

覆施稻壳对大棚黄瓜长势及防控黄瓜疫病的影响

赵丽丽¹, 王成港¹, 赵琳², 艾聪聪¹, 盛慧¹, 王玉姣³, 孟哲³, 李壮¹, 朱春原², 张修国^{1,3*}

(1. 山东农业大学植物保护学院/山东省蔬菜病虫生物学重点实验室, 山东泰安 271018; 2. 山东农业大学生命科学学院, 山东泰安 271018; 3. 山东师范大学生命科学院, 山东济南 250013)

摘要 研究覆施不同稻壳量对大棚黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期的长势影响及防控黄瓜疫病的效果。在覆施不同稻壳量后, 分别测定黄瓜在每个生长期的土壤温度、棚内相对湿度、株高和茎粗、根系干重和根系活力及黄瓜疫病病情指数等指标。结果表明, 与对照相比, 覆施 25 kg 稻壳对大棚黄瓜 15 cm 处的土壤温度效果最好, 且盛果期的温度增幅最快; 棚内相对湿度显著下降; 黄瓜株高、茎粗、根系干重和根系活力等指标明显提高, 黄瓜疫病发生程度显著减轻, 以覆施 25 kg 稻壳处理时黄瓜长势及抗病性最显著, 提高了黄瓜产量。该方法成本低、易操作, 节时省力, 若因地制宜, 适量施用, 将对保护地黄瓜无公害栽培具有重要作用。

关键词 大棚黄瓜; 稻壳处理; 黄瓜长势; 黄瓜疫病; 绿色栽培

中图分类号 S642.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)06-0035-06

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.06.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Rice Husk Covering on Cucumber Growth and Prevention and Control of Cucumber Phytophthora Blight in Greenhouse
ZHAO Li-li¹, WANG Cheng-gang¹, ZHAO Lin² et al (1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University/Shandong Provincial Key Laboratory for Biology of Vegetable Diseases and Insect Pests, Taian, Shandong 271018; 2. College of Life Sciences, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018)

Abstract To study the influence of different rice hull amount on the growth of cucumber at stage of rosette, full bloom, early fruit, full fruit and last fruit in greenhouse and the prevention and control of cucumber blight, soil temperature, relative humidity, plant height, stem diameter, root dry weight, root activity and disease index of cucumber during each growing period were determined by covering different rice hull amount. The results showed that compared with the control, covering 25 kg rice hull had the best effect on soil temperature at 15 cm of cucumber in greenhouse, and the temperature increased fastest at full bloom stage. The relative humidity in the shed decreased significantly. The plant height, stem diameter, root dry weight and root activity of cucumber were significantly increased, while the disease index of cucumber phytophthora blight was significantly decreased. The method was low cost, easy to operate, time saving and labor saving. If applied appropriately according to local conditions, it will play an important role in pollution-free cucumber cultivation in protected areas.

Key words Greenhouse cucumber; Rice husk treatment; Cucumber growth; Cucumber phytophthora blight; Green cultivation

黄瓜是我国大面积种植的重要蔬菜之一, 增强黄瓜长势、控制病虫害发生对提高黄瓜产量和品质具有重要作用。我国年产稻壳一直位居世界首位, 多以焚烧的方式处理, 既浪费资源又污染环境。而稻壳作为农业废弃物, 经高温处理后, 掺入土壤可有效增加土壤有机质含量及改善土壤生态环境^[1-3], 具有重要的利用价值。

黄瓜疫病是在设施黄瓜整个生育期中普遍发生的土传根茎卵菌病害^[4-5]。在栽培生产中, 因缺乏抗黄瓜疫病品种, 防治主要以栽培和化学防治为主, 而传统栽培技术难以有效控制疫病发生与危害, 化学防治则效果不佳且抗药性和生态安全问题突出^[6], 致使黄瓜疫病一直是栽培中难防难治的重要病害。因此, 无公害绿色栽培防控仍是未来的研究趋势^[7], 在大棚黄瓜生产中, 探究强根壮苗、增强长势、减少化学药剂用量以提高植株抗病性的绿色栽培防控技术具有十分重要的意义。

研究表明, 在大棚温室覆盖稻壳可防寒保温, 减少冻土层厚度, 提高土壤中的速效养分, 因此可提前播种, 促使蔬菜

提早上市^[8-9]。因稻壳疏松多孔的特性, 利用稻壳生物反应堆技术处理的温室土壤松软透气, 土壤有机质含量增加, 有利于温室蔬菜的根部发育^[10]。此外, 农业废弃物还田还可调节土壤理化性质, 改善土壤环境, 以促进蔬菜的生长发育, 提高品质和产量^[11-13]。但在设施黄瓜栽培中, 在覆施稻壳对黄瓜不同生长期的长势及防控黄瓜疫病发生危害效果等方面的影响鲜见报道。此外, 虽黄瓜疫病生物防治技术一直是近几年的研究热点, 如对拮抗微生物和植物源抑菌物的研究, 但生物防治易受制于环境因素且现阶段不能完全替代化学防治^[14]。

笔者连续 3 年系统探索覆施不同稻壳量(15、20、25 kg)对大棚生态环境和黄瓜不同生长期长势的影响; 探讨覆施稻壳对防控黄瓜疫病发生危害的作用, 并界定在黄瓜栽培中稻壳的最佳覆施量标准, 以期丰富设施蔬菜绿色栽培技术, 减少化学农药用量, 提高黄瓜长势及抗病性, 为稻壳的资源化利用以及设施栽培管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试黄瓜品种为津优 401, 由济南市莱芜明利蔬菜种植专业合作社提供。稻壳购自济宁市任城区农副产品市场。

1.2 试验时间及地点 试验时间为 2019—2021 年, 试验地点为济南市莱芜明利蔬菜种植专业合作社。

1.3 试验设计 将具有吸湿和保温性能的稻壳材料在夏季

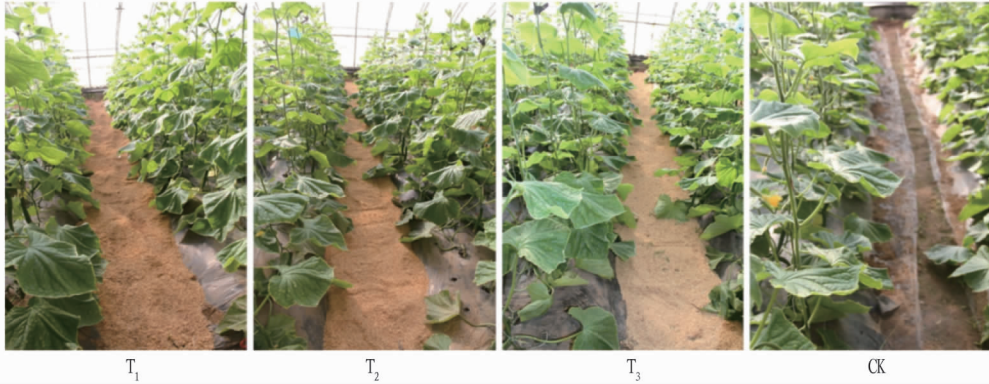
基金项目 山东省重大科技创新工程(2019JZZY010714); 国家大宗蔬菜产业技术体系(CARS-25-03B)。

作者简介 赵丽丽(1996—), 女, 山东淄博人, 硕士研究生, 研究方向: 植物病原真菌学及真菌资源利用。* 通信作者, 教授, 博士, 从事蔬菜病原卵菌分子遗传学、蛋白结构生物学, 真菌系统学、进化化学及病害综合技术研究。

收稿日期 2022-05-10

高温季节堆积,并覆膜密封经高温自然发酵处理 20~30 d 后,适宜放置备用。

选取 4 个黄瓜大棚,设置 3 个试验棚和 1 个对照棚。准备好经自然发酵后的稻壳材料,在黄瓜定植期对 3 个试验棚进行间行覆施稻壳处理,覆施的稻壳量分别为 15 kg(图 1 T₁)、20 kg(图 1 T₂)、25 kg(图 1 T₃),处理的黄瓜行长 8.0 m,



注:T₁指 15 kg 稻壳处理;T₂指 20 kg 稻壳处理;T₃指 25 kg 稻壳处理;CK 指未经稻壳处理。

Note:T₁ refers to cucumber shed treated with 15 kg rice husk;T₂ refers to cucumber shed treated with 20 kg rice husk;T₃ refers to cucumber shed treated with 25 kg rice husk;CK refers to cucumber shed without rice husk treatment.

图 1 不同稻壳量间行处理大棚黄瓜

Fig.1 Treatment of greenhouse cucumbers with different amounts of rice husks

1.4 测定指标与方法

1.4.1 大棚黄瓜土壤温度。选择晴朗天气,分别在大棚黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期及末果期后,用地温仪器分别测定不同稻壳量(15、20、25 kg)处理后大棚黄瓜土壤表层向下深为 5、15、25 cm 处的温度,每个处理组分别测定 5 个点不同表层的土壤温度。

每天 06:00 开始记录,每间隔 3 h 自动记录一次土壤温度。最后分别统计并计算出大棚黄瓜在团棵期、盛花期、初果期、盛果期及末果期经 15、20、25 kg 稻壳处理后在 5、15、25 cm 土壤处 5 d 的平均温度。

1.4.2 大棚黄瓜室内相对湿度。在大棚黄瓜定植前,将空气湿度计分别悬挂在 4 个黄瓜大棚内,每个棚中均匀放置 5 处,以悬挂后湿度计距地面高度约 60 cm 为宜。每天 06:00 至次日 06:00 分别对黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期的湿度进行测定,间隔 3 h 测量一次,统计每天的湿度平均值,最后统计出黄瓜不同生长期的总湿度平均值。

1.4.3 黄瓜植株地上部生长指标。植株地上部生长指标通过黄瓜株高、茎粗来反映。株高以黄瓜 5 个不同生长期的植株基部至最高处长度为准,利用工具卷尺,通过 5 点取样法,每点均测定 50 株黄瓜株高,再取平均值。茎粗以黄瓜 5 个不同生长期茎的最大粗度为准,利用游标卡尺,通过 5 点取样法,每点测量 50 株黄瓜茎粗,最后取平均值。

1.4.4 黄瓜根系生长指标。在大棚黄瓜的团棵期、初花期、盛花期、初果期、盛果期和末果期,分别测定经不同稻壳量处理和未经稻壳处理的大棚黄瓜根系干重和根系活力。根系干重烘干后用万分之一天平来测定;根系活力测定采用 TTC 法^[15]。

行距 0.9 m,以间行未覆施稻壳处理作为对照(图 1 CK)。后期分别在黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期测定黄瓜在不同土层深处(5、15、25 cm)的土壤温度、棚内相对湿度,黄瓜株高、茎粗、根系干重、根系活力和黄瓜疫病危害情况等各个指标,综合评价覆施不同稻壳量对黄瓜不同生长期的长势及黄瓜疫病发生的影响。

1.4.5 黄瓜疫病发生危害调查方法。从黄瓜疫病零星发病阶段开始,对经不同稻壳量处理和未经稻壳处理的大棚,通过对角线 5 点取样法,每点调查 50 株黄瓜,观察黄瓜疫病危害情况。每间隔 7 d 调查 1 次,连续调查 3 次。

1.4.6 黄瓜疫病分级标准及病情指数。0 级,无症状;1 级,茎基部水浸状,稍变黄,叶片不萎蔫;2 级,茎基部水浸状扩展型病斑超过 2 cm,稍溢缩,或叶片萎蔫;3 级,茎基部病斑超过 3 cm,或茎部溢缩明显,真叶出现萎蔫;4 级,植株萎蔫死亡。

病情指数 = $100 \times \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值})}{\text{调查总叶数} \times \text{最高级代表值}}$

1.4.7 黄瓜果实品质和产量指标。在末果期,选取长势具代表性的商品瓜,取其前、中、后 3 部分,快速打成匀浆,进行黄瓜果实品质测定。黄瓜产量则通过测定全株干物质质量、单株结瓜数、单果重、单株产量和总产量等指标来反映。

可溶性糖测定采用蒽酮比色法^[15];可溶性蛋白测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[15];维生素 C 测定采用 2,二氯喹啉比色法^[15];游离氨基酸测定采用茚三酮显色法^[15];硝酸盐测定采用水杨酸法^[15]。全株干物质重量全株烘干后用万分之一天平测定;单株结瓜数测定采用计数法;单果重、单株产量和总产量采用千分之一天平测定。

1.5 数据处理 采用 Office 2010 软件 Excel 进行数据处理,应用 SPSS 23.0 统计软件进行数据的显著性分析。

2 结果与分析

2.1 覆施稻壳对大棚黄瓜土壤温度的影响 由表 1 可知,在大棚黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期,覆施 15、20、25 kg 稻壳后与 CK 相比,在 5 和 15 cm 处的土壤温度差

异显著,且均以 25 kg 稻壳处理的效果最好;在盛果期,覆施 15 与 20 kg 稻壳量相比,在 15 cm 处的土壤温度差异不显著。在初果期、盛果期和末果期,覆施不同稻壳量与 CK 相比,25 cm 处土壤温度都有显著差异;而在团棵期,25 cm 处土壤温度 15 与 20 kg 稻壳量处理差异不显著;在盛花期,25 cm 处土壤温度覆施 15 kg 稻壳量与 CK 无显著差异。但在每个生长期仍是 25 kg 稻壳处理后效果最好。

综合分析,在黄瓜不同生长期,3 个土层的土壤温度均表现为 25 kg 稻壳处理>20 kg 稻壳处理>15 kg 稻壳处理>未

经稻壳处理;且与 CK 相比,覆施稻壳后在 5、15 和 25 cm 处的土壤温度升高幅度均表现为盛果期>初果期>盛花期>末果期>团棵期。

在覆施相同稻壳量的条件下,对黄瓜同一生长期的土壤温度比较发现,15 cm 处均明显高于 5 cm 处,25 cm 处土壤温度升高幅度均低于 5 和 15 cm 处土壤温度升高幅度,25 cm 土壤处黄瓜根系生长发育相对缓慢。在栽培生产中,15 cm 的土壤层更适宜黄瓜的根系发育,因此覆施 25 kg 稻壳量更能满足根系发育所需的土壤温度,促进黄瓜地下部的生长。

表 1 不同稻壳量处理对大棚黄瓜土壤温度的影响

Table 1 Effects of different rice hulls treatment on soil temperature of cucumber in greenhouse

单位:℃

土层 Soil layer cm	处理 Treatment	团棵期 Rosette stage	盛花期 Full-bloom stage	初果期 Early fruit stage	盛果期 Full bearing stage	末果期 Late fruiting stage
5	CK	14.60±0.10 d	15.47±0.15 d	17.10±0.10 d	20.11±0.11 d	17.91±0.09 d
	T ₁	15.67±0.15 c	16.81±0.10 c	18.32±0.09 c	21.31±0.10 c	19.41±0.10 c
	T ₂	16.77±0.15 b	17.38±0.50 b	19.65±0.09 b	22.55±0.08 b	20.10±0.11 b
	T ₃	17.25±0.13 a	18.90±0.10 a	20.20±0.10 a	23.32±0.10 a	20.78±0.10 a
15	CK	15.90±0.07 d	16.95±0.46 d	17.61±0.10 d	20.09±0.10 c	19.85±0.06 d
	T ₁	16.50±0.10 c	18.25±0.90 c	19.60±0.10 c	23.00±0.10 b	20.30±0.10 c
	T ₂	17.50±0.10 b	19.58±0.56 b	20.40±0.10 b	23.70±0.10 b	21.40±0.10 b
	T ₃	18.80±0.10 a	20.45±0.70 a	21.50±0.10 a	24.30±0.10 a	22.90±0.10 a
25	CK	15.85±0.11 c	16.42±0.11 c	16.62±0.08 d	19.35±0.07 d	17.81±0.10 d
	T ₁	15.96±0.15 b	16.60±0.10 c	17.00±0.10 c	20.11±0.11 c	18.00±0.10 c
	T ₂	16.30±0.10 b	17.10±0.10 b	18.30±0.10 b	21.30±0.10 b	18.60±0.10 b
	T ₃	17.30±0.10 a	18.50±0.10 a	19.30±0.10 a	22.50±0.10 a	19.70±0.10 a

注: 同列不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著($P<0.05$)。

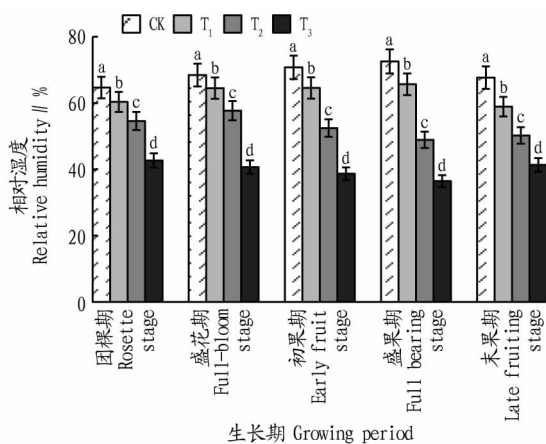
Note: Different lowercase letters in the same column represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

2.2 覆施稻壳对大棚黄瓜相对湿度的影响 由图 2 可知,在黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期,与 CK 相比,覆施稻壳处理(T₁、T₂、T₃)后大棚相对湿度显著下降。在每个生长期,随稻壳量的增加室内相对湿度均呈递减趋势,不同处理组间差异显著,且与 CK 相比,稻壳处理后的室内相对湿度降低幅度均表现为 25 kg 稻壳处理>20 kg 稻壳处理>15 kg 稻壳处理。

综合分析比较,经不同稻壳量处理的大棚,在黄瓜 5 个关键生长期中,棚内相对湿度均显著降低。高湿是导致黄瓜疫病发生的关键因子,因此覆施稻壳对抑制黄瓜疫病的发生与危害具有一定作用,且覆施 25 kg 稻壳时更显著降低了室内相对湿度,对于防控黄瓜疫病危害的效果更好。

2.3 覆施稻壳对大棚黄瓜株高和茎粗的影响 由图 3、4 可知,在黄瓜团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期,经不同稻壳量处理(T₁、T₂、T₃)的大棚黄瓜株高和茎粗均明显高于 CK。且在不同时期,与 CK 相比,黄瓜株高和茎粗均表现为 25 kg 稻壳处理>20 kg 稻壳处理>15 kg 稻壳处理。在黄瓜团棵期、盛花期和初果期,随着稻壳量的增加,黄瓜的株高和茎粗增长较快,而在盛果期和末果期,黄瓜株高和茎粗递增幅度相对较小,这与后期黄瓜株高和茎粗生长趋于稳定状态有关。

由图 3 可知,在团棵期和盛果期,20 与 25 kg 稻壳处理相比,株高差异不显著,但与 CK 相比差异显著,25 kg 处理的黄瓜株高相对更高;在团棵期,15 kg 稻壳处理相较于 CK 株



注: 不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著($P<0.05$)。

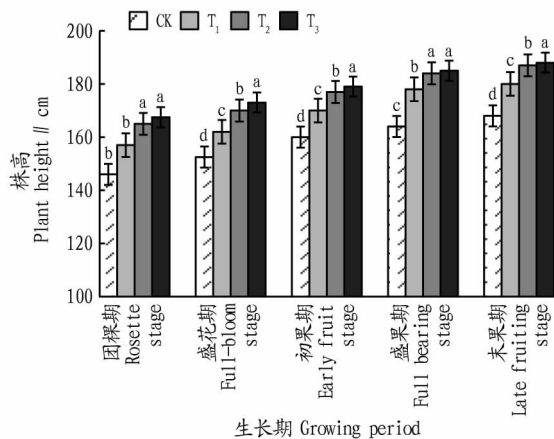
Note: Different lowercase letters in the same column represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

图 2 不同稻壳量处理对大棚室内相对湿度的影响

Fig.2 Effects of different rice hulls treatment on changes of indoor relative humidity in greenhouses

高变化不显著。由图 4 可知,在团棵期,覆施不同稻壳量处理与 CK 相比,茎粗均有显著差异,而随着黄瓜的生长,15 kg 稻壳处理与 CK 不再有显著差异;在末果期,与 CK 相比,20 kg 稻壳处理差异不显著,而 25 kg 稻壳处理在每个生长期均显著促进了茎粗的增加。

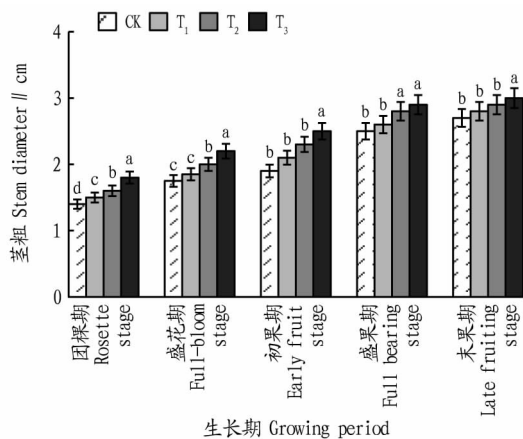
综合表明,覆施稻壳对提高大棚黄瓜株高和茎粗具有一定的效果,以 25 kg 稻壳量处理后促进黄瓜生长的效果更好。



注:不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。
Note: Different lowercase letters represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

图3 不同稻壳量处理对大棚黄瓜株高的影响

Fig.3 Effect of different rice hulls treatment on cucumber plant height in greenhouse



注:不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。
Note: Different lowercase letters represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

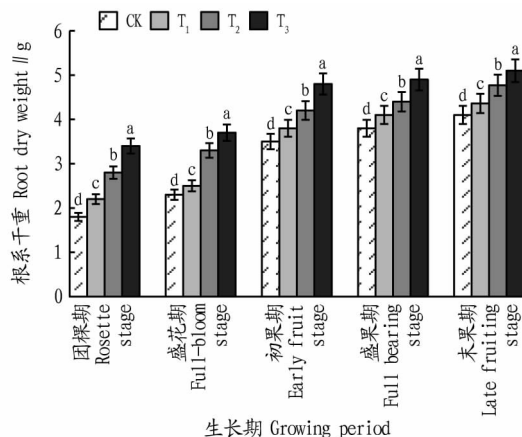
图4 不同稻壳量处理对大棚黄瓜茎粗的影响

Fig.4 Effects of different rice hulls treatment on cucumber stem diameter in greenhouse

2.4 覆施稻壳对大棚黄瓜根系干重和根系活力的影响 由图5可知,与CK相比,在黄瓜每个生长期,随稻壳量的增加黄瓜根系干重均显著递增。且覆施 25 kg 稻壳处理与CK、15 kg 稻壳处理、20 kg 稻壳处理相比,黄瓜根系干重均有显著差异,25 kg 稻壳处理的根系干重最高。

经 15、20、25 kg 稻壳处理后,与CK相比,根系干重在团棵期分别增加 18.18%、35.7%、47.0%;在盛花期分别增加 8.0%、30.3%、37.8%;在初果期分别增加 5.3%、14.3%、28.0%;在盛果期分别增加 7.3%、13.6%、22.4%;在末果期分别增加 5.5%、13.6%、19.2%。对不同时期的黄瓜根系干重比较,表现为末果期>盛果期>初果期>盛花期>团棵期。与黄瓜团棵期和盛花期相比,在初果期、盛果期和末果期的根系生长发育

趋于稳定,根系干重变化较小。

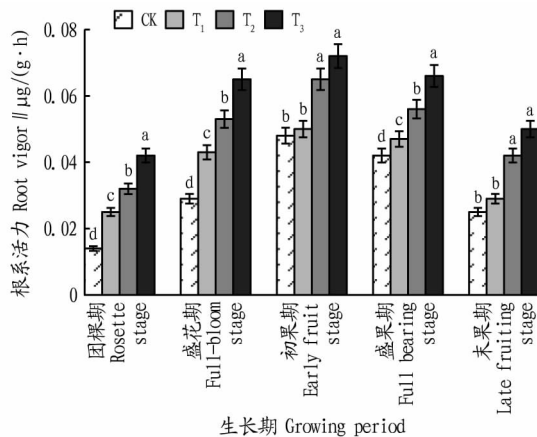


注:不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。
Note: Different lowercase letters represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

图5 不同稻壳量处理对黄瓜根系干重的影响

Fig.5 Effects of different rice hulls treatment on cucumber root dry weight

由图6可知,在黄瓜同一生长期,与CK相比,随稻壳量的增加根系活力呈递增趋势;且在黄瓜5个关键生长期,根系活力指标均表现为 25 kg 稻壳量处理>20 kg 稻壳量处理>15 kg 稻壳量处理>未经稻壳处理。在每个处理组间,对不同生长期的根系活力比较,均是初果期的根系活力最强,有利于坐果;在初果期、末果期,覆施 15 kg 稻壳与CK相比差异不显著,20与25 kg 处理在这2个时期差异不显著,但均与CK差异显著。总体来看,覆施 25 kg 稻壳量时黄瓜根系活力最强,有利于促进黄瓜的根系生长与发育。



注:不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。
Note: Different lowercase letters represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

图6 不同稻壳量处理对黄瓜根系活力的影响

Fig.6 Effects of different rice hulls treatment on cucumber root activity

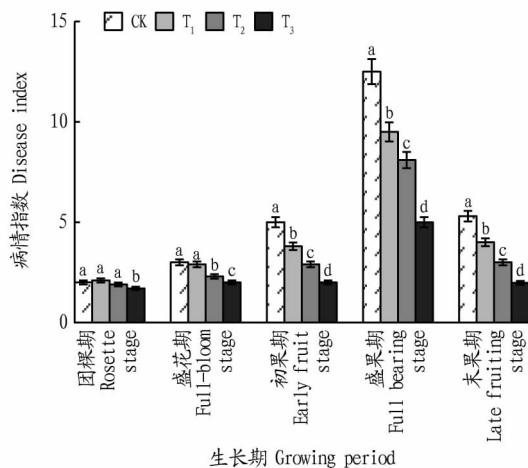
2.5 覆施稻壳对黄瓜疫病发生的影响 由图7可知,与CK相比,经 15、20、25 kg 稻壳量处理后,在团棵期、盛花期、初果期、盛果期和末果期,黄瓜疫病发生程度均表现为未经稻壳处理>15 kg 稻壳处理>20 kg 稻壳处理>25 kg 稻壳处理,且在

每个时期,25 kg 稻壳处理与 CK 相比均差异显著,病情指数明显降低;15 和 20 kg 稻壳处理在团棵期与 CK 相比差异不显著。

在盛果期黄瓜疫病危害程度明显严重,造成该现象的根本原因是土壤湿度是黄瓜疫病发生危害的关键因素,在团棵期、盛花期、初果期 3 个时期对水分需求量较少,栽培管理上灌水次数相对较少,且在这 3 个时期土壤疫霉菌积累量较低;在末果期,因黄瓜长势减慢,管理上灌水次数减少,土壤湿度相对较低;相反,在盛果期,黄瓜生长迅速,灌水量增加,同时随着土壤湿度的增加,土壤疫霉菌繁殖加快,不断积累诱导植株发病,因此黄瓜疫病在该时期危害严重。综合表明,覆施 25 kg 稻壳对大棚黄瓜疫病发生危害的防控效果最为显著。

2.6 覆施稻壳对黄瓜品质和产量的影响 由表 2 可知,经 15、20、25 kg 稻壳量处理后,在末果期的果实可溶性糖、可溶性蛋白、游离氨基酸和 V_c 含量均高于 CK;另外,覆施稻壳处理后硝酸盐含量与 CK 相比则明显下降,表现为 25 kg 稻壳处理 < 20 kg 稻壳处理 < 15 kg 稻壳处理 < CK。覆施稻壳处理游离氨基酸和硝酸盐含量与 CK 差异显著。因此,覆施稻壳在

一定程度上可以改善黄瓜果实品质。



注:不同小写字母表示同一土层不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters represented significant difference between different treatments in the same soil layer at 0.05 level.

图 7 不同稻壳量处理对大棚黄瓜疫病发生的影响

Fig.7 Effects of different rice hulls treatment on occurrence of cucumber blight in greenhouse

表 2 不同稻壳量处理对黄瓜果实品质的影响

Table 2 Effects of different rice hull amount on fruit quality of cucumber

处理 Treatment	可溶性糖 SS//%	可溶性蛋白 SP//mg/g	游离氨基酸 FAA//mg/g	维生素 C V_c //mg/kg	硝酸盐 Nitrate// $\mu\text{g/g}$
CK	5.37±0.02 a	1.27±0.08 a	0.157±0.020 b	137.8±4.16 a	180.36±4.43 a
15 kg 稻壳 15 kg rice hull	9.36±0.05 a	2.88±0.06 a	0.162±0.090 a	224.5±5.87 a	160.35±6.35 b
20 kg 稻壳 20 kg rice hull	9.36±0.05 a	3.73±0.06 a	0.172±0.030 a	242.2±6.74 a	152.45±5.46 b
25 kg 稻壳 25 kg rice hull	12.66±0.09 a	4.14±0.07 a	0.434±0.070 a	263.4±6.65 a	142.45±6.27 b

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

由表 3 可知,在末果期,经 15、20、25 kg 稻壳量处理后,大棚黄瓜全株干物质、单株结果数、单株产量与 CK 相比差异显著。20 与 25 kg 稻壳处理的单果重差异不显著,但相比

CK 均显著增加;此外,15 与 20 kg 处理的单株产量差异不显著。在总产量上,25 kg 稻壳处理的效果最明显。

表 3 不同稻壳量处理对黄瓜产量的影响

Table 3 Effects of different amount of rice husk on cucumber yield

处理 Treatment	全株干物质 Whole plant dry matter//kg	单株结果数 Single plant fruit//个	单果重 Single fruit weight//g	单株产量 Single plant yield//kg	总产量 Total output kg/hm ²
CK	18.45±0.02 d	33.67±0.04 d	90.82±2.02 c	3.74±9.67 c	13 100.34±0.03 d
15 kg 稻壳 15 kg rice hull	22.45±0.04 c	37.56±0.06 c	101.10±4.02 b	4.18±9.67 b	14 672.65±0.04 c
20 kg 稻壳 20 kg rice hull	25.45±0.05 b	42.67±0.07 b	111.28±3.02 a	4.31±2.02 b	15 065.73±0.05 b
25 kg 稻壳 25 kg rice hull	27.45±0.06 a	48.67±0.08 a	111.87±2.02 a	4.42±2.02 a	15 458.52±0.06 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

3 结论与讨论

以往对稻壳利用的研究主要是稻壳覆盖的保温试验^[16-17],或主要探究覆施稻壳对设施栽培管理中单一方面的影响,后期缺乏对一些重要指标的调查评价,且试验时间较短,仍有不稳定因素的影响,在实际应用则存在对稻壳量覆施标准不明确的问题。

不同覆盖方式对黄瓜生长发育及品质都有一定的影响^[18],稻壳能够改良土壤的通透性,促进土壤中有微生物

的分解利用^[19-22],保持地温,防止热量散失。适宜土壤温度的保持则能为黄瓜生长营造良好的土壤环境,提高保水保肥能力,从而促进黄瓜根系对水分或矿质营养的吸收利用,有利于黄瓜生长。该研究结果表明,与 CK 相比,在黄瓜大棚分别覆施不同稻壳量(15、20、25 kg)后均一定程度提高了黄瓜 5 个关键生长期中不同土层深处(5、15、25 cm)的土壤温度,且在不同土层处的温度升高幅度均表现为盛果期>初果期>盛花期>末果期>团棵期,表明覆施 25 kg 稻壳时在 15 cm 处

的土壤温度更满足黄瓜生长所需的条件。

高青海等^[23]研究发现,秸秆作物还田可提高露地黄瓜的光合特性,进而促进黄瓜生长,在辣椒栽培中发现,秸秆还田能明显提高辣椒根系活力^[24]。该研究结果表明,覆施稻壳处理后,在不同生长期,大棚黄瓜的株高、茎粗、根系干重和根系活力相较于CK均有一定程度的增加,以25 kg稻壳处理的效果最显著。根系干重和根系活力的提高对积累有机物,满足黄瓜生长发育所需养分具有重要作用,能间接促进黄瓜长势。

研究提出农业废弃物还田可防治烟草根结线虫病^[25],胡俊峰^[26]研究表明将秸秆生物反应堆应用于黄瓜作物上,对根结线虫病和枯萎病具有较好的防治效果。但在设施栽培中,稻壳生物反应堆建造较烦琐^[27],且对设施内氧气条件要求较高,此外耗费人力物力。该研究在黄瓜5个不同的生长期,探究在大棚间行覆施稻壳对黄瓜疫病发生情况的影响。结果发现,与CK相比,对大棚覆施不同稻壳量(15、20、25 kg)处理后其棚内的相对湿度都明显降低,湿度的降低抑制了黄瓜疫病的发病条件。

此外,通过对黄瓜疫病危害症状的调查和病情指数计算发现,在每个生长期,覆施稻壳后的黄瓜疫病发生程度均有减轻,病情指数下降。覆施稻壳遏制了黄瓜疫病的发病条件,使黄瓜疫霉菌的积累减少,抑制了病原菌的侵染与繁殖。且在3种处理方式中,覆施25 kg稻壳处理更有效降低棚内相对湿度,防控黄瓜疫病发生危害的效果更好。研究表明,覆施稻壳在一定程度上也可改善黄瓜品质,提高黄瓜产量。针对目前温室黄瓜生长及黄瓜疫病防治现状,该方法以其绿色低成本、操作简便的优势,若因地制宜、适时推广、适量施用,对无公害黄瓜栽培管理具有积极意义。

参考文献

- [1] 赵黎明,王士强,顾春梅,等.稻壳理化特性及其综合利用研究进展[J].黑龙江农业科学,2017(3):147-151.
- [2] 蔡碧琼,陈新香,黄明培,等.稻壳的综合利用及研究进展[J].农产品加工,2010(4):55-59.
- [3] 顾承真,吕晶,夏小美,等.水稻稻壳的化学成分研究[J].云南农业大学学报(自然科学版),2020,35(6):1106-1110.
- [4] 张丽,荣强.黄瓜疫病的发病症状及综合防治技术[J].长江蔬菜,2019(17):46-47.
- [5] 王晓梅,刘雪梅,王秋媛.保护地黄瓜疫病发生与防治[J].吉林蔬菜,2010(5):59.
- [6] 李秀芹,王静,勾建军.加强保护地黄瓜病虫害的监测与防治[N].河北科技报,2021-04-27(005).
- [7] 周海霞,李芳霞,吴小波,等.保护地黄瓜优质安全高效栽培关键技术[J].北方园艺,2020(13):170-173.
- [8] 刘宝芝,赵阳,任文娟,等.日光温室覆盖稻壳试验报告[J].北方水稻,2007,37(2):35-36.
- [9] 初云霞,付建和.北方棚室繁殖蔬菜覆盖稻壳保温试验[J].北京农业,1998(9):23-24.
- [10] 李新.稻壳生物反应堆在有机果蔬生产上的应用[J].农村科学实验,2018(12):55-56.
- [11] 刘中良,郑建利,孙哲,等.麦秸、稻壳及菌渣还田对设施菜地的青椒品质及产量的影响[J].中国土壤与肥料,2017(1):98-102.
- [12] 高青海,吴燕.不同覆盖方式对土壤环境及辣椒生长的影响[J].安徽科技学院学报,2010,24(6):15-18.
- [13] 尹娟,刘中良.农业废弃物还田对设施青椒品质及产量的影响[J].江苏农业科学,2018,46(1):94-96.
- [14] 孙莉,王雅菲,魏润洁,等.我国黄瓜疫病生物防治研究进展[J].现代农业科技,2015(7):143-144,147.
- [15] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:123-137,211-212.
- [16] 云建.北方棚室栽培蔬菜覆盖稻壳保温试验[J].农村科学实验,1998(10):10.
- [17] 门贵昌,梁书宝,齐丽,等.高寒地区大棚覆盖稻壳试验研究[J].北方园艺,2002(2):14.
- [18] 阎世江,张继宁,刘洁.不同覆盖方式对黄瓜生长发育及品质的影响[J].中国瓜菜,2021,34(11):74-79.
- [19] 杨浩鹏,李飞跃,周春火,等.稻壳生物炭对土壤养分、玉米产量及氮素利用率的影响[J].安徽科技学院学报,2020,34(2):57-62.
- [20] SHEN J Y,ZHAO D D,HAN H F,et al.Effects of straw mulching on water consumption characteristics and yield of different types of summer maize plants [J].Plant, soil and environment,2012,64(4):161-166.
- [21] 刘晓军.稻壳的开发利用[J].农产品加工,2007(5):14-15.
- [22] 刘平稳,林海,李温静,等.浅谈稻壳的资源化利用与处理方法[J].现代食品,2021(18):74-77.
- [23] 高青海,陆晓民,贾双双.不同作物秸秆还田对设施黄瓜生长及光合特性的影响[J].西北植物学报,2013,33(10):2065-2070.
- [24] 吴红艳,冯敏,王志学,等.秸秆还田对辣椒根系活力和植株不同部位硅含量的影响[J].江苏农业科学,2015,43(2):153-155.
- [25] 陈红华,李富强,向必坤,等.农业废弃物还田对植烟土壤物理性状及根结线虫病的影响[J].中国烟草科学,2019,40(4):37-41.
- [26] 胡俊峰.秸秆生物反应堆技术对黄瓜抗病性、产量及土壤肥力的影响[J].农业科技与装备,2017(6):7-9.
- [27] 贺海.黄瓜栽培应用秸秆生物反应堆技术[J].农业与技术,2015,35(6):18.
- [28] 刘国健.灵芝孢子不同有效部位提取及体内抗肿瘤作用研究[D].广州:广东药科大学,2017.
- [29] 廖川.茯苓水提液高效膜分离的应用研究[D].贵阳:贵州大学,2009.
- [30] 黄宇明,滕健,许李.一种灵芝孢子粉的破壁方法及使用该得到的产品:CN201510217208.3[P].2015-08-26.
- [31] 陈晗,张争,陈向东,等.海南橡胶林下不同栽培方式对赤芝多糖和灵芝酸含量的影响[J].贵州科学,2021,39(5):16-20.
- [32] 孙恬,郭爱玲.蓝白光膜对灵芝田间生长、多糖含量及三萜含量的影响[J].生物化工,2019,5(1):70-72,76.
- [33] 马玉涵.等离子体诱变灵芝及其药用成分的红外光谱分析[D].合肥:中国科学技术大学,2018.
- [34] 姜玮,周桂生,陈骁鹏,等.紫外-可见分光光度法测定灵芝片中多糖、三萜及甾醇含量[J].中国药业,2018,27(14):9-12.
- [35] 罗汝锋,罗艳萍,蓝泽基.不同处理方法对灵芝有效成分提取率的影响[J].农产品加工,2019(3):61-64.
- [36] 林台,叶菁,陈华,等.不同林下栽培方式对灵芝生长和培养料碳素转化的影响[J].热带作物学报,2019,40(3):425-431.

(上接第34页)

- [12] SPEED T. Statistics for experimenters; Design, innovation, and discovery [J]. Journal of the American statistical association, 2006, 101(476): 1720-1721.
- [13] 李晶晶. 灵芝室内人工栽培方法的研究[D]. 武汉: 湖北中医学院, 2004.
- [14] 王庆武, 兰玉菲, 罗霞, 等. 泰山赤灵芝代料栽培配方筛选试验[J]. 山东农业科学, 2013, 45(11): 60-62.
- [15] 姚林泉, 张毅超. 灵芝代料栽培试验初报[J]. 上海蔬菜, 2015(5): 91-92.
- [16] 骆美花. 灵芝栽培技术及常见病虫害防治措施[J]. 乡村科技, 2020(14): 88-89.
- [17] 刘靖宇, 孟俊龙, 常明昌. 黄伞菌丝生物学特性的研究[J]. 中国食用菌, 2006, 25(2): 24-27.
- [18] 杨瑞端, 李国华, 樊宝娟. 灵芝多糖的含量测定方法探讨及改进[J]. 陕西中医学院学报, 2009, 32(5): 62-63.
- [19] 姜慧洁. 灵芝药材的整体质量控制模式及初步活性研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2016.