

日光温室环境气体变化及影响因素

于晓东¹, 王秀峰², 窦巧惠¹, 王建¹, 王逸筠¹, 崔秀敏¹

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东农业大学 园艺科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘 要:利用日光温室进行农业生产的过程中,会产生多种有害气体。现以连续种植番茄1年、5年和10年的温室为研究对象,同时以日光温室外同类气体含量为对照,研究不同种植年限、不同生育时期、不同天气状况下日光温室内有害气体含量的变化及其与温度、湿度的关系。结果表明:温室内 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 NH_3 、 CO_2 、 CH_4 、 NO_2 、 NO 、 ClO_2 、 O_3 的含量在全天中不同时间段,受种植年限、天气状况、温度、相对湿度等多重因素共同影响,而天气状况、温度和相对湿度对其影响最大。

关键词:番茄;生育期;日光温室;有害气体;影响因素

中图分类号:S 626.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)16-0053-07

日光温室,主要用于我国北方地区的越冬保温栽培。它对于冬春季解决北方地区的蔬菜及花卉等植物的供应起着非常重要的作用^[1]。尤其是近几年日光温室的花卉业及蔬菜业的迅速发展,使棚栽园艺已成为当地农业产业结构调整的有效途径和农民增收的重要渠道^[2]。据统计,至2008年,山东省设施蔬菜面积达到72.6万 hm^2 ,其中日光温室面积21.3万 hm^2 ,各类拱棚面积51.3万 hm^2 ,设施面积约占蔬菜总种植面积的36.6%,设施蔬菜产值占蔬菜总产值的60%^[3]。但是设施内相对密闭、高温高湿、空间狭小,使得生产过程中产生的有害气体例如 NH_3 、 CO 、 SO_2 、 CO_2 、 CH_4 等难以及时排出,对从业人员的健康造成威胁^[4]。为此,该试验研究了不同种植年限、不同时段、不同天气状况以及温度和相对湿度对番茄日光温室有害气体含量的影响,旨在为农业生产、蔬菜的质量安全以及从业人员的健康提供技术支持和参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2013年12月至2014年1月在山东省泰安市岱岳区房村镇西良甫村进行。属于温带大陆性半湿润季风气候区,四季分明,寒暑适宜,光温同步,雨热同

季。年平均气温 13°C ,7月份气温最高,平均 26.4°C ,1月份最低,平均 -2.6°C ,年平均降水量697 mm。

1.2 试验方法

分别在连续种植番茄1、5、10年的日光温室内,呈“S”型设置5个采样点进行定点监测。从9:00(日光温室打开草苫)到17:00(日光温室关闭草苫),每隔2 h对3栋日光温室内的有害气体循环测定,每月测试3~5次。同时记录当天的天气状况及温室内外温度及相对湿度变化情况。

1.3 项目测定

使用TY2000-B型便携式(触摸屏)气体检测仪(青岛明华电子仪器有限公司),检测的气体种类有 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 NH_3 、 CO_2 、 CH_4 、 NO_2 、 NO 、 ClO_2 、 O_3 等气体。使用KTH-1型毛发温湿度表测量(天津凯隆达仪器仪表有限公司)测定日光温室内外温度以及相对湿度。

1.4 数据分析

仪器测定的气体含量的数据直接使用USB设备导出并自动生成Excel表格,使用Excel 2013进行数据整理,使用SPSS 18.0对数据组做方差分析和Pearson相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植年限日光温室有害气体的变化

2.1.1 Cl_2 含量的变化 由图1可以看出,9:00—11:00, Cl_2 含量在1年、5年、10年的日光温室之间存在极显著差异,1年、5年的温室内与室外之间有极显著差异,10年温室内与室外 Cl_2 的含量差异不显著;11:00—13:00, Cl_2 含量在各日光温室之间以及各日光温室与室外之间均无显著性的差异;13:00—15:00, Cl_2 含量在

第一作者简介:于晓东(1990-),男,硕士研究生,研究方向为植物营养机理与调控。E-mail: yxd3308@163.com.

责任作者:崔秀敏(1977-),女,博士,副教授,现主要从事植物营养机理与调控等研究工作。E-mail: xiumincui@sda. edu. cn.

基金项目:农业现代化产业技术体系专项资金资助项目(CARS-25-D);泰安市科技发展计划资助项目(32606)。

收稿日期:2015-06-02

1年与5年、1年与10年、1年室内与室外、5年室内与室外、10年室内与室外之间均存在极显著差异,室外未检测到 Cl_2 ; 15:00—17:00, Cl_2 的含量在1年室内与室外、5年室内与室外、10年室内与室外之间存在极显著的差异,5年与10年室内存在显著性的差异,1年与5年、1年与10年室内没有明显的差异。1年日光温室内, Cl_2 的含量在9:00—11:00与11:00—13:00、9:00—11:00与13:00—15:00、11:00—13:00与13:00—15:00、11:00—13:00与15:00—17:00、13:00—15:00与15:00—17:00之间均存在极显著的差异,在9:00—11:00与15:00—17:00之间无显著性的差异,呈现先升高后降低的变化趋势,在13:00—15:00达到最大值(1.41 mg/m^3),在9:00—11:00出现最小值(0.66 mg/m^3);5年日光温室内, Cl_2 的含量在9:00—11:00和11:00—13:00、9:00—11:00与13:00—15:00之间、9:00—11:00和15:00—17:00之间均存在极显著差异,呈现持续下降的趋势,在15:00—17:00达到最小值(0.46 mg/m^3);10年日光温室内, Cl_2 的含量在9:00—11:00和13:00—15:00之间存在极显著的差异,在9:00—11:00与11:00—13:00之间、9:00—11:00与15:00—17:00之间存在显著性的差异,呈现先降低后升高的变化趋势,最大值(1.17 mg/m^3)出现在9:00—11:00,最小值(0.63 mg/m^3)出现在13:00—15:00。

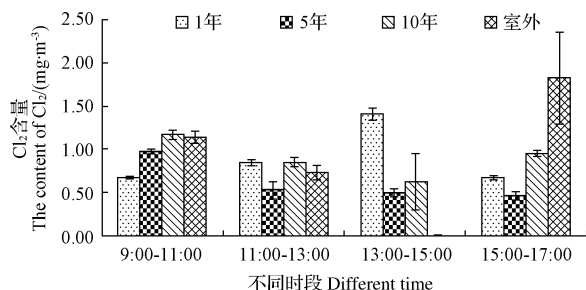


图1 不同时间段温室内外 Cl_2 含量的变化

Fig. 1 The change of Cl_2 content in different time inside and outside greenhouse

2.1.2 CO含量的变化 由图2可以看出,9:00—11:00 CO含量在不同栽培年限的温室间以及温室内外均存在极显著差异,随着时间的推移,差异呈减小的趋势。11:00—13:00 CO含量在日光温室内外差异显著,但不同栽培年限的温室间差异缩小;13:00—15:00 CO含量在各温室间仍存在显著差异,室外含量仍显著高于室内;15:00—17:00各日光温室间及温室内外 CO含量差异均不显著。1年日光温室内,CO含量在全天中9:00—11:00最低,至中午前后增加至最高点,后基本保持不变,最大值(1.1800 mg/m^3)出现在15:00—17:00。5年日光温室内,CO含量各时间段的变化幅度小于1年的温室,最大值(1.3900 mg/m^3)出现在13:00—15:00;10年日光温

室内,CO含量在9:00—11:00仅 0.1475 mg/m^3 ,极显著低于其它各时间段。全天中呈现先升高后降低的趋势,最大值(1.2400 mg/m^3)出现在13:00—15:00。

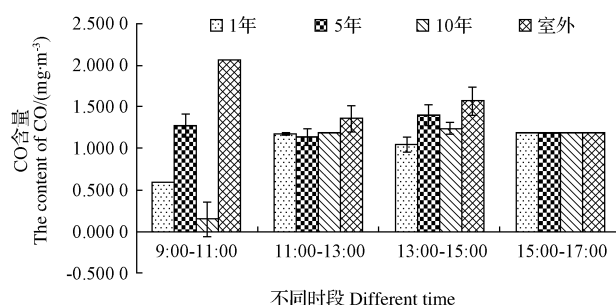


图2 不同时段日光温室内外 CO 含量的变化

Fig. 2 The change of CO content in different time inside and outside greenhouse

2.1.3 SO_2 含量的变化 由图3可以看出,日光温室外 SO_2 在检测时间段要显著高于室内,最高点出现在11:00—13:00(0.2334 mg/m^3),午后逐渐降低。而1年的温室 SO_2 含量全天无显著变化;5年的温室 SO_2 含量变化幅度最大,不同时间段差异显著。11:00—13:00时段 SO_2 含量最高(0.1300 mg/m^3),午后降低并趋于平稳。10年的温室内 SO_2 变化趋势与1年相近,全天中的变化幅度较小,11:00—13:00时段 SO_2 最低(0.0271 mg/m^3),其后缓慢升高。

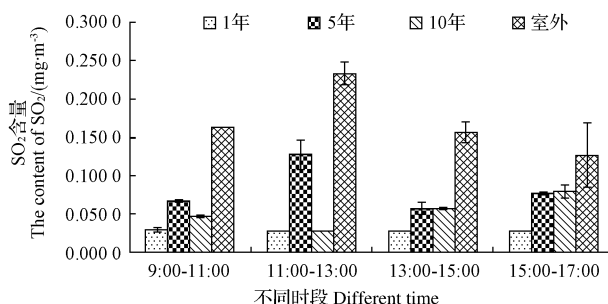


图3 不同时段温室内外 SO_2 含量的变化

Fig. 3 The change of SO_2 content in different time inside and outside greenhouse

2.1.4 NH_3 含量的变化 由图4可以看出,除15:00—17:00外,其它各时间段温室外 NH_3 含量均显著低于室内,13:00—15:00达最低(0.1575 mg/m^3)。9:00—11:00,5、10年的温室 NH_3 含量显著高于1年温室,5年与10年之间无显著性差异;11:00—13:00,温室内 NH_3 含量均比9:00—11:00显著升高,比室外高出1.66~1.98倍;13:00—15:00, NH_3 含量在1年达到最高值(1.7240 mg/m^3),其它温室有降低的趋势。5年和10年的日光温室 NH_3 含量最高值均出现在11:00—13:00,而后又降低的趋势。1年温室在各个时间段 NH_3 含量变化幅度最大,其次是5年温室,变化幅度最小的是10年的温室。

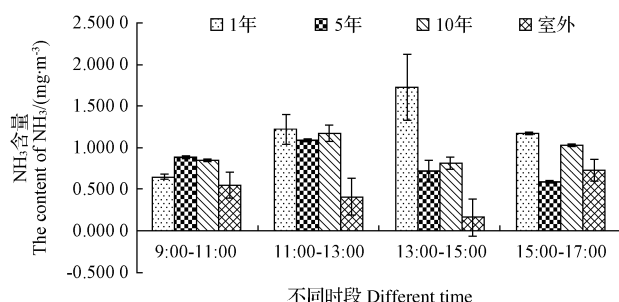
图4 不同时段温室内外 NH₃ 含量的变化

Fig. 4 The change of NH₃ content inside and outside greenhouse in different time

2.1.5 CO₂ 含量的变化 由图5可以看出,CO₂ 含量在各不同栽培年限的温室间差异较大,尤其是9:00—11:00时间段,最高值达1 758.22 mg/m³,随后温室间的差异逐渐缩小,同室外CO₂ 浓度差异也变小。1年和10年的温室CO₂ 浓度均以9:00—11:00最高,此后缓慢降低,直至15:00—17:00同室外基本持平。5年的温室CO₂ 浓度也以9:00—11:00最高,但同一时间段内CO₂ 浓度显著低于1年和10年的温室,随着室内作物光合作用的进行,CO₂ 浓度同室外差异越来越小。

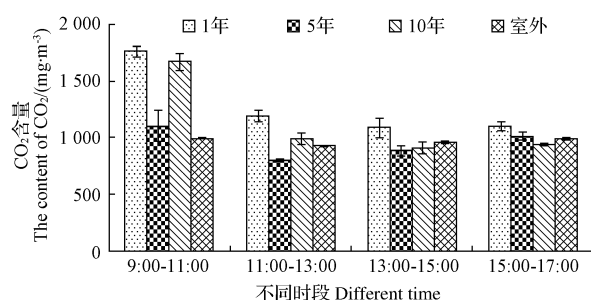
图5 不同时段温室内外 CO₂ 含量的变化

Fig. 5 The change of CO₂ content in different time inside and outside greenhouse

2.1.6 NO₂ 含量的变化 仅在1年日光温室内11:00—13:00与13:00—15:00时段测得少量的NO₂ 气体,其它各时段各日光温室内以及室外NO₂ 含量均未被检测到。

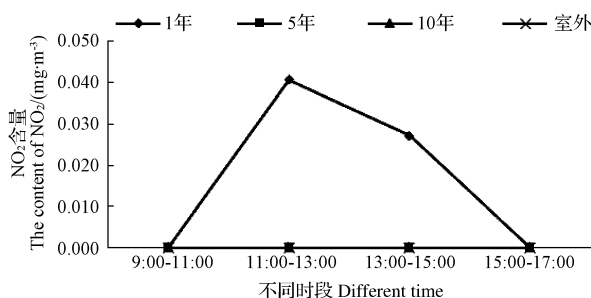
图6 不同时段温室内外 NO₂ 含量的变化

Fig. 6 The change of NO₂ content inside and outside greenhouse in different time

2.1.7 ClO₂ 含量的变化 如图7所示,从上午温室揭棉被至下午盖棉被的时间段,日光温室外一直未检测到ClO₂。而室内ClO₂ 含量,1年的温室最高值出现在13:00—15:00(0.120 mg/m³),5年的温室最高值出现在11:00—13:00(0.110 mg/m³)。9:00—11:00时段ClO₂ 的含量在各个温室间没有显著差异;11:00—13:00时段ClO₂ 的含量在1年与5年远远高于10年的温室,差异极显著;13:00—15:00时段ClO₂ 含量在各个温室之间差异极显著;15:00—17:00时段ClO₂ 含量在各温室间差异极显著,且变化幅度变小。1年温室内,ClO₂ 的含量在各时段均存在显著差异,一天中呈现先升高后降低的变化趋势,5年日光温室与1年的变化趋势相似;10年温室内,ClO₂ 的最大值(0.091 mg/m³)出现在13:00—15:00之间,整体变化幅度较小。

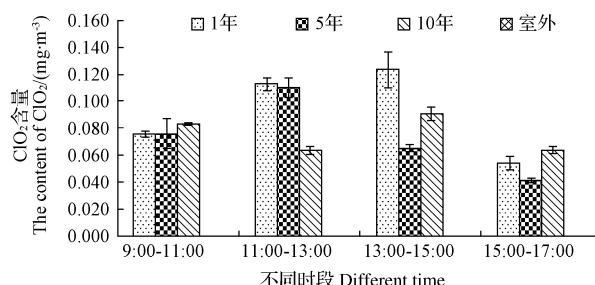
图7 不同时段温室内外 ClO₂ 含量的变化

Fig. 7 The change of ClO₂ content during different time inside and outside greenhouse

2.1.8 O₃ 含量的变化 9:00—17:00各个时间段温室外均未检测到O₃,而室内O₃ 含量在各温室间存在极显著差异;11:00—13:00和13:00—15:00变异系数较大。1年温室内,O₃ 含量在各时段间均存在极显著差异,呈现先升高后降低的变化趋势,最大值(0.11 mg/m³)出现在11:00—13:00之间;5年温室内O₃ 含量在9:00—11:00与11:00—13:00之间无显著性差异,13:00—15:00,15:00—17:00极显著降低,最大值(0.06 mg/m³)出现在11:00—13:00;10年温室内O₃ 含量各时间段均存在显著差异,整体呈现持续降低的变化趋势,最大值(0.16 mg/m³)出现在9:00—11:00之间。

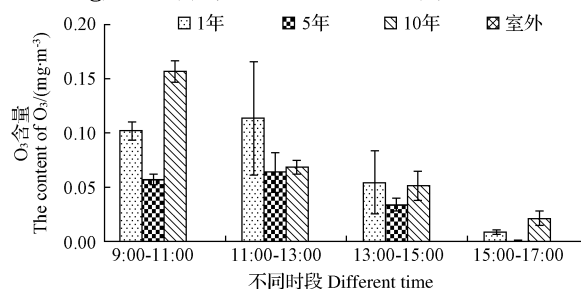
图8 不同时段温室内外 O₃ 含量的变化

Fig. 8 The change of O₃ content in different time inside and outside greenhouse

2.2 温度及相对湿度与有害气体含量的关系

2.2.1 1年日光温室内温度及相对湿度与有害气体含量的关系 在1年日光温室内,温度与相对湿度、CO₂存在极显著的负相关,与Cl₂、CO、NH₃、ClO₂呈显著或极显著正相关,与SO₂呈显著的负相关关系;相对湿度

与CO、NH₃、Cl₂呈显著或极显著负相关,与CO₂、SO₂存在极显著或显著正相关关系。Cl₂与NH₃、Cl₂与ClO₂均呈极显著的正相关关系;CO与SO₂、CO₂、CO、NH₃与CO₂均有极显著的负相关关系;SO₂与CO₂、NH₃与ClO₂有显著或极显著的正相关关系。

表1 1年日光温室内温度及相对湿度与有害气体的关系

Table 1 The relationship between temperature-relative humidity and the content of harmful gases inside the one-year-old greenhouse

r	温度/℃	相对湿度/%	Cl ₂	CO	SO ₂	NH ₃	CO ₂	NO ₂	ClO ₂	O ₃
温度/℃	1									
相对湿度/%	-0.981**	1								
Cl ₂	0.690**	-0.560*	1							
CO	0.694**	-0.841**	0.186	1						
SO ₂	-0.485*	0.511*	-0.219	-0.844**	1					
NH ₃	0.888**	-0.847**	0.795**	0.549	-0.424	1				
CO ₂	-0.926**	0.960**	-0.434	-0.841**	0.448*	-0.771**	1			
NO ₂	0.380	-0.359	0.095	-0.146	0.132	-0.297	1			
ClO ₂	0.518*	-0.438	0.727**	0.051	-0.162	0.718**	-0.215	0.392	1	
O ₃	-0.216	0.175	-0.147	-0.051	0.101	-0.276	0.281	0.279	0.450	1

注:**.在0.01水平(双侧)上显著相关;*.在0.05水平(双侧)上显著相关。以下同。

2.2.2 5年日光温室内温度及相对湿度与有害气体含量的关系 在5年日光温室内,温度与相对湿度、CO₂呈极显著的负相关关系,与SO₂、NH₃、ClO₂、O₃呈极显著的正相关关系;相对湿度与NH₃、ClO₂、O₃呈极显著的负相关关系,与CO₂呈极显著的正相关关系。Cl₂与O₃呈极显

著的正相关关系;CO与SO₂呈显著的负相关关系;SO₂与CO₂呈极显著的负相关关系,与NH₃、ClO₂呈极显著的正相关关系;NH₃与CO₂呈极显著的负相关关系,NH₃与ClO₂、O₃呈极显著的正相关关系;CO₂与ClO₂呈极显著的负相关关系;ClO₂与O₃呈极显著的正相关关系。

表2 5年日光温室内温度及相对湿度与有害气体含量的关系

Table 2 The relationship between temperature-relative humidity and the content of harmful gases inside the five-year-old greenhouse

r	温度/℃	相对湿度/%	Cl ₂	CO	SO ₂	NH ₃	CO ₂	ClO ₂	O ₃
温度/℃	1								
相对湿度/%	-0.926**	1							
Cl ₂	-0.014	-0.080	1						
CO	-0.130	-0.156	0.106	1					
SO ₂	0.658**	-0.356	-0.282	-0.469*	1				
NH ₃	0.906**	-0.817**	0.276	-0.284	0.656**	1			
CO ₂	-0.804**	0.740**	0.473	0.098	-0.589**	-0.671**	1		
ClO ₂	0.969**	-0.842**	0.086	-0.279	0.719**	0.946**	-0.726**	1	
O ₃	0.839**	-0.809**	0.693**	0.035	0.419	0.867**	-0.411	0.864**	1

2.2.3 10年日光温室内温度及相对湿度与有害气体含量的关系 在10年日光温室内,温度与相对湿度、Cl₂、CO₂、O₃呈极显著的负相关关系,与CO呈极显著的正相关关系;相对湿度与CO呈显著的负相关关系,与Cl₂、

CO₂呈极显著的正相关关系。Cl₂与CO₂、O₃呈极显著的正相关关系;CO与CO₂、O₃呈显著的负相关关系;NH₃与ClO₂呈极显著的负相关关系;CO₂与O₃呈极显著的正相关关系。

表3 10年日光温室内温度及相对湿度与有害气体含量的关系

Table 3 The relationship between temperature-relative humidity and the content of harmful gases inside the ten-year-old greenhouse

r	温度/℃	相对湿度/%	Cl ₂	CO	SO ₂	NH ₃	CO ₂	ClO ₂	O ₃
温度/℃	1								
相对湿度/%	-0.826**	1							
Cl ₂	-0.755**	0.656**	1						
CO	0.922**	-0.570*	-0.496	1					
SO ₂	0.160	0.363	-0.120	0.253	1				
NH ₃	0.101	-0.036	0.172	0.142	-0.179	1			
CO ₂	-0.948**	0.651**	0.676**	-0.978**	-0.291	-0.276	1		
ClO ₂	-0.077	-0.144	-0.159	-0.175	-0.020	-0.871**	0.301	1	
O ₃	-0.868**	0.500	0.808**	-0.860**	-0.481	-0.494	0.945**	0.467	1

2.3 天气状况对有害气体含量的影响

由表4可以看出,9:00—11:00在晴天和多云天气下,1年日光温室内 Cl_2 、 CO 、 NH_3 、 CO_2 、 ClO_2 、 O_3 含量有极显著差异, SO_2 没有显著差异;5年日光温室内, Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 NH_3 、 CO_2 、 ClO_2 含量有极显著差异, O_3 含量无显著性差异;10年日光温室内, Cl_2 、 SO_2 、 NH_3 、 CO_2 、 ClO_2 的含量有极显著差异, CO 和 O_3 气体含量无显著性差

表4 9:00—11:00天气状况不同种植年限的日光温室内有害气体的含量

Table 4		The content of harmful gases under different weather in greenhouse from 9 to 11 o'clock									mg/m ³
		Cl_2	CO	SO_2	NH_3	CO_2	CH_4	NO_2	NO	ClO_2	O_3
1年	晴天	0.665±0.014	0.590±0.000	0.030±0.004	0.649±0.029	1 758±47.170	0	0	0	0.076±0.002	0.102±0.009
	多云	1.127±0.043	0	0.050±0.023	1.660±0.023	981±36.960	0	0	0	0.482±0.007	0.058±0.006
5年	晴天	0.978±0.029	1.278±0.139	0.066±0.002	0.885±0.010	1 047.540±53.700	0	0	0	0.076±0.011	0.052±0.011
	多云	1.307±0.057	0	0	1.312±0.051	874.042±29.570	0	0	0	0.540±0.022	0.047±0.006
10年	晴天	1.171±0.054	0.059±0.132	0.047±0.002	0.854±0.022	1 691.908±61.834	0	0	0	0.083±0.001	0.121±0.051
	多云	1.430±0.012	0	0	1.490±0.151	1 192.316±59.128	0	0	0	0.439±0.020	0.131±0.003

表5表明,11:00—13:00在晴天和多云天气下,1年日光温室内 Cl_2 、 CO 、 CO_2 、 ClO_2 、 O_3 的含量有极显著的差异, NH_3 、 SO_2 、 NO_2 、 NO 的含量无显著的差异;5年日光温室内, Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 NH_3 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 、 O_3 的含量有极显著的差异;10年日光温室内, Cl_2 、 CO 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 、 O_3 的含量有极显著的差异, SO_2 、 NH_3 的含量没有显著性的差

表5 11:00—13:00天气状况对不同种植年限的日光温室内有害气体含量的影响

Table 5		The influence of different weather on the content of harmful gases inside the greenhouse from 11 to 13 o'clock									mg/m ³
		Cl_2	CO	SO_2	NH_3	CO_2	CH_4	NO_2	NO	ClO_2	O_3
1年	晴天	0.848±0.034	1.170±0.022	0.027±0.000	1.221±0.185	1 190.099±53.809	0	0.041±0.058	0	0.113±0.005	0.136±0.014
	多云	1.081±0.016	0.338±0.000	0.011±0.019	1.125±0.145	665.965±10.689	0	0	0.088±0.125	1.0720.0390	0.027±0.003
5年	晴天	0.555±0.089	1.136±0.099	0.127±0.019	1.089±0.026	794.035±21.290	0	0	0	0.110±0.007	0.063±0.019
	多云	0.926±0.045	0.338±0.000	0	1.397±0.055	498.389±42.125	0	0	0.071±0.040	1.264±0.026	0.023±0.008
10年	晴天	0.847±0.051	1.180±0.000	0.027±0.000	1.173±0.100	986.290±47.748	0	0	0	0.064±0.003	0.068±0.006
	多云	1.404±0.061	0.338±0.000	0.017±0.023	1.780±0.510	865.824±58.689	0	0	0.110±0.044	1.332±0.067	0.018±0.007

表6表明,13:00—15:00在晴天和多云天气下,1年日光温室内 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 的含量有极显著的差异, NH_3 、 NO_2 、 O_3 的含量没有显著性的差异;5年日光温室内, Cl_2 、 CO 、 NH_3 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 、 O_3 的含量有极显著的差异, SO_2 的含量没有显著性的差异;10年日光温室内, Cl_2 、 CO 、 NH_3 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 的含量有极显著的差异, SO_2 、 O_3 的含量没有显著性的差异。3栋日光温室内, CO 、 CO_2 和 O_3 的含量在晴天时均明显高于多

表6 13:00—15:00天气状况对不同种植年限的日光温室内有害气体含量的影响

Table 6		The influence of different weather on the content of harmful gases inside the greenhouse from 13 to 15 o'clock									mg/m ³
		Cl_2	CO	SO_2	NH_3	CO_2	CH_4	NO_2	NO	ClO_2	O_3
1年	晴天	1.565±0.222	1.017±0.107	0.027±0.000	1.458±0.216	1 087±86.70	0	0.018±0.031	0	0.135±0.028	0.037±0.036
	多云	0.657±0.028	0	0	1.283±0.104	636±8.70	0	0	0.088±0.000	0.543±0.016	0.001±0.002
5年	晴天	0.494±0.045	1.396±0.123	0.056±0.008	0.898±0.372	885±46.90	0	0	0	0.065±0.002	0.034±0.006
	多云	1.469±0.088	0	0.058±0.017	2.774±0.583	487±74.189	0	0	0.243±0.058	0.540±0.038	0.007±0.006
10年	晴天	0.763±0.132	1.286±0.121	0.057±0.002	0.775±0.107	9 097±48.80	0	0	0	0.091±0.005	0.037±0.026
	多云	1.453±0.020	0	0.044±0.038	1.877±0.334	675±53.00	0	0	0.088±0.000	0.755±0.015	0.024±0.007

表7表明,15:00—17:00在晴天和多云天气下,1年日光温室内 CO 、 NH_3 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 的含量有极显

异。3种栽培年限的日光温室内 CO 、 CO_2 和 O_3 在晴天时的含量均明显高于多云时的含量, Cl_2 、 NH_3 、 ClO_2 在多云时的含量均明显高于晴天时的含量,1年日光温室内 SO_2 在晴天时的含量低于多云时的含量,5年和10年日光温室内 SO_2 在晴天时的含量均高于多云时的含量。2种天气状况下,各日光温室内均没有检测到 CH_4 、 NO_2 和 NO 气体。

表7 15:00—17:00天气状况不同种植年限的日光温室内有害气体的含量

Table 7		The influence of different weather on the content of harmful gases inside the greenhouse from 15 to 17 o'clock									mg/m ³
		Cl_2	CO	SO_2	NH_3	CO_2	CH_4	NO_2	NO	ClO_2	O_3
1年	晴天	0.665±0.014	0.590±0.000	0.030±0.004	0.649±0.029	1 758±47.170	0	0	0	0.076±0.002	0.102±0.009
	多云	1.127±0.043	0	0.050±0.023	1.660±0.023	981±36.960	0	0	0	0.482±0.007	0.058±0.006
5年	晴天	0.978±0.029	1.278±0.139	0.066±0.002	0.885±0.010	1 047.540±53.700	0	0	0	0.076±0.011	0.052±0.011
	多云	1.307±0.057	0	0	1.312±0.051	874.042±29.570	0	0	0	0.540±0.022	0.047±0.006
10年	晴天	1.171±0.054	0.059±0.132	0.047±0.002	0.854±0.022	1 691.908±61.834	0	0	0	0.083±0.001	0.121±0.051
	多云	1.430±0.012	0	0	1.490±0.151	1 192.316±59.128	0	0	0	0.439±0.020	0.131±0.003

异。3栋日光温室内 CO 、 SO_2 、 CO_2 和 O_3 在晴天时的含量均明显高于多云时的含量, Cl_2 、 NO 、 ClO_2 在多云时的含量明显高于晴天时的含量,1年日光温室内 NH_3 在晴天时的含量高于多云时的含量,在5年和10年日光温室内 NH_3 在晴天时的含量均低于多云时的含量。2种天气状况下,各日光温室内均没有检测到 CH_4 气体。

云时的含量, NO 、 ClO_2 在多云时的含量均明显高于晴天时的含量,1年日光温室内 Cl_2 和 NH_3 在晴天时的含量高于多云时的含量,5年和10年日光温室内 Cl_2 和 NH_3 在晴天时的含量均低于多云时的含量,5年日光温室内 SO_2 在晴天时的含量低于多云时的含量,在1年和10年日光温室内 SO_2 在晴天时的含量均高于多云时的含量。在2种天气状况下,各日光温室内均没有检测到 CH_4 气体。

著的差异, Cl_2 、 SO_2 、 O_3 的含量没有显著性的差异;5年日光温室内 Cl_2 、 CO 、 NH_3 、 CO_2 、 NO 、 ClO_2 的含量有极

显著的差异,SO₂ 含量没有显著性的差异;10 年日光温室内,Cl₂、CO、NH₃、CO₂、NO、ClO₂ 的含量有极显著的差异,SO₂ 的含量有显著性差异,O₃ 含量没有显著性差异。3 栋日光温室内 CO、CO₂ 在晴天时的含量均明显高于多云时的含量,Cl₂、NH₃、NO、ClO₂ 在多云时的含量均明显高于晴天时的含量,1 年日光温室内,SO₂

在晴天时的含量低于多云时的含量,5 年和 10 年日光温室内 SO₂ 在晴天时的含量均高于多云时的含量;5 年日光温室内没有检测到 O₃,1 年和 10 年日光温室内,O₃ 在晴天时的含量均高于多云时的含量。2 种天气状下,各日光温室内均没有检测到 CH₄、NO₂ 气体。

表 7 15:00—17:00 天气状况对不同种植年限的日光温室内有害气体含量的影响

Table 7		The influence of different weather on the content of harmful gases inside the greenhouse from 15 to 17 o'clock									mg/m ³
		Cl ₂	CO	SO ₂	NH ₃	CO ₂	CH ₄	NO ₂	NO	ClO ₂	O ₃
1 年	晴天	0.671±0.030	1.180±0.000	0.027±0.000	1.169±0.024	1 098.040±39.544	0	0	0	0.054±0.005	0.008±0.002
	多云	0.703±0.060	0	0.038±0.055	1.646±0.043	631.00±12.408	0	0	0.088±0.000	0.462±0.026	0.002±0.004
5 年	晴天	0.455±0.046	1.180±0.000	0.076±0.001	0.585±0.021	1 013.051±35.113	0	0	0	0.041±0.002	0
	多云	1.253±0.032	0	0.066±0.033	1.638±0.340	596.629±31.848	0	0	0.099±0.022	0.850±0.043	0
10 年	晴天	0.949±0.037	1.180±0.000	0.079±0.009	1.031±0.019	937.104±21.037	0	0	0	0.064±0.003	0.021±0.007
	多云	1.131±0.018	0	0.055±0.019	1.809±0.320	617.376±33.265	0	0	0.088±0.000	0.520±0.019	0.016±0.005

3 讨论与结论

全天中的不同时段内,各温室内均没有检测出 CH₄ 和 NO,除此之外,在 9:00—11:00 和 15:00—17:00 没有检测到 NO₂。对于其它检测到的所有气体,在全天中的各个时间段内,不同种植年限对气体含量的影响没有一致的显著性影响。1 年、5 年、10 年温室内,均没有检测到 CH₄、NO 气体,此外,5 年和 10 年温室内没有检测到 NO₂,对于其它检测到的气体,各个温室内,不同时段对各种气体含量的影响,没有一致的显著性影响。研究表明,日光温室中使用的一些农膜,可以自然挥发发出一些 Cl₂^[5]。不合理的使用化肥以及使用未充分腐熟的有机肥,都会产生 NH₃、SO₂、NO、NO₂ 等^[6],这些气体进入植物体以后,会对细胞产生不同程度的伤害。PHILIPS 等^[7]发现 CO₂ 的浓度升高,根基微生物的活性提高 29%。但是如果 CO₂ 过高,常引起蔬菜作物叶片卷曲,叶片细胞内的叶绿体由于淀粉累积过多而严重变形,影响光合作用正常进行。该研究表明,无论是不同种植年限还是全天中不同的时间段,对气体的种类以及含量有一定的影响,但这些影响均未发现一致显著性,还有待于进一步研究。

不同种植年限的温室内,温度、相对湿度、CO₂ 间有显著的相关关系。随着温度的升高,温室内相对湿度逐渐降低,CO₂ 的含量也逐渐降低。

该研究表明,晴天和多云天气对温室内 Cl₂、CO、NH₃、CO₂、ClO₂、O₃ 等含量的影响比较大,但是不同时段受影响的气体种类有所差异,总体来看,CO、CO₂、O₃、

SO₂ 的含量在晴天时要高于多云时的含量,而 Cl₂、NH₃、ClO₂ 以及个别时段监测到的 NO 在多云时的含量高于晴天时的含量,但是也有些特殊情况。不同的天气状况对温室内的温度以及湿度会产生影响^[9],而温湿度与温室内大多数有害气体的含量有明显的相关关系,所以,天气状况对温室内有害气体含量的影响很可能是通过温度和相对湿度对其产生影响,具体的作用机制需要进一步研究。该试验只是分析了晴天与多云对温室内有害气体含量的影响,其它的天气情况对温室内有害气体含量的影响需要进一步研究。

参考文献

- [1] 邓慧静. 北方日光温室环境综合调控管理模式的探讨[J]. 北方园艺,2003(5):10-11.
- [2] 王斌,杨永春. 不同天气下的温室环境日变化研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(21):10245-10246,10249.
- [3] 蒋程瑶,程燕飞,徐文勇,等. 山东省日光温室建设使用情况调查[J]. 农机化研究,2011(7):28-33.
- [4] 张敏,王秀峰,崔秀敏,等. 日光温室生产环境状况与从业人员健康的关系[J]. 现代预防医学,2014,41(15):2712-2716.
- [5] 唐伟斌,胡章记. 塑料大棚中有毒气体的产生原因及防除技术[J]. 江苏农业科学,2002,12(3):58-73.
- [6] 张桂芳,马鸣慧. 日光温室蔬菜有害气体的发生与防治对策[J]. 宁夏农林科技,2006(5):84,6.
- [7] PHILIPS R L, ZAK D R, HOLMES W E. Microbial community composition and function beneath temperate trees exposed to elevated atmospheric carbon dioxide and ozone [J]. Oecolog I,2002,131:236-244.
- [8] 杜社妮,梁银丽,徐福利,等. 日光温室种植蔬菜年限对土壤生物和理化性质的影响[J]. 华中农业大学学报,2014,35:145-148.
- [9] 金志凤,周胜军,朱育强,等. 不同天气条件下日光温室内温度和相对湿度的变化特征[J]. 浙江农业学报,2007,19(3):188-191.

The Change and Influencing Factors of Gases in the Greenhouse

YU Xiaodong¹, WANG Xiufeng², DOU Qiaohui¹, WANG Jian¹, WANG Yijun¹, CUI Xiumin¹

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018; 2. College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

板栗树下经济植物欧李的无公害栽培技术

孙悦玲,王彩君,安哲,郑艳美,刘玉祥

(唐山职业技术学院 农林工程系,河北 唐山 063000)

中图分类号:S 664.2 文献标识码:B 文章编号:1001-0009(2015)16-0059-02

燕山板栗在燕山山脉片麻岩山区广泛栽植,效益颇高,但由于栗农过分注重板栗的发展,板栗树下及其周围裸露空闲的土壤均采用清耕法,导致水土流失,土壤生态环境被严重破坏,同时浪费了板栗树下及周边良好的土地、空间和光照资源,基于此,项目组经过多年的研究和栽培试验,筛选了适合于板栗树下及其周围栽培的经济植物——欧李。欧李俗称“钙果”,营养价值高,用途广泛,且其抗寒、抗旱、抗病虫等能力强,固土保水作用好,具有良好的经济效益和生态效益。现将板栗树下欧李的无公害栽培技术简述如下,供生产参考。

1 栽培的环境条件

将欧李栽植于燕山山脉东段迁西境内栗区板栗树的行间、树下及其周围裸露空间,栽培区内无厂矿,空气质量优良;土壤为片麻岩形成的偏酸性土壤、土层较深厚;灌溉利用大黑汀及潘家口水库的水源并结合天然降水,灌水质量优良。栽培的环境条件均符合无公害生产的要求。

2 育苗

欧李可采用扦插、分株、压条、组织培养等方法繁殖苗木。但利用这些繁殖方法获得的苗木由于根系为非

实生根系,固地性弱,不适合山区栽培,为了提高欧李的抗逆性、适应性及栽植的成活率,因而采用营养钵实生播种育苗,再在雨季进行栽培的方法。

2.1 层积处理

购置欧李实生种子,于1月初选择地势较高、排水良好的阴凉处,挖东西向层积沟,沟深60~100 cm、宽80~120 cm、长度随种子数量而定。层积前先将种子去杂,并用清水浸泡1~3 d,每日换水并搅拌1~2次,使种子充分吸水。选干净河沙,沙用量为种子体积的3~5倍,沙子湿度为46%~50%,以手握成团不滴水、松手触之即散为度。先在沟底铺15~20 cm的湿沙,然后一层沙一层种子(或事先将湿沙和种子按比例混匀),堆放距地面20 cm时,不再放种子,全部用河沙填平,然后用土堆成高于地面20~40 cm屋脊形。沙藏沟四周挖30~40 m的排水沟,以防积水。种子多时每隔1 m竖一草把,以利通气。天特别冷时应盖上草毡防冻。层积2年,中间检查4~5次,并上下翻动,以便通气散热,沙子变干,要洒水补充,发现霉烂或萌动的及时检出,霉烂的丢弃,萌动的在大棚营养钵内进行播种育苗。

2.2 播种及苗期管理

第3年的3月中旬,将沙藏后破壳露芽的种子于塑料拱棚内的苗床营养钵内进行播种。每个营养钵内播1粒种子,播种深度为2~3 cm,播后浇水。幼苗出土前保持拱棚内的温度控制在30~35℃,当出苗率达到80%以上时,温度控制在25~30℃,温度的控制可通过加盖草

第一作者简介:孙悦玲(1969-),女,河北唐山人,硕士,副教授,现主要从事园艺专业教学工作。E-mail:344137916@qq.com.

基金项目:河北省科技支撑计划资助项目(13206827D)。

收稿日期:2015-05-20

Abstract: When we use the greenhouse to process agricultural production, it will produce a variety of harmful gases. In order to study the content of the harmful gases (Cl_2 , CO , SO_2 , NH_3 , CO_2 , CH_4 , NO_2 , NO , ClO_2 , O_3) in the greenhouse and the factors that influenced its content, to provide guidance for the agricultural production and protect the quality of greenhouse vegetable and safety and practitioners' health, the greenhouses which grew tomatoes continuously 1 year, 5 years and 10 years were aimed as research object, the similar gases out of the greenhouse as comparison were studied. The influence of different planting years, different times, different weather conditions as well as temperature and relative humidity on the content of the harmful gases were analyzed. The results showed that in the seedling stage, different time periods, planting years, weather conditions, temperature, relative humidity and other multiple factors influenced the content of harmful gases. However, weather conditions, temperature and relative humidity were important factors.

Keywords: tomato; the seedling stage; greenhouse; harmful gases; factors