专栏：日光温室作业人群健康
Special column: Solar greenhouse workers' health

关注日光温室作业危害 保障新型职业人群健康

朱晓俊[1]，李涛[2]

1. 国家卫生健康委职业安全卫生研究中心，北京 102308
2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所，北京 100050

摘要：

随着现代农业和设施园艺的发展，日光温室种植技术在我国已得到了广泛应用，日光温室作业人员正逐步成为新型职业人群。由于日光温室中存在化学、生物、物理、人类工效学等单因素暴露及多因素复杂暴露，因此可能对多个系统和器官产生不良健康影响。“日光温室作业人群健康”专栏着重关注日光温室作业对肌肉骨骼系统、眼健康的影响及其与代谢性疾病相关血生化指标的关系。

关键词：日光温室作业；肌肉骨骼系统；视力；代谢性疾病

Paying attention to hazards of solar greenhouse working and protecting the health of a new occupational group

ZHU Xiaojun[1], LI Tao[2] (1. National Center for Occupational Safety and Health, National Health Commission of the People's Republic of China, Beijing 102308, China; 2. National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

Abstract:

With the development of modern agriculture and horticulture, solar greenhouse technology has been widely used in China, and solar greenhouse workers are gradually becoming a new occupational group. The single exposures or co-exposures to chemical, biological, physical, and human ergonomic factors in solar greenhouses may cause adverse health effects on multiple systems and organs. The special column "Solar greenhouse workers' health" focused on the associations of solar greenhouse working with the workers' health status of musculoskeletal system and eyes, and the relationship with the blood biochemical indicators related to metabolic diseases.

Keywords: solar greenhouse working; musculoskeletal system; eyesight; metabolic disease

日光温室种植属于设施园艺的范畴。设施园艺是利用温室、塑料大棚等保护设施来栽培蔬菜、果树、花卉等作物的方式，具有高产高效、节约能源、生长周期短等特点，我国设施园艺种植面积约占种植总面积的 17%，但贡献了蔬菜等农作物总产量的 30%左右。随着现代农业和设施园艺的发展，日光温室种植技术在我国已得到了广泛应用，利用日光温室进行蔬菜种植已成为反季节蔬菜生产的重要支柱，在提高蔬菜种植人员收入、增加就业岗位等方面发挥了积极作用，并带动了建材、物流等相关产业的发展[1]，日光温室作业人员正逐步成为新型职业人群，在我国社会经济发展中发挥着重要作用。但日光温室环境中传统的职业性有害因素以及尚未被识别的危害因素复杂多样，相对封闭的环境也使作业人员面临更高浓度（或强度）、更长时间的职业暴露。国内外一些研究表明，温室作业人员种植过程中接触的多种职业性有害因素，可对呼吸系统[2]、肌肉骨骼系统[3–4]、生殖系统[5]、皮肤和眼[6] 等多个系统和器官产生健康影响，作业人员甚至其后代罹患癌症风险亦有可能增加。

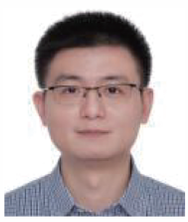
由于日光温室作业人员大多为当地农民，一般以家庭为单位实施职业活动，没有《职业病防治法》等法律意义上的“用人单位”及“劳动关系”，有关部门尚未针对这类特殊职业人群出台职业健康相关的技术与管理措施。同时，日光

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.21465

组稿专家
朱晓俊（国家卫生健康委职业安全卫生研究中心），E-mail：zhuxj_bj@126.com

基金项目
北京市科研院改革发展项目（BJAST-RD-BMILP202108）

作者简介



朱晓俊（1980—），博士，研究员，硕士生导师。中国职业安全健康协会职业卫生专业委员会常务委员，中华预防医学会劳动卫生与职业病分会委员、职业病专业委员会青年委员会副主任委员，中国卫生监督协会团体标准委员会职业病诊断标准委员会委员兼秘书长，《环境与职业医学》杂志青年编委、《中国职业医学》杂志编委，从事职业卫生、职业伤害等研究工作。E-mail：zhuxj_bj@126.com

通信作者
朱晓俊，E-mail：zhuxj_bj@126.com

伦理审批 不需要
利益冲突 无申报
收稿日期 2021-09-29
录用日期 2021-10-28

文章编号 2095-9982(2021)12-1291-04
中图分类号 R13
文献标志码 C

▸引用
朱晓俊，李涛. 关注日光温室作业危害 保障新型职业人群健康[J]. 环境与职业医学，2021，38(12)：1291-1294.

▸本文链接
www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21465

Funding
This study was funded.

Correspondence to
ZHU Xiaojun, E-mail: zhuxj_bj@126.com

Ethics approval Not required
Competing interests None declared
Received 2021-09-29
Accepted 2021-10-28

▸ To cite
ZHU Xiaojun, LI Tao. Paying attention to hazards of solar greenhouse working and protecting the health of a new occupational group[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(12): 1291-1294.

▸ Link to this article
www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21465

温室作业人员受教育程度普遍较低，健康意识比较薄弱，劳动力老龄化相对严重，女性劳动者占有相当大的比重，因此，日光温室作业危害的防控及该人群的健康保护亟待关注。

1 日光温室作业可能产生和存在的职业性有害因素

日光温室作业人员在育苗、施肥、防病虫草害等作业过程或环节中可能接触化学因素、生物因素、物理因素和人类工效学因素等职业性有害因素。

化学因素主要与农药、肥料的使用以及塑料棚膜等物质分解或反应产生的物质有关，农药包括有机磷、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类等，施用化肥和未熟化的粪便可产生氨、二氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢（粪便未熟化）等，薄膜材料可能散发乙烯等气体物质。另外，根据植物生长需要，种植者要在温室内喷洒或涂抹杀虫剂、消毒剂、除草剂、营养液、植物生长调节剂等，个别情况还会使用催熟剂、激素类等化学品及一些化肥。由于温室内相对密封，短时间大量接触这些物质极易引发急性农药中毒和有毒化学物质中毒，长期低剂量接触则可能对人体产生慢性损害。

生物因素主要包括作物自身及日光温室环境中的微生物。作物和微生物都可能是致敏原。作物的花粉可引起哮喘、过敏性接触性皮炎、鼻炎、结膜炎、湿疹等。除花粉外，还有一些作物的叶、茎干、汁液和独特的气味也是重要的致敏原。日光温室内高湿的环境条件有利于细菌、霉菌、病毒、螨虫等致病微生物的生长，这些致病微生物易引起过敏性哮喘、过敏性皮炎、过敏性肺炎、慢性支气管炎等，还可导致种植者肺部感染，引起霉菌性肺炎、支气管哮喘等所谓“大棚肺”。

物理因素主要为微小不良气象条件，包括高湿及温差大，光线强弱分布不均匀以及通风条件差，如通风频率小、通风设施不足、通风时间短，都会造成作业人员新风量不足。

人类工效学因素也会对作业人员健康产生不良影响，如在翻土、播种、采摘等过程中的高强度重复作业，作业过程中以蹲位、弯腰为主的强迫体位等。

日光温室作业环境是典型的多因素复杂暴露场景，为满足蔬菜等作物的生长需求，作业人员通过人为控制形成了独特的温室内环境，其通风、温度、湿度、采光、可吸入颗粒物、微生物等均与温室外环境明显不同，日光温室作业人员大量使用农药、化肥等化学品，在密闭、潮湿、温热的温室环境内形成了复杂危害因素共存的局面，但这些健康危害因素的监测、评估和风险管理远滞后于其发展速度，目前对于日光温室内复杂危害因素尤其是生物因素的监测长期空白，制约了日光温室作业人群健康效应的识别，已成为日光温室作业人群职业卫生研究的关键点。因此，今后有必要开展以暴露组学技术为基础，以风险管理为导向的研究，以建立从危害识别，到危害控制和管理的完整链条，达到系统性控制危害因素的目的。

2 日光温室作业对种植人员的健康影响

由于日光温室中存在化学、生物、物理、人类工效学等单因素暴露及多因素复杂暴露，因此可能对多个系统和器官产生不良健康影响。本课题组着重关注日光温室作业对呼吸系统、肌肉骨骼系统、眼健康、女性生殖系统、内分泌系统的影响。

呼吸系统是机体最为开放的系统，容易受到危害因素的侵犯，日光温室中普遍存在的有害物质如农药、可吸入颗粒物、微生物等在单独存在时均可引起明确的呼吸系统损伤[7–9]。本课题组前期研究结果显示，日光温室作业人员以喷嚏、咳嗽、气喘、胸闷和咳痰为呼吸系统疾病主要症状，发生率均高于 20%；肺通气功能存在不同程度的损伤，以小气道功能指标作为早期敏感指标，发现小气道功能损伤率高达 49%[2]，进一步检测作业人员血清克拉氏细胞蛋白 16 和表面活性蛋白-D 这 2 种与呼吸系统损伤相关的生物标志物，结果提示日光温室作业可能对种植人员肺上皮细胞功能造成损害[10]。Liu 等[11] 在我国 5 420 名温室作业人员中开展横断面调查发现哮喘患病率达 19.2%，是温室作业人员存在的一个主要公共卫生问题，其分析结果显示使用多种农药、温室内异味等因素与哮喘的发生有关，而向外侧敞开侧壁进行自然通风是保护因素。日光温室作业对种植人员呼吸系统造成损伤的原因可能与温室环境（通风条件差，存在病原微生物等）和作业特点（人工喷洒农药，施用化肥等）有关，提示在作业过程中应加强通风，作业人员应加强个人防护用品的使用，并加强对作业人员呼吸系统早期损伤效应的监测。

由于长时间、高强度从事体力劳动，容易诱发日光温室作业人员罹患工作相关肌肉骨骼疾患（work-related musculoskeletal disorders, WMSDs）。郑文静等[4] 对肌肉骨骼损伤工作姿势开展分析和危险等级评价，发现温室作业不同种植阶段存在腰背部前倾、双腿下蹲、颈部前倾等对作业人员具有明显危害的工作姿

势。王东武等[12]对温室作业人员肌肉骨骼疾患工效学的影响因素开展定性研究，发现性别、长时间高负荷工作、不良工作体位、重复性动作是作业人员肌肉骨骼疾患的影响因素。本课题组的研究发现，日光温室作业人员患 WMSDs 的风险是非温室作业人员的 3.558 倍，且多部位 WMSDs 共患特征值得关注[3]；日光温室作业人员骨关节炎发病率高于对照组，高暴露组骨关节炎相关生物标志物血清基质金属蛋白-3 和血管内皮生长因子水平升高[13]。这些肌肉骨骼系统损伤均可能与日光温室内作业空间受限、机械化程度低、手工种植过程中存在对作业人员有明显危害的工作体位有关，提示在作业过程中应合理安排作业时间，保证工间休息，避免长时间重复性作业所致肌肉骨骼系统损伤。

日光温室作业还可能产生其他不良健康结局。职业暴露于较低毒性水平的农药显示出轻微的毒性作用，可能对温室作业人员视力造成一定的影响[14]。本课题组前期开展的研究发现，日光温室作业可能导致作业人员眼损伤风险升高，温室作业人员更容易出现眼痒、眼干等眼部异常症状，主视眼视力可能更容易受损[6]。这可能由于作业人员在温室内眼部在无保护状态下暴露于农药[14]、花粉以及强紫外线等有害因素，提示眼部异常症状、视力下降可作为识别日光温室作业对作业人员眼损伤影响的早期指标。

日光温室作业对女性作业人员生殖健康亦有影响，其自然流产率、不孕症发生率、低出生体重、异常出生率和早产率均高于对照组[5]。

另有研究揭示了日光温室作业对心理健康[15]、睡眠[16]等的影响。课题组前期研究以血清总胆固醇、甘油三酯（triglyceride, TG）、高密度脂蛋白胆固醇（high density lipoprotein cholesterol, HDLC）、低密度脂蛋白胆固醇（low density lipoprotein cholesterol, LDLC）、TG/HDLC 和 LDLC/HDLC 作为脂代谢的监测指标，结果显示 HDLC、TG/HDLC 和 LDLC/HDLC 的改变与从事日光温室作业以及体重指数（body mass index, BMI）有关联[17]，提示在“健康中国行动（2019—2030 年）”战略背景下，不但要对该人群大力实施职业健康保护行动，降低其职业与环境危害因素的致病风险，还应重视慢性病管理以及防控行为危险因素、代谢危险因素等。

本期专栏的 4 篇论文，运用西北某地区日光温室蔬菜种植基地作业人员的调查数据，分别探讨日光温室作业人员 WMSDs 患病和多部位共患病模式、屈光参差的特征，分析日光温室作业对职业人群肌肉骨骼、眼视力的不良健康影响，并首次聚焦高龄劳动者（男性 > 55 岁，女性 > 50 岁），对与代谢性疾病相关的血生化指标的关系展开探讨。研究结果表明：温室作业人员中 WMSDs 的特殊患病模式，下背部和腿部、颈部和肩部的共患病关联密切[18]；日光温室作业可能是屈光参差的危险因素，可能与日光温室作业环境的光照强度，时间、空间分布以及作业者的不良体位所导致的双眼视物距离不等有关[19]。除此之外，对日光温室作业人员及高龄日光温室作业人员高脂血症发生率及其血生化水平进行单因素、多因素及多水平分析，结果显示血脂水平改变可能与日光温室作业有关，且存在家庭聚集性[20–21]。通过上述研究的开展，可为实施日光温室作业人员职业健康监护及相关慢性病健康管理，制定合理的职业病危害防护设施和个人防护用品等适宜防控措施，以及提出可借鉴、易推广的新型职业人群健康保障方案提供科学依据。

由于既往研究大多为横断面研究，且对职业性有害因素暴露评估不全面、不充分，健康效应研究主要停留在揭示某一种或一类健康效应现象上，对于引起健康效应的关键危险因素尚未进行充分、有效的识别和归因，对于日光温室作业有害因素所致早期健康效应及致病机制研究较为缺乏，今后应通过更为科学严格的研究设计，并联合运用暴露组学、代谢组学、微生物组学等技术，进一步揭示日光温室作业危害与健康效应之间的关系，为更科学地指导职业健康风险管理指南、职业健康监护技术方案、个体防护干预措施等制定和实施提供理论依据。

参考文献

[1] 周杰, 夏晓剑, 胡璋健, 等. “十三五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望[J]. 中国蔬菜, 2021(10): 20-34.
ZHOU J, XIA X J, HU Z J, et al. Technological development and production of protected vegetable in China during ‘The Thirteenth Five-year Plan' and future prospect[J]. China Vegetables, 2021(10): 20-34.

[2] ZHU X, GAO P, GU Y, et al. Positive rates and factors associated with abnormal lung function of greenhouse workers in China: a cross-sectional study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2017, 14(9): 956.

[3] 杨思雯, 马文军, 朱晓俊, 等. 温室作业对蔬菜种植人员职业性肌肉骨骼疾患的影响[J]. 中国工业医学杂志, 2020, 33(6): 483-486.
YANG S W, MA W J, ZHU X J, et al. Effect of greenhouse works on work-related musculoskeletal disorders of vegetable growers[J]. Chin J Ind Med, 2020, 33(6): 483-486.

[4] 郑文静, 郭孟杰, 么鸿雁, 等. 大棚蔬菜种植人员肌肉骨骼

损伤工作姿势分析和危险等级评价[J]. 中国职业医学, 2019, 46(5): 591-594.
ZHENG W J, GUO M J, YAO H Y, et al. Analysis on working posture and risk evaluation on musculoskeletal disorders among workers in greenhouse vegetable plantation[J]. China Occup Med, 2019, 46(5): 591-594.

[5] RAHIMI T, RAFATI F, SHARIFI H, et al. General and reproductive health outcomes among female greenhouse workers: a comparative study[J]. BMC Womens Health, 2020, 20(1): 103.

[6] 王鸿飞, 何伟, 阎腾龙, 等. 日光温室作业对蔬菜种植人员眼健康的影响[J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34(1): 16-19.
WANG H F, HE W, YAN T L, et al. Effect of greenhouse work on eye health of vegetable growers[J]. Chin J Ind Med, 2021, 34(1): 16-19.

[7] MAMANE A, RAHERISON C, TESSIER J F, et al. Environmental exposure to pesticides and respiratory health[J]. Eur Respir Rev, 2015, 24(137): 462-473.

[8] LACASAÑA M, LÓPEZ-FLORES I, RODRÍGUEZ-BARRANCO M, et al. Association between organophosphate pesticides exposure and thyroid hormones in floriculture workers[J]. Toxicol Appl Pharmacol, 2010, 243(1): 19-26.

[9] NYHAN M M, RICE M, BLOMBERG A, et al. Associations between ambient particle radioactivity and lung function[J]. Environ Int, 2019, 130: 104795.

[10] 高盼君, 马文军, 朱晓俊, 等. 甘肃某地日光温室作业者血清CC16与SP-D水平的研究[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(6): 496-502.
GAO P J, MA W J, ZHU X J, et al. Levels of serum CC16 and SP-D among greenhouse workers from a village in Gansu Province[J]. J Environ Occup Med, 2017, 34(6): 496-502.

[11] LIU S, WOLTERS P J, ZHANG Y, et al. Association between greenhouse working exposure and bronchial asthma: a pilot, cross-sectional survey of 5, 420 greenhouse farmers from northeast China[J]. J Occup Environ Hyg, 2019, 16(4): 286-293.

[12] 王东武, 么鸿雁, 郑文静, 等. 温室大棚作业人员肌肉骨骼疾患工效学影响因素的定性研究[J]. 职业与健康, 2016, 32(12): 1713-1716.
WANG D W, YAO H Y, ZHENG W J, et al. Qualitative research on ergonomics influencing factors of musculoskeletal disorders among greenhouse farm workers[J]. Occup Health, 2016, 32(12): 1713-1716.

[13] 王鸿飞, 杨思雯, 何伟, 等. 日光温室作业人员血清中基质金属蛋白-3和血管内皮生长因子的水平分析[J]. 中国工业医学杂志, 2020, 33(6): 487-490, 494.
WANG H F, YANG S W, HE W, et al. Analysis on levels of serum MMP-3 and VEGF in greenhouse workers[J]. Chin J Ind Med, 2020, 33(6): 487-490, 494.

[14] GARCÍA-GARCÍA C R, PARRÓN T, REQUENA M, et al. Occupational pesticide exposure and adverse health effects at the clinical, hematological and biochemical level[J]. Life Sci, 2016, 145: 274-283.

[15] MONTOYA-GARCIA M E, CALLEJÓN-FERRE A J, PÉREZ-ALONSO J, et al. Assessment of psychosocial risks faced by workers in Almería-type greenhouses, using the Mini Psychosocial Factor method[J]. Appl Ergon, 2013, 44(2): 303-311.

[16] LI J, HAO Y, TIAN D, et al. Relationship between cumulative exposure to pesticides and sleep disorders among greenhouse vegetable farmers[J]. BMC Public Health, 2019, 19(1): 373.

[17] 王鸿飞, 何伟, 阎腾龙, 等. 日光温室作业对蔬菜种植人员脂代谢的影响[J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34(1): 12-15, 23.
WANG H F, HE W, YAN T L, et al. Effect of greenhouse work on lipid metabolism of vegetable growers[J]. Chin J Ind Med, 2021, 34(1): 12-15, 23.

[18] 朱晓俊, 杨思雯, 阎腾龙, 等. 日光温室作业人员工作相关肌肉骨骼疾患患病特征及影响因素[J] 环境与职业医学, 2021, 38(12): 1295-1300.
ZHU X J, YANG S W, YAN T L, et al. Prevalence characteristics and influencing factors of work-related musculoskeletal disorders in solar greenhouse workers[J]. J Environ Occup Med, 2021, 38(12): 1295-1300.

[19] 朱晓俊, 阎腾龙, 何伟, 等. 日光温室作业与种植人员屈光参差的关系[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(12): 1301-1306.
ZHU X J, YAN T L, HE W, et al. Relationship between solar greenhouse working and anisometropia[J]. J Environ Occup Med, 2021, 38(12): 1301-1306.

[20] 阎腾龙, 杨思雯, 王煜倩, 等. 日光温室作业人员血脂特征分析[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(12): 1307-1311.
YAN T L, YANG S W, WANG Y Q, et al. Characteristics of blood lipid in solar greenhouse workers[J]. J Environ Occup Med, 2021, 38(12): 1307-1311.

[21] 阎腾龙, 杨思雯, 王煜倩, 等. 日光温室作业与高龄劳动者部分血生化指标的关系[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(12): 1312-1317.
YAN T L, YANG S W, WANG Y Q, et al. Relationships between solar greenhouse working and selected blood biochemical indexes of elderly workers[J]. J Environ Occup Med, 2021, 38(12): 1312-1317.

(**英文编辑**: 汪源; **责任编辑**: 汪源)