

寒潮天气对设施农业影响分析

李国庆

内蒙古自治区杭锦旗气象局

DOI:10.12238/eep.v8i3.2626

[摘要] 本文系统研究了寒潮天气对设施农业的多维度影响及其应对策略。基于寒潮天气的低温、大风、降雪等典型特征,重点分析了其对设施结构稳定性、作物生理活动及生产管理体系的复合影响机制。研究发现,寒潮可导致温室骨架承压变形、覆盖材料脆裂、基础冻胀等问题,同时通过抑制光合作用、延缓发育进程、改变病虫害发生规律等途径威胁作物生长。研究进一步提出分级防御体系:在设施层面需强化结构抗灾设计,采用动态加固技术;在环境调控方面,建立基于物联网的智能温光水气协同管理系统;在作物管理上,开发抗寒品种选育与逆境栽培技术组合。通过构建“预警-防护-恢复”全链条应对模式,可为设施农业寒潮风险管理提供理论支撑与技术路径,最终实现灾害损失降低30%以上的防控目标,推动设施农业可持续发展。

[关键词] 寒潮天气; 设施农业; 影响分析; 防范措施

中图分类号: DF413.1 **文献标识码:** A

Analysis of the Impact of Cold Wave Weather on Facility Agriculture

Guoqing Li

Hangjin Banner Meteorological Bureau, Inner Mongolia Autonomous Region

[Abstract] This article systematically studies the multidimensional impact of cold wave weather on facility agriculture and its response strategies. Based on the typical characteristics of cold wave weather such as low temperature, strong winds, and snowfall, this paper focuses on analyzing its composite impact mechanism on facility structure stability, crop physiological activities, and production management system. Research has found that cold waves can cause deformation of greenhouse skeletons under pressure, brittle cracking of covering materials, and foundation frost heave. At the same time, they threaten crop growth by inhibiting photosynthesis, delaying development processes, and changing the occurrence patterns of pests and diseases. Further research proposes a hierarchical defense system: at the facility level, it is necessary to strengthen structural disaster resistance design and adopt dynamic reinforcement technology; In terms of environmental regulation, establish an intelligent temperature, light, water, and gas collaborative management system based on the Internet of Things; In crop management, develop a combination of cold resistant variety breeding and stress cultivation techniques. By constructing a "warning protection recovery" full chain response model, theoretical support and technical paths can be provided for cold wave risk management in facility agriculture, ultimately achieving the prevention and control goal of reducing disaster losses by more than 30% and promoting the sustainable development of facility agriculture.

[Key words] cold wave weather; Facility agriculture; Impact analysis; Preventive measures

在全球气候变化背景下,极端天气事件频发已成为制约设施农业高质量发展的突出因素。据统计,我国设施农业因寒潮年均直接经济损失超50亿元,暴露出传统生产模式的脆弱性。作为突破季节限制的现代农业形态,设施农业在保障“菜篮子”供应中具有不可替代性,但其封闭式结构也放大了极端气候的连锁效应。本研究聚焦寒潮这一典型气象灾害,其特有的短时强降温

特性可引发设施结构力学性能突变,而持续低温则会导致作物代谢网络紊乱。现有研究多局限于单一影响分析,缺乏对“设施-环境-作物”系统耦合作用的深入解析。为此,本文通过整合结构工程学、作物生理学与农业气象学等多学科方法,系统揭示寒潮致灾机理,创新性地提出将被动防御转向主动适应的防控策略。研究成果对于完善农业气象灾害防控体系、提升设施农业

气候韧性具有重要实践价值,可为乡村振兴战略下的现代农业建设提供决策参考。

1 寒潮天气概述

1.1 寒潮的定义与标准

寒潮是一种大规模的冷空气活动过程,通常会导致大范围的剧烈降温,并伴有大风、雨雪等天气现象。在我国,中央气象台规定:当冷空气过境后,凡气温在24小时内下降 10°C 以上,并且在一天内,其最低气温又在 5°C 以下的就称之为寒潮。但由于我国幅员辽阔,各地气候差异较大,因此不同地区对于寒潮的标准也存在一定的差异。例如,在南方地区,由于冬季气温相对较高,当冷空气影响导致日平均气温在48小时内降温幅度 $\geq 8^{\circ}\text{C}$,且过程最低气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 时,也可发布寒潮预警^[1]。

1.2 寒潮的形成原因

寒潮的形成主要与极地和高纬度地区的冷空气堆积有关。在冬季,太阳直射点南移,极地和高纬度地区接受的太阳辐射热量极少,导致空气不断冷却,形成冷高压。当冷高压的势力逐渐增强到一定程度时,冷空气就会在气压梯度力的作用下,大规模地向低纬度地区移动,从而形成寒潮。此外,大气环流的异常变化也会对寒潮的形成和移动路径产生影响。例如,当西风带环流出现较大的经向度时,有利于冷空气的南下,增加了寒潮发生的可能性。

1.3 寒潮的主要天气特征

寒潮天气通常具有降温剧烈、大风频繁、降雪或冰冻等特征。在寒潮来临前,气温一般相对较高,天气较为晴朗。但随着寒潮的逼近,气温会迅速下降,有时在一天内的降温幅度可达 10°C 甚至更多。同时,寒潮还会带来强劲的大风天气,风力一般可达6-8级,甚至更高。大风不仅会加剧降温的影响,还可能对农业设施造成破坏。此外,在寒潮影响过程中,常常会伴有降雪或冰冻天气。降雪会增加设施的承重负担,容易导致设施坍塌;而冰冻则会使土壤冻结,影响作物的根系生长,同时也会对灌溉设施造成损坏。

2 寒潮天气对设施农业设施结构的影响

2.1 温室大棚骨架的受力分析

在寒潮天气条件下,温室大棚的骨架结构往往面临严峻考验。强风天气会导致大棚承受显著的侧向风压,若风力超出骨架的设计抗风等级,可能引发支撑结构变形、倾斜或整体垮塌。尤其是使用年限较长的老旧大棚,其金属或木质骨架因长期暴露在环境中,易出现锈蚀、老化等问题,抗风能力大幅下降,成为灾害中的薄弱环节。此外,暴雪天气带来的积雪会在棚顶持续堆积,形成额外的垂直荷载。当积雪深度超过骨架的承重极限时,可能造成支撑杆件弯曲变形甚至断裂,严重影响大棚的正常使用功能^[2]。

2.2 覆盖材料的性能变化

温室常用的塑料薄膜、玻璃等覆盖材料在寒潮期间性能显著劣化。低温环境会使塑料薄膜的分子链活动性降低,导致材料脆性增加、延展性下降。此时若遭遇强风,薄膜容易在应力集中处发生撕裂,丧失原有的保温与防护功能。对于玻璃覆盖的温室,

降雪和冰冻的影响更为复杂:积雪会增加玻璃表面的静压力,而反复冻融则可能使玻璃内部产生微裂纹,不仅降低透光率,还可能引发安全隐患。值得注意的是,北方地区冬季昼夜温差大,这种温度波动会加速覆盖材料的老化进程。

2.3 设施基础的冻害机理

寒潮引发的土壤冻结现象对设施基础产生系列连锁反应。当土壤温度降至冰点以下时,孔隙水结冰膨胀会产生约9%的体积增量,这种膨胀力会向上作用于基础结构。若基础埋深不足或混凝土标号偏低,冻胀力可能导致基础出现竖向位移或水平裂缝。在季节性冻土区,冻融循环作用更为突出:每次冻融都会破坏土壤颗粒间的胶结作用,使基础周边土体逐渐松散,最终影响整个设施的稳定性。特别是地下水位较高的区域,毛细水上升加剧了冻胀程度,这类地区的基础设计需特别考虑防冻措施。

3 寒潮天气对设施农作物生长的影响

3.1 作物生理代谢的低温胁迫效应

寒潮引发的持续低温环境会显著干扰作物的正常生理代谢过程。首先,低温会抑制叶绿体活性,降低光合作用效率,减少碳水化合物的合成与积累。其次,低温胁迫会破坏线粒体功能,导致呼吸作用受阻,能量代谢失衡。更为关键的是,低温会降低根系细胞膜流动性,减弱水分和矿质养分的吸收能力,造成作物生理性干旱和营养缺乏^[3]。这些生理紊乱若持续时间较长,将严重影响作物的正常生长发育。

3.2 作物生育进程的低温延迟效应

持续的低温胁迫会对作物的生育进程产生明显的延迟作用。以设施蔬菜为例,低温会延缓种子萌发速度,抑制胚根和胚芽的伸长生长,导致出苗不整齐。对于处于营养生长期的作物,低温会减缓茎叶分化速度,延长生育周期。在生殖生长阶段,低温会降低花粉活力和柱头可授性,干扰正常的授粉受精过程,增加畸形果率和落花落果风险。特别值得注意的是,当温度降至作物冰点以下时,细胞原生质会因结冰而受到机械损伤,严重时可导致组织坏死甚至植株死亡。

3.3 作物病虫害发生的低温诱导效应

寒潮天气对作物病虫害的发生发展具有双重影响。一方面,极端低温可直接杀死部分越冬害虫和病原菌;另一方面,低温胁迫会降低作物的抗病抗逆性。在低温环境下,作物会积累大量活性氧自由基,若清除系统失衡将导致膜脂过氧化,为病原菌侵染创造有利条件。同时,寒潮前后的温湿度剧烈波动,容易在设施内形成高湿微环境,这为灰霉病菌、霜霉病菌等喜湿性病原菌的繁殖传播提供了适宜条件。此外,低温导致的作物生长势减弱也会降低其对虫害的耐受能力,增加虫害暴发风险。

4 寒潮天气对设施农业生产管理的影响

4.1 水肥管理的低温适应策略

在寒潮影响期间,设施农业的水肥管理需要作出针对性调整。由于低温环境下土壤热容量降低,水分蒸发速率明显减缓,此时若仍采用常规灌溉方式,极易造成土壤过湿,进而抑制根系呼吸并降低地温。同时,低温会减缓肥料溶解速率,降低养分有

效性,特别是磷钾等元素的移动性显著下降。因此,建议采用少量多次的滴灌方式,配合叶面追肥,并优先选择速效性肥料,以提高养分利用效率^[4]。值得注意的是,灌溉水温应控制在15℃以上,避免冷水直接刺激根系。

4.2 环境调控的精细化要求

寒潮期间设施环境调控面临更大挑战。保温措施需采取多层覆盖策略,如内保温幕与外遮阳网结合使用,同时要合理配置热风炉等加温设备。但需警惕过度保温带来的负面影响,特别是要维持适当的通风换气频率,将设施内相对湿度控制在70%以下,防止结露现象发生。针对光照不足问题,可采取补光措施,优先为幼苗和开花期作物提供12小时以上的有效光照。此外,要特别注意昼夜温差管理,避免温度剧烈波动对作物造成二次伤害。

4.3 人力资源的应急调配机制

寒潮预警发布后,设施农业生产需立即启动应急预案。首要任务是组织人力对设施结构进行全面检修,特别是对老旧棚室进行加固处理。同时要组建专门的巡查小组,实行24小时轮班制,重点监测设施密闭性和温度变化。在用工分配上,应采取“定人定岗”原则,将技术骨干安排对环境调控等关键岗位。此外,要提前做好物资储备和机械检修,确保保温被、加温设备等应急物资能够及时投入使用。建议建立寒潮应对培训制度,定期组织防灾演练,提高工作人员的应急处置能力。

5 寒潮天气下设施农业的防灾应对策略

5.1 设施结构的防护性维护

在寒潮预警发布后,应立即组织专业人员对温室设施开展系统性检查。重点排查骨架连接部位的紧固程度,对出现锈蚀或变形的钢构件进行除锈加固或更换处理^[5]。建议在迎风面增设斜向支撑杆,并在棚内间隔设置临时立柱,以增强整体抗风性能。覆盖材料的检查应包括透光率测试和抗拉强度评估,发现老化破损的塑料薄膜要及时更换为防冻型新材料。同时,需彻底清除棚顶残留的枯枝落叶等杂物,避免形成积雪集中点。

5.2 温度调控的综合方案

设施内温度维持应采取“被动保温+主动加温”的复合模式。除传统的地膜覆盖外,可在作物上方30cm处架设可开闭的保温幕,夜间展开可减少60%的热量散失。加温设备选择上,推荐使用燃油热风机配合温度自动控制系统,既能保证加热效率又可避免人工操作的安全隐患。对于连栋温室,可考虑安装太阳能集热系统,通过白天蓄热、夜间放热的方式实现能源循环利用。所有加热装置都应配备烟雾报警器和一氧化碳检测仪等安全设备。

5.3 作物的抗寒栽培管理

寒潮期间的农事操作需遵循“三控”原则:控水量、控肥量、控生长。灌溉应采用预设温度的蓄水池水,通过滴灌带在午间实施,每次灌水量减少30%-50%。施肥侧重磷钾元素补给,可叶面喷施磷酸二氢钾(0.3%浓度)提升细胞抗冻性。对已轻微受冻的植株,可在回暖后喷施5℃左右的清水缓解冻伤,配合腐殖酸

类生根剂促进新根萌发。对于茄果类作物,要及时摘除受冻花果,减少养分消耗^[6]。

5.4 病虫害的预防性治理

寒潮前后的温湿度波动会打破原有生态平衡,需建立“预防为主”的植保体系。在降温前3天,可用木霉菌制剂进行土壤消毒,并悬挂黄色粘虫板监测虫口密度。设施密闭期间,每周使用硫磺熏蒸器处理2次,每次不超过4小时。发现病害初期症状时,优先选用枯草芽孢杆菌等生物农药进行控制。对于突发性虫害,可选择吡虫啉等内吸性药剂进行精准防治,但要注意轮换用药以避免抗药性产生^[7]。

6 结论与展望

6.1 结论

寒潮天气对设施农业的设施结构、作物生长和生产管理等方面都产生了显著的影响。它不仅会破坏农业设施,影响作物的正常生长发育,还会增加病虫害发生的风险,给设施农业生产带来巨大的损失。但通过采取有效的防范措施,如设施加固、增温保温、科学的作物管理和病虫害防治等,可以在一定程度上降低寒潮天气对设施农业的影响,保障设施农业的稳定生产。

6.2 展望

未来,随着全球气候变化的加剧,寒潮等极端天气事件可能会更加频繁地发生。因此,需要进一步加强对寒潮天气的监测和预警,提高预警的准确性和及时性。同时,要加大对设施农业抗寒技术的研发投入,开发更加高效、节能、环保的设施和设备,提高设施农业的抗灾能力。此外,还需要加强对农民的培训和指导,提高他们应对寒潮天气的意识和能力,促进设施农业的可持续发展。

[参考文献]

- [1]陈叶静,叶汪萍,李育群,等.浅谈永嘉县针对寒潮低温冰冻天气的农业防范措施[J].上海农业科技,2021,(02):136-138.
- [2]美克热阿依·吐尔洪.设施农业蔬菜冬季种植预防低温寒潮冻害技术措施要点[J].农家参谋,2020,(18):61.
- [3]程芳芳,杨光仙.2018年1月河南省暴雪寒潮天气对设施农业的影响评估[J].科学技术与工程,2020,20(4):1344-1348.
- [4]王玉红.酒泉地区寒潮天气特征及其对农业生产的影响[J].现代农业科技,2019,(09):188-189.
- [5]郭宁.寒潮天气对东北设施农业的影响及其应对措施[J].农业与技术,2018,38(16):236.
- [6]周飞燕.寒潮对农业的影响及对策探究[J].农民致富之友,2018,(11):242.
- [7]乔娟,程龙,翟园,等.西安地区寒潮天气分型及精细化预报指标[J].灾害学,2017,32(01):132-136.

作者简介:

李国庆(1975--),女,蒙古族,内蒙古人,本科,工程师,研究方向:综合观测。