重大, 土壤孔隙度小, 紧实的土壤形成了一个板结层, 从而可能阻碍了空气的交换, 延迟了土壤的升温进程, 盐碱土较低的土壤氧化还原电位 (Eh) 和土壤氧气扩散速率 (ODR), 也证明了这一点。在各个土层也明显降低, 有可能是导致地温上升缓慢的关键因素。与滨海盐碱土相反的是棕壤土中含有较多有机质, 土壤相对疏松, 表层土壤的孔隙率较大, 较易交换吸收热量, 地温响应气温的时空差异变小, 地温上升加快^[15]。

温度是影响葡萄生长发育最重要的环境因子^[16-17], 包括气温和地温^[7]。萌芽是葡萄周年生长的开始, 萌芽进程同样受到温度的调控^[8], 葡萄冬芽休眠解除后, 随着温度的升高和有效积温积累达到一定要求后, 冬芽才进入萌芽阶段^[7]。黄河三角洲属于暖温带半湿润季风性大陆性气候, 春季干旱少雨, 气温上升速度快, 而盐碱地土温上升速度明显滞后于气温, 处在较低温度环境中根系启动水分和养分吸收的功能受到限制,

尤其是根系水分供给不适应地上部的生长需要, 首先外在表现为伤流迟滞, 然后是发芽缓慢且不整齐^[18-19], 严重的时候甚至导致葡萄枝条抽干^[8]。因此, 春季土温的快速回升能够让葡萄及时结束休眠, 进入伤流、萌芽期, 缩短葡萄的萌芽天数。地温越高, 葡萄新梢生长越快, 叶片数越多, 叶面积越大。设施限根栽培试验发现, 根际温度升高有利于促进新根的发生, 促进营养的吸收和运转发芽期树液中所含糖类物质、含氮化合物的显著增加, 因而发芽整齐健壮, 使新梢营养生长和花穗发育得到改善^[20]。

前人研究已经证明, 采用工程技术进行排盐和洗盐, 降低地下水位, 避免海水倒灌是滨海盐渍化土地改良及利用的基础, 选择耐盐的经济作物, 进行耐盐育种及采用一定的技术措施等成为改良土壤盐渍化的发展方向^[5,21]。从本研究结果看, 土壤盐碱化且紧实是导致地温上升滞后的关键因素, 在改良盐碱地的过程中, 通过施用以有机肥为主的有机物料来促进土壤团粒结构的形成, 改善作物生长的土壤环境, 使地面空气温度和湍流交换系数变大^[22], 提高土壤微生物活动, 增加微生物的数量^[23], 提高土壤酶活性^[24], 进而加快土壤有机氮的矿化和氮肥的水解^[25], 促进作物对氮的吸收^[26], 才能有效提高产量或品质^[27-28]。然而, 改良土壤结构是一个长期且复杂的过程, 需要大量人力、物力的投入, 现阶段针对滨海盐碱地土壤地温上升缓慢的现象, 通过简单的春季搭建塑料‘裙膜’, 使葡萄根区上空形成一个微型温室结构, 增加‘裙膜’内热空气传导空间, 即可以快速提升土壤温度, 同时也能减少土壤水分蒸发, 起到保水作用, 使水分大部分集中在作物根区^[29], 缓解了盐碱地春季干旱且返盐的问题。‘裙膜’覆盖提高了葡萄的发芽整齐度, 促进

了前期的新梢生长和叶片功能,其作用机制有待进一步研究探讨。

4 结论

滨海盐碱土含盐量高,土壤紧实,氧气交换率低,有可能是导致春季地温低、回升缓慢的主要原因。通过‘裙膜’覆盖显著提高了地温,促进了葡萄发芽进程,显著改善了葡萄生长前期的光合性能。

References

- [1] FRANCOIS L E, MAAS E V, DONOVAN T J, YOUNGS V L. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of Semi-Dwarf and Durum Wheat 1. *Agronomy Journal*, 1986, 78(6): 1053-1058.
- [2] KATERJI N, HOORN J W V, FARES C, HAMDY A, MASTRORILLI M, OWEIS T. Salinity effect on grain quality of two durum wheat varieties differing in salt tolerance. *Agricultural Water Management*, 2005, 75(2): 85-91.
- [3] RENGASAMY P. Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 2010, 37(7): 613-620.
- [4] 张翼夫, 李问盈, 胡红, 陈婉芝, 王宪良. 盐碱地改良研究现状及展望. *江苏农业科学*, 2017, 45(18): 7-10.
ZHANG J F, LI W Y, HU H, CHEN W Z, WANG X L. Research status and prospect of saline land improvement. *Jiangsu Agricultural Science*, 2017, 45(18): 7-10. (in Chinese)
- [5] 陆莉, 张建国, 张铁恒. 环渤海低平原盐碱地小麦高产栽培技术. *作物研究*, 2007, 21(3): 176-178.
LU L, ZHANG J G, ZHANG T H. High yield cultivation of wheat in saline-alkali soil in low plain of Bohai rim. *Crop research*, 2007, 21(3): 176-178. (in Chinese)
- [6] 王利民. 滨海盐碱土培肥改良利用技术及植物耐盐性研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
WANG L M. Technologies of improvement and utilization of the coastal solonchak by fertilization and salt-tolerant mechanisms of plants [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2010. (in Chinese)
- [7] ALURQUERQUE N, GARCIA-MONTIEL F, CARRILLO A, BURGOS L. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Environmental and Experimental Botany*, 2008, 64(2): 162-170.
- [8] 孙鲁龙, 许丽丽, 杜远鹏, 翟衡. 有效积温与葡萄萌芽进程的关系. *植物生理学报*, 2016, 52(8): 1263-1270.
SUN L L, XU L L, DU Y P, ZHAI H. The relationship of effective accumulated temperature and bud burst in grapevine. *Plant Physiology Journal*, 2016, 52(8): 1263-1270. (in Chinese)
- [9] 许卉. 盐碱地对植树造林的影响及耐盐树种的选择. *滨州教育学院学报*, 1998, 14(1): 55-56.
XU H. Effects of saline land on afforestation and selection of salt-tolerant species. *Journal of Binzhou Education College*, 1998, 14(1): 55-56. (in Chinese)
- [10] 张倩, 彭龙, 张丽艳, 张洪铭. 覆地布栽培对土壤温、湿度及甜柚幼树生长量的影响. *现代园艺*, 2016, 39(9): 3-5.
ZHANG Q, PENG L, ZHANG L Y, ZHANG H M. Effects of overground cloth cultivation on soil temperature, humidity and growth rate of sweet pomelo saplings. *Modern Horticulture*, 2016, 39(9): 3-5. (in Chinese)
- [11] 赵世杰, 史国安, 董新纯. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社, 2015: 55-57, 142-143.
ZHAO S J, SHI G A, DONG X C. *Experimental Instruct of Plant Physiology*. Beijing: China Agriculture Press, 2015: 55-57, 142-143. (in Chinese)
- [12] 王学君, 董晓霞, 董亮, 田慎重, 刘盛林, 孙泽强, 郑东峰, 郭洪海. 盐碱土壤改良剂对盐碱地理化性状的影响. *山东农业科学*, 2016, 48(7): 103-105.
WANG X J, DONG X X, DONG L, TIAN S Z, LIU S L, SUN Z Q, ZHENG D F, GUO H H. Effects of a new soil amendment on soil physical and chemical characteristics in saline field. *Shandong Agricultural Sciences*, 2016, 48(7): 103-105. (in Chinese)
- [13] 吕贻忠. 土壤学. 北京: 中国农业出版社, 2006.
LÜ Y Z. *Soil Science*. Beijing: China Agriculture Press, 2006. (in Chinese)
- [14] 罗荻, 戴腾祥. 地温场土壤疏松与否对地温的影响. *气象*, 2003, 29(4): F002.
LUO D, DAI T X. Effects of loose soil on ground temperature field. *Meteorology*, 2003, 29(4): F002. (in Chinese)
- [15] 王丽学, 屈美琰. 秸秆残茬覆盖对土壤贮水量、地温及大豆产量的影响研究. *节水灌溉*, 2015, 28(6): 14-17.
WANG L X, QU M Y. Influence of straw stubble mulching on water stored in soil and soil temperature and soybean yield from. *Water-Saving Irrigation*, 2015, 28(6): 14-17. (in Chinese)
- [16] JACKSON D I, LOMBARD P B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1993, 44(4): 409-430.
- [17] JONES G V, DAVIS R E. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2000, 51(3): 126-135.

- 249-261.
- [18] 范增英. 盐碱地棉花如何保全苗促早发. 农业科技通讯, 1989, 18(4): 12-13.
- FAN Z Y. How to preserve seedlings and promote early growth of saline cotton. *Agricultural science and technology communications*, 1989, 18(4): 12-13. (in Chinese)
- [19] 李维顺, 李艳华. 轻盐碱地植棉技术. 河北农业, 2011, 59(4): 23-24.
- LI W S, LI Y H. Cotton planting technology in light saline soil. *Hebei agriculture*, 2011, 59(4): 23-24. (in Chinese)
- [20] 王世平, 费全风, 秦卫国, 张才喜, 郭庆海, 朱丽娜. 根域加温对促成栽培绯红葡萄生长发育的影响. 果树学报, 2003, 20(3): 182-185.
- WANG S P, FEI Q F, QIN W G, ZHANG C X, GUO Q H, ZHU L N. Effects of Root-zone heating on the growth and development of cardinal grapevine under protected cultivation. *Journal of Fruit Science*, 2003, 20(3): 182-185. (in Chinese)
- [21] 牛东玲, 王启基. 盐碱地治理研究进展. 土壤通报, 2002, 33(6): 449-455.
- NIU D L, WANG Q J. Research progress on saline-alkali field control. *Chinese Journal of Soil Science*, 2002, 33(6): 449-455. (in Chinese)
- [22] 方文松, 朱自玺, 刘荣花, 马志红, 师丽魁. 秸秆覆盖农田的小气候特征和增产机理研究. 干旱地区农业研究, 2009, 27(6): 123-128.
- FANG W S, ZHU Z X, LIU R H, MA Z H, SHI L K. Study on microclimate characters and yield-increasing mechanism in straw mulching field. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2009, 27(6): 123-128. (in Chinese)
- [23] 宋秋华, 李凤民, 王俊, 刘洪升, 李世清. 覆膜对春小麦农田微生物数量和土壤养分的影响. 生态学报, 2002, 22(12): 2125-2132.
- SONG Q H, LI F M, WANG J, LIU H S, LI S Q. Effect of various mulching durations with plastic film on soil microbial quantity and plant nutrients of spring wheat field in se-mi-arid Loess Plateau of China. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(12): 2125-2132. (in Chinese)
- [24] 窦超银, 康跃虎, 万书勤, 吕国华. 覆膜滴灌对地下水浅埋区重度盐碱地土壤酶活性的影响. 农业工程学报, 2010, 26(3): 44-51.
- DOU C Y, KANG Y H, WAN S Q, LÜ G H. Effect of mulch-drip irrigation on soil enzyme activities of saline-sodic soil with shallow water table. *Transactions of the CSAE*, 2010, 26(3): 44-51. (in Chinese)
- [25] 谢驾阳, 王朝辉, 李生秀, 田霄鸿. 地表覆盖对西北旱地土壤有机氮累积及矿化的影响. 中国农业科学, 2010, 43(3): 507-513.
- XIE J Y, WANG Z H, LI S X, TIAN X H. Effect of different surface mulching on soil organic nitrogen accumulation and mineralization in dryland of northwestern China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(3): 507-513. (in Chinese)
- [26] 张忠学, 聂堂哲, 王栋. 黑龙江省西部半干旱区玉米膜下滴灌水、氮、磷耦合效应分析. 中国农村水利水电, 2016, 58(2): 1-4.
- ZHANG Z X, NIE T Z, WANG D. The coupling effect of water, N and P with drip irrigation under plastic film on maize in Semi-arid region of western Heilongjiang province. *Journal of China Rural Water Conservancy and Hydropower*, 2016, 58(2): 1-4. (in Chinese)
- [27] 陈庆宽, 马玲, 张凤琴, 朱卫东. 土壤改良盐碱剂在酿酒葡萄上施用效果. 农村科技, 2004, 20(7): 10.
- CHEN Q K, MA L, ZHANG F Q, ZHU W D. Effect of soil improvement saline-alkali agent applied on wine grapes. *Rural Technology*, 2004, 20(7): 10. (in Chinese)
- [28] 王胡军, 李纯, 钟香梅, 王淑杰. 盐碱地改良技术研究进展. 农业工程, 2014, 4(Z1): 44-47.
- WANG H J, LI C, ZHONG X M, WANG S J. Research progress on improvement of saline alkali soil. *Agricultural Engineering*, 2014, 4(Z1): 44-47. (in Chinese)
- [29] JOSHI GANGA, SINGH P K, SRIVASTAVA P C. Effect of mulching, drip irrigation scheduling and fertilizer levels on plant growth, fruit yield and quality of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Indian Journal of Soil Conservation*, 2012, 40(1): 46-51.

(责任编辑 赵伶俐)