

网络出版时间:2015-04-13 12:59

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.05.030

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150413.1259.030.html

大棚温湿条件对草莓生长结实及土传病害的影响

张建军

(汉中职业技术学院,陕西 汉中 723001)

【摘要】【目的】研究大棚草莓不同生育期温湿条件对其生长结实及土传病害发生率的影响,为大棚草莓的精准化管理及其产量和品质的提高提供参考依据。【方法】采用随机区组设计,以陕西汉中地区冬春茬大棚草莓现蕾期、开花结实期、果实采收期的昼夜自然温湿条件组合为对照(CK),将 3 个不同生育期温湿条件组合均设为昼 $>30^{\circ}\text{C}$ /夜自然温度+自然湿度(T1)、昼自然温度/夜自然温度+湿度 $>80\%$ (T2)、昼 $>30^{\circ}\text{C}$ /夜自然温度+湿度 $>80\%$ (T3)、昼(20~28) $^{\circ}\text{C}$ /夜(5~8) $^{\circ}\text{C}$ +湿度 40%~60%(T4)以及现蕾期温湿条件设为昼(25~28) $^{\circ}\text{C}$ /夜(10~12) $^{\circ}\text{C}$ +湿度 60%~80%、开花结实期设为昼(20~25) $^{\circ}\text{C}$ /夜(5~8) $^{\circ}\text{C}$ +湿度 40%~60%、果实采收期设为昼(20~25) $^{\circ}\text{C}$ /夜(5~8) $^{\circ}\text{C}$ +湿度 60%~70%(T5)等 6 个处理,研究温湿条件组合对大棚草莓生长结实及土传病害发生率的影响。【结果】与 CK 相比,T4 和 T5 处理显著提高了大棚草莓单株坐果数,极显著提高了平均单果质量、单株产量、单位面积产量和开花结实率,极显著降低了灰霉病、白粉病、根腐病及炭疽病发生率和畸形果发生率;T1 和 T2 处理极显著降低了大棚草莓平均单果质量、单株产量、单位面积产量、单株坐果数和开花结实率,极显著提高了灰霉病和根腐病发生率;T3 处理极显著影响大棚草莓生长结实,并极显著提高了 4 种土传病害的发生率。与 T4 处理相比,T5 处理可以显著提高大棚草莓的平均单果质量和单位面积产量,极显著降低白粉病的发生率。【结论】在昼(20~28) $^{\circ}\text{C}$ 、夜(5~12) $^{\circ}\text{C}$ 、湿度 40%~80%的温湿度范围内,与保持同一温湿条件组合相比,在大棚草莓现蕾期、开花结实期、果实采收期分别选择各自适宜的温湿度组合更有利于其生长结实并降低土传病害的发生。

【关键词】 大棚草莓;生育期;温湿条件;生长结实;土传病害

【中图分类号】 S668.4;S625.5⁺¹

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)05-0143-06

Effects of greenhouse temperature and humidity on growth, fruiting, and soil-borne diseases of strawberry

ZHANG Jian-jun

(Hanzhong Vocational and Technical College, Hanzhong, Shaanxi 723001, China)

Abstract: 【Objective】The present study investigated the effects of greenhouse temperature and humidity on growth, fruiting, and incidence of soil-borne diseases of strawberry at different growth stages to provide reference for precision management and improvement of yield and quality of greenhouse strawberry. 【Method】The randomized block experiment was utilized and combination of natural temperatures and humidity in daytime and nighttime in squaring period, blossoming and fruiting period, and harvesting period of winter-spring greenhouse strawberry in Hanzhong, Shaanxi was used as control (CK). 6 treatments with combination of temperature and humidity at three different growth stages were selected, including combination of temperature and humidity naturally in both daytime and nighttime at all three growth stages (control), temperature above 30°C in daytime at all three growth stages (T1), humidity above 80% at all growth stages (T2), combination of temperature above 30°C in daytime and humidity above 80% at all

【收稿日期】 2014-05-15

【基金项目】 陕西省汉中市农业局农业产业化项目

【作者简介】 张建军(1973—),男,陕西洋县人,讲师,主要从事植物营养及生物资源的开发利用研究。E-mail:jjz588@126.com

three growth stages(T3), combination of temperature around 20—28 ℃ in daytime, 5—8 ℃ at night and humidity around 40%—60% at all growth stages (T4), and combination of temperature around 25—28 ℃ in daytime, 10—12 ℃ at night and humidity around 60%—80% in squaring period, and temperature around 20—25 ℃ in daytime, 5—8 ℃ at night and humidity around 40%—60% in blossoming and fruiting period, and temperature around 20—25 ℃ in daytime, 5—8 ℃ at night and humidity around 60%—70% in harvesting period (T5). Then the effects of temperature and humidity combination on growth, fruiting, and incidence of soil-borne diseases of greenhouse strawberry were analyzed. 【Result】 T4 and T5 significantly improved fruit set number, extremely improved mass of per fruit, yield per plant, per unit yield and rates of blossoming and fruiting, while extremely reduced rates of soil borne diseases and rates of deformity, such as gray mold, root rot, powdery mildew and anthracnose compared with CK. T1 and T2 extremely reduced mass of per fruit, yield per plant, per unit yield, fruit set number, and rates of blossoming and fruiting, while extremely improved the incidence of strawberry gray mold and root rot. T3 extremely improved the incidence of strawberry gray mold, root rot, powdery mildew, and anthracnose compared. T5 significantly improved yield and mass per fruit, while extremely reduced the incidence of strawberry powdery mildew compared with T4. 【Conclusion】 It was beneficial to grow, fruiting and reduction of incidence of soil-borne diseases of greenhouse strawberry if keeping appropriate combination of temperature within temperature around 20—28 ℃ in daytime and 5—12 ℃ at night in addition to humidity around 40%—80% at all stages.

Key words: greenhouse strawberry; growth stages; temperature and humidity; growth and fruiting; soil-borne diseases

水肥气热及光照等环境因子对果蔬生长结实、产量品质及土传病害影响较大^[1-7], 大棚设施可有效控制环境因子以提高果蔬产量品质并降低病害发生, 但是大棚连作后会导致土壤理化性状变劣且土传病害加重, 对果蔬产量品质造成严重影响^[8-9]。草莓是我国大棚设施栽培的主要果蔬之一, 吴根良等^[10]研究表明, 设施草莓生产中炭疽病、黄萎病、青枯病等土传病害因连作而更加严重, 显著影响着草莓的产量和品质。近年来, 有关肥水因素对大棚草莓生长结实、产量、品质及土传病害发生率的影响研究较多^[11-14], 但是针对冬春昼夜温差较大的陕西汉中地区大棚内温湿条件及其组合对草莓生长结实与土传病害发生率影响的研究尚未见报道, 且由于不同地区气候、土壤和设施管理方式不同, 国内关于不同环境因子对大棚草莓产量、品质及土传病害影响的研究缺乏系统性且研究结论不尽一致, 提高其产量、品质及防治病害的措施也存在一定局限性。大棚草莓不同生育期最佳温湿组合管理对其产量、品质及病害发生的影响较大, 为此, 本研究结合汉中地区冬春茬大棚草莓生产实际, 针对不同环境因子组合较系统地研究了现蕾至果实采收期温湿条件优化组合对大棚草莓生长结实及土传病害发生率的影响, 以期对陕西汉中地区大棚草莓的精准化管理及其产量、品质的提高提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况及供试材料

试验于 2013-09—2014-04 在陕西省汉中市汉台区铺镇瓜果基地进行, 该地属北亚热带季风气候区, 年均降水量 973.6 mm, 降水季节分配不均匀, 主要集中在 5—10 月份, 年均气温 14.2~14.6 ℃, 年均大气相对湿度 70%~80%。试验地土壤为重壤土, 含有机质 30.60 g/kg、全氮 1.94 g/kg、碱解氮 0.098 g/kg、速效磷 0.017 g/kg、速效钾 0.125 g/kg, pH 7.3。

供试草莓品种为“丰香”, 待草莓苗长至 5 叶 1 心期, 带土移栽入大棚。

1.2 试验设计及设施条件

根据大棚草莓现蕾期、开花结实期、果实采收期昼/夜温度和棚内空气相对湿度, 设计 6 个温湿条件组合共 6 个处理: ① CK。3 个不同生育期的温湿条件均为昼自然温度/夜自然温度+自然湿度。② T1 处理。3 个不同生育期温湿条件均为昼>30 ℃/夜自然温度+自然湿度。③ T2 处理。3 个不同生育期温湿条件均为昼自然温度/夜自然温度+湿度>80%。④ T3 处理。3 个不同生育期温湿条件均为昼>30 ℃/夜自然温度+湿度>80%。⑤ T4 处理。3 个不同生育期温湿条件组合均为昼(20~28) ℃/

夜(5~8)℃+湿度 40%~60%。⑥T5 处理。3 个不同生育期温湿条件组合分别设为现蕾期昼(25~28)℃/夜(10~12)℃+湿度 60%~80%、开花结实期昼(20~25)℃/夜(5~8)℃+湿度 40%~60%、果实采收期昼(20~25)℃/夜(5~8)℃+湿度 60%~70%。每处理重复 3 次,共设 18 个小区,采用随机区组设计,小区面积 5.4 m²,每小区均施用猪厩肥 60 000 kg/hm²(取自陕西省汉中市汉台区铺镇双丰村一个养猪场,其中含有机质 250 g/kg,N 4.5 g/kg,P₂O₅ 2.5 g/kg,K₂O 6 g/kg)、生物有机肥 750 kg/hm²(狮玛德牌有机肥,含氨基酸≥200 g/kg,有机质≥300 g/kg,腐殖酸≥160 g/kg,N+P₂O₅+K₂O≥160 g/kg,生物菌≥2×10⁸ 个/kg)、磷钾三元复合肥 1 200 kg/hm²(德国进口复合肥,N+P₂O₅+K₂O≥510 g/kg,N、P、K 各占 1/3)。有机肥在定植前 2 周施入,化肥在定植前 1 周施入,草莓生长期间其他田间管理措施一致。

试验采用竹木结构大棚,大棚内套小拱棚,覆盖黑色地膜,采用电热线进行地面增温,并在小拱棚内悬挂白炽灯泡对小环境进行增温,棚内温度调控通过放风、揭盖小拱棚草苫及放风时间等来调节,排湿结合调温放风进行,不能因排湿而影响各生育期的温度要求。2013-09 初高畦定植草莓,垄面宽 40 cm,垄基宽约 60 cm,垄沟深 15 cm,垄沟宽 15 cm,每垄双行,行距 20 cm,株距 15 cm,区长 180 cm,每垄栽 24 株,每小区 3 垄 6 行,小区周围设保护行,10

月中旬覆盖地膜和扣棚,2014-03-30 试验结束。

1.3 测定项目及方法

大棚草莓成熟后每小区采用“S”形法选择 20 株测定草莓单株产量并分别从中随机选取 20 颗成熟鲜草莓测定草莓平均单果质量;每 3 d 统一采收 1 次,采收后各处理分别统计产量。大棚草莓单株坐果数、开花结实率、畸形果发生率及灰霉病、白粉病、炭疽病、根腐病 4 种土传病害发生率均采用田间调查法^[15-17]进行统计。

1.4 数据处理

试验数据采用 DPS 9.50 软件进行方差分析,对差异显著者用 Duncan’s 新复极差法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 温湿条件组合对大棚草莓产量的影响

表 1 表明,在其他管理措施相同的条件下,与 CK 相比,各生育期昼/夜温度+棚内空气相对湿度的不同温湿组合处理对大棚草莓平均单果质量、单株产量及单位面积产量均有极显著影响,其中 T5、T4 处理较 CK 极显著增加,T1、T2、T3 处理较 CK 极显著减少。说明汉中地区冬春茬大棚草莓现蕾至果实采收期温湿条件保持在昼(20~28)℃/夜(5~12)℃+湿度 40%~80%有助于草莓产量提高,而昼温>30℃或湿度>80%的温湿条件会导致草莓产量降低。

表 1 3 个生育期不同温湿条件对大棚草莓产量的影响

Table 1 Effects of temperature and humidity on yield of greenhouse strawberry				
处理 Treatment	平均单果质量/g Mass of per fruit	单株产量/kg Yield per plant	单位面积产量/(kg·hm ⁻²) Yield	增产率/% Increase rate
CK	13.52 Bc	0.98 Bb	20 013.53 Bc	—
T1	12.65 Cd	0.75 Cc	18 979.12 Cde	-5.17
T2	12.89 Cd	0.79 Cc	19 051.32 Cd	-4.81
T3	11.70 De	0.69 Cc	18 500.21 Ce	-7.56
T4	14.98 Ab	1.21 Aa	22 555.87 Ab	12.70
T5	15.32 Aa	1.31 Aa	23 247.83 Aa	16.16

注:同列数据后标不同大写字母者表示差异极显著(P<0.01),标不同小写字母者表示差异显著(P<0.05)。下同。
Note:Different capital letters show extremely significant difference (P<0.01),and lowercase letters show significant difference (P<0.05). The same below.

表 1 还表明,T5 处理的平均单果质量和单位面积产量显著高于 T4,但单株产量二者之间差异不显著,说明大棚草莓在 3 个不同生育期分别保持各自适宜的温湿条件较各生育期保持同一温湿条件显著有利于提高平均单果质量及单位面积产量,即有利于提高大果率。T3 处理的平均单果质量极显著低于 T1、T2,但单株产量三者差异不显著,说明大棚

草莓不同生育期昼>30℃/夜自然温度+湿度>80%的温湿条件组合与其相应的温湿单因子条件相比,更不利于平均单果质量的增加,反而会极显著降低其大果率。

2.2 温湿条件组合对大棚草莓生长结实的影响

表 2 表明,在其他管理措施相同的条件下,与 CK 相比,T5、T4 处理的单株坐果数显著增加,开花

结实率极显著增加,畸形果发生率则极显著降低; T3、T2、T1 处理单株坐果数及开花结实率极显著减少,T3 处理的畸形果发生率显著增加,T2、T1 处理的畸形果发生率差异不显著。说明大棚草莓 3 个不同生育期保持昼(20~28)℃/夜(5~12)℃+湿度

40%~80%的温湿条件有利于提高单株坐果数和开花结实率,并降低其畸形果发生率,而昼温>30℃或湿度>80%的温湿条件则会降低单株坐果数和开花结实率,但对畸形果发生率影响不显著。

表 2 3 个生育期不同温湿条件对大棚草莓生长结实的影响

Table 2 Effects of temperature and humidity on growth and fruiting of greenhouse strawberry

处理 Treatment	单株坐果数 Fruit set	开花结实率/% Rates of blossoming and fruiting	畸形果发生率/% Rates of deformity
CK	70.11 Ab	82.31 Bb	13.91 Ab
T1	63.82 Bc	73.92 Cc	14.35 Aab
T2	64.16 Bc	72.53 Cc	14.58 Aab
T3	60.12 Cd	71.83 Cc	15.76 Aa
T4	72.60 Aa	93.52 Aa	11.46 Bc
T5	73.52 Aa	95.42 Aa	10.54 Bc

表 2 还表明,T5 处理的单株坐果数、开花结实率及畸形果发生率与 T4 相比差异不显著,说明与 3 个生育期均保持同一合适的温湿条件组合相比,大棚草莓 3 个不同生育期分别保持各自适宜的温湿条件组合对其生长结实并无显著影响。T3 处理的单株坐果数极显著低于 T1、T2,但开花结实率和畸形果发生率三者差异不显著,说明不同生育期昼温>30℃/夜自然温度+湿度>80%的温湿条件与相应温湿单因子条件相比其可极显著降低单株坐果数。

2.3 温湿条件组合对大棚草莓土传病害发生率的影响

表 3 表明,在其他管理措施相同的条件下,与 CK 相比,T5、T4 处理的 4 种土传病害发生率均极

显著减少,T3 处理的 4 种土传病害发生率极显著增加,说明大棚草莓 3 个不同生育期保持昼(20~28)℃/夜(5~12)℃+湿度 40%~80%的温湿条件会极显著降低灰霉病、白粉病、根腐病及炭疽病的发生率,而不同生育期昼温>30℃/夜自然温度+湿度>80%的温湿条件组合则会极显著地促进 4 种土传病害的发生。T3、T2、T1 处理的灰霉病和根腐病发生率极显著增加;T3、T1 处理的白粉病发生率较 CK 极显著增加,T2 处理的白粉病发生率与 CK 差异不显著;T2、T1 处理的炭疽病发生率与 CK 差异不显著,说明不同生育期昼温>30℃或湿度>80%的温湿条件会极显著提高灰霉病和根腐病的发生率。

表 3 3 个生育期不同温湿条件对大棚草莓土传病害发生率的影响

Table 3 Effects of temperature and humidity on incidence of soil-borne diseases of greenhouse strawberry %

处理 Treatment	灰霉病 Rate of graymold	白粉病 Rate of powdery mildew	炭疽病 Rate of anthracnose	根腐病 Rate of rootmold
CK	13.28 Bc	13.88 Cc	13.15 Bb	12.51 Cc
T1	14.33 Ab	14.68 Bb	13.25 ABb	13.51 Bb
T2	14.75 Aab	14.12 BCc	13.54 ABab	13.72 Bb
T3	15.32 Aa	15.29 Aa	14.13 Aa	14.86 Aa
T4	9.89 Cd	9.68 Dd	8.54 Cc	8.69 Dd
T5	9.22 Cd	9.05 Ee	8.12 Cc	8.45 Dd

表 3 还表明,T5 处理的白粉病发病率极显著低于 T4,但其余 3 种病害发生率二者差异不显著,说明 3 个不同生育期分别保持各自适宜的温湿条件与 3 个生育期保持同一合适的温湿条件组合有利于降低白粉病的发生率。T3 处理的白粉病和根腐病发生率均极显著高于 T1、T2 处理,但对于灰霉病和炭疽病发生率而言,T3 处理显著高于 T1 处理,T3 与 T2 处理间差异不显著,说明与相应温湿单因子条件相比,不同生育期昼温>30℃/夜自然温度+湿度>80%的温湿条件组合可以极显著提高白粉病和

根腐病的发生率。

3 讨论与结论

采用大棚设施可有效控制温湿条件从而影响草莓生长结实、产量、品质及病害发生率。本研究结果表明,在大棚草莓现蕾至果实采收期的 3 个不同生育期,将其温湿条件组合保持在昼(20~28)℃/夜(5~12)℃+湿度 40%~80%可极显著提高其平均单果质量、单株产量及单位面积产量,昼温>30℃或湿度>80%的温湿条件会使其平均单果质量、单

株产量和单位面积产量极显著降低。这与范长娣等^[18]湿温配合适宜则草莓平均单果质量较大的研究结果相一致,也与须海丽^[19]报道的采用上午 30℃、夜间不低于 5℃ 的温度管理措施有利于草莓果实充实和糖度提高的研究结果相似。这可能是因为草莓根系生长有最适温度(18~25℃)和最适土壤湿度(40%~60%)要求,温、湿度过大或过小均会影响草莓根系活力和果实正常生长发育;且开花结实期高温能促进果实成熟变红,但温度过高会使果实未膨大即成熟,导致成熟果实变小,即平均单果质量下降,进而影响产量;而且夜温低、昼夜湿差大有利于养分积累并促进果实肥大,夜温过高(高于 10℃)植株消耗养分多,果实膨大会受影响。本试验设计的温、湿度范围比较接近草莓最适温、湿度范围,因而促进了草莓根系生长和果实的正常生长发育,并降低了植株养分消耗,所以提高了产量。

草莓单株坐果数和开花结实率与草莓花芽分化密切相关。余红等^[20]研究表明,最高和最低气温对草莓花芽分化的开始和结束均有影响,花芽分化的临界温度为 5~27℃,适宜温度为 10~20℃,在适宜的温度范围内,高温会延缓分化,低温则促进分化,但 5℃ 以下花芽分化会停止,25℃ 以上花芽分化会受到抑制。王连君等^[21]研究表明,长春地区草莓在 30℃ 以上则不能形成花芽。本研究结果显示,大棚草莓现蕾至果实采收期温湿条件组合保持在昼(20~28)℃/夜(5~8)℃+湿度 40%~60%,可显著提高其单株坐果数和开花结实率,极显著降低畸形果发生率;昼温>30℃或湿度>80%的温湿条件则会极显著降低其单株坐果数和开花结实率,但对畸形果发生率影响不显著。本研究设计的温度范围及其对开花结实率的影响与余红等^[20]的研究结果相似。

本研究结果还表明,大棚草莓现蕾至果实采收期保持昼(20~28)℃/夜(5~8)℃+湿度 40%~60%的温湿条件,会极显著降低灰霉病、白粉病、根腐病及炭疽病等土传病害的发生率,昼温>30℃或湿度>80%的温湿条件会极显著提高灰霉病和根腐病的发生率,昼温>30℃/夜自然温度+湿度>80%的温湿条件组合可极显著提高上述 4 种病害的发生率,这与闫杰等^[22]认为高温高湿不仅不利于作物生长,反而容易使作物发病的研究结论相一致。这可能是因为大多数土传病害以菌丝体和分生孢子的形式在土中越冬成为次年的初侵染原,越冬病原产生分生孢子,当环境适宜(空气相对湿度较大,

温度 20~25℃)时,病菌的分生孢子随气流传播到寄主叶片上,后萌发产生芽管和吸器侵入危害,而在低湿环境下孢子繁殖受抑制,因此高温高湿环境容易诱发各种土传病害。

综合考虑本研究结果,认为在昼(20~28)℃、夜(5~12)℃、湿度 40%~80%的温、湿度条件下,于大棚草莓现蕾期、开花结实期、果实采收期分别选择各自适宜的温湿度组合,与 3 个生育期保持同一温湿条件组合相比更有利于大棚草莓生长结实并降低土传病害的发生。

[参考文献]

- [1] 梁玉芹,刘云,杨军芳,等.不同灌水量对日光温室番茄产量与品质的影响[J].河北农业科学,2012,16(2):34-36.
Liang Y Q, Liu Y, Yang J F, et al. Effects of different irrigation amount on yield and quality of tomato in greenhouse [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2012, 16(2): 34-36. (in Chinese)
- [2] 张建军,周芳.菜籽饼肥与猪厩肥配施对大棚樱桃番茄植株生长、产量及品质的影响[J].广东农业科学,2012,39(18):90-93.
Zhang J J, Zhou F. Effects of different ratio of rape-seed cakes and pig manure application together on the plant growth, yield and quality of greenhouse cherry tomato [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2012, 39(18): 90-93. (in Chinese)
- [3] 薛义霞,李亚灵.空气湿度对高温下番茄营养生长的影响[J].西北农业学报,2010,19(4):149-154.
Xue Y X, Li Y L. Effects of air humidity on vegetative growth of tomato seedlings under high temperature [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2010, 19(4): 149-154. (in Chinese)
- [4] Sanz C, Perez A G, Oliars R. Effects of temperature on flavor components in "in vire" grown strawberry [J]. Acta Horticulturae, 2002, 567(1): 365-368.
- [5] 赵玉萍,邹志荣,白鹏威,等.不同温度对温室番茄生长发育及产量的影响[J].西北农业学报,2010,19(2):133-137.
Zhao Y P, Zou Z R, Bai P W, et al. Simulation of the relationship between dynamic organ growth of tomato and environmental temperature and light [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2010, 19(2): 133-137. (in Chinese)
- [6] 刘贤赵,康绍忠.不同生长阶段遮荫对番茄光合作用、干物质分配与叶 N, P, K 的影响[J].生态学报,2002,22(12):2264-2271.
Liu X Z, Kang S Z. Effects of shading on photosynthesis, dry Matter partitioning and N, P, K concentrations in leaves of tomato plants at different growth stages [J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(12): 2264-2271. (in Chinese)
- [7] 徐坤,丁兆堂.栽培方式对田间小气候及夏番茄生长与产量的影响[J].西北农业学报,2003,12(4):98-101.
Xu K, Ding Z T. Effects of cultivation patterns on microcli-

- mate, growth and yield of over-summer tomatoes [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 2003, 12(4): 98-101. (in Chinese)
- [8] 喻景权, 杜尧舜. 蔬菜设施栽培可持续发展中的连作障碍问题 [J]. *沈阳农业大学学报*, 2000, 31(1): 124-126.
- Yu J Q, Du Y S. Soil-sickness problem in the sustainable development for the protected production of vegetables [J]. *Journal of Shengyang Agricultural University*, 2000, 31(1): 124-126. (in Chinese)
- [9] 郭 静. 不同肥料处理对藜蒿品质的影响及藜蒿土壤连作障碍成因的研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- Guo J. Study on the effects of different fertilizers on the quality of artemisia selengensis and analysis of obstacles caused by continuous cropping [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2013. (in Chinese)
- [10] 吴根良, 忻 雅, 童建新, 等. 不同前作对设施草莓土壤环境动态变化和经济效益的影响 [J]. *浙江农业学报*, 2012, 24(2): 232-237.
- Wu G L, Xin Y, Tong J X, et al. Effect of different preceding crops on the dynamics of soil environment and economic benefits of strawberry under protected cultivation [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2012, 24(2): 232-237. (in Chinese)
- [11] 邹荣松, 刘克锋, 王红利, 等. 不同微生物有机肥对草莓生长影响的研究 [J]. *中国农学通报*, 2009, 25(8): 196-198.
- Zou R S, Liu K F, Wang L H, et al. Study on the influences of strawberry growth treated by different microbe organic fertilizers [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009, 25(8): 196-198. (in Chinese)
- [12] 张建军, 刘 红. 不同配方施肥对大棚草莓生长结实的影响 [J]. *西北林学院学报*, 2013, 28(2): 114-117.
- Zhang J J, Liu H. Effects of different formulated fertilization on growth and fruiting of greenhouse *Fragaria ananassa* [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2013, 28(2): 114-117. (in Chinese)
- [13] 张建军, 刘 红, 李 霞. 不同有机肥配施对大棚草莓品质及土传病害发生率的影响 [J]. *安徽农业大学学报*, 2013, 40(1): 65-69.
- Zhang J J, Liu H, Li X. Effects of different of organic fertilizers application together on the quality and the incidence of the soil-borne diseases of greenhouse strawberry [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2013, 40(1): 65-69. (in Chinese)
- [14] 钱小琴. 灌溉方式对草莓产量、品质和水分代谢的影响 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2009.
- Qian X Q. Effect of irrigation modes on production, quality and water metabolism of strawberry [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2009. (in Chinese)
- [15] 龚闻佳, 裴建荣, 胡引飞. 不同育苗方式对红颊草莓子苗质量及开花结实的影响 [J]. *宁波农业科技*, 2012(2): 15-17.
- Gong W J, Qiu J R, Hu Y F. Effects of different seedling raising manners on seedling quality, flowering and fruiting of Hongjia strawberry [J]. *Ningbo Agricultural Science and Technology*, 2012(2): 15-17. (in Chinese)
- [16] 甄文超, 代 丽, 胡同乐, 等. 连作对草莓生长发育和根部病害发生的影响 [J]. *河北农业大学学报*, 2004, 27(5): 68-71.
- Zhen W C, Dai L, Hu T L, et al. Effect of continuous cropping on growth and root diseases of strawberry [J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2004, 27(5): 68-71. (in Chinese)
- [17] 杨之为, 王汝贤. 植物病害的田间快速调查法 [J]. *植物保护*, 1993(4): 39-41.
- Yang Z W, Wang R X. The method of rapid investigating filed plant diseases [J]. *Plant Protection*, 1993(4): 39-41. (in Chinese)
- [18] 范长娣, 毛文梁, 方 敏. 闽北主要气象条件对草莓产量与品质的影响 [J]. *亚热带农业研究*, 2008, 4(2): 115-117.
- Fan C D, Mao W L, Fang M. Effects of meteorological conditions on yield and quality of strawberry in north Fujian [J]. *Subtropical Agriculture Research*, 2008, 4(2): 115-117. (in Chinese)
- [19] 须海丽. 不同的温度管理对草莓果实单果重及糖度的影响 [J]. *北方园艺*, 2006(6): 30-31.
- Xu H L. Effects of different greenhouse temperature on weight per fruit and brix in strawberries [J]. *Northern Horticulture*, 2006(6): 30-31. (in Chinese)
- [20] 余 红, 马华升, 方献平, 等. 草莓花芽分化机理及调控技术研究进展 [J]. *江西农业学报*, 2011, 23(1): 58-61.
- Yu H, Ma H S, Fang X P, et al. Review on mechanism of strawberry flower bud differentiation application of regulation [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2011, 23(1): 58-61. (in Chinese)
- [21] 王连君, 杨春华, 周桂清, 等. 草莓花芽分化时期及条件的研究 [J]. *吉林农业大学学报*, 1993, 15(2): 31-33.
- Wang L J, Yang C H, Zhou G Q, et al. Study on stages and conditions of strawberry flower bud differentiation [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 1993, 15(2): 31-33. (in Chinese)
- [22] 闫 杰, 罗庆熙, 陈碧华. 园艺设施内湿度环境的调控 [J]. *长江蔬菜*, 2004(9): 36-39.
- Yan J, Luo Q X, Chen B H. Control of humidity environment under horticultural greenhouse [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2004(9): 36-39. (in Chinese)