

doi:10.11937/bfyy.20171447

叶面喷施不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对 黄瓜生长和果实品质的影响

李晨晔, 马秀明, 程智慧

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以收获后的大蒜和油菜秸秆按 2:1(G2R1)、1:1(G1R1)、1:2(G1R2)比例制作堆肥茶,以“中农 29 号”水果黄瓜为试验材料,采用珍珠岩基质栽培,全生长期以 Hoagland 营养液为植株提供营养,在黄瓜两叶一心后每 4 d 喷施一次堆肥茶,分别以喷施清水(CK1)、不喷施(CK2)为对照,测定黄瓜生长和果实品质指标,采用隶属函数法进行综合评价,探究叶面喷施堆肥茶在黄瓜无土栽培体系中的应用价值。结果表明:G1R1 处理的黄瓜果实品质综合表现最佳,尤其在维生素 C 含量方面,相比 CK1、CK2 分别提高了 121.60%、465.29%,而可溶性蛋白质含量比 CK1 低 19.05%、比 CK2 高 8.80%;在卫生品质方面,硝酸盐含量分别比 CK1、CK2 高 18.89%、28.09%,亚硝酸盐含量分别比 CK1、CK2 降低 37.84%、41.03%。G1R1 处理黄瓜生长指标及产量也较对照表现一定优势。

关键词:黄瓜;堆肥茶;叶面喷施;生长;果实品质

中图分类号:S 642.206⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)21-0018-07

我国是农业大国。根据中华人民共和国国家统计局 2014 年统计年鉴结果显示,2013 年中国农作物播种面积达 1.65×10^8 hm²,粮食作物产量 6.02×10^8 t,油料作物产量 3.52×10^7 t,其中油菜籽产量达 1.45×10^7 t^[1]。在收获农产品的同时也积累了大量农业生产的副产品秸秆,一种多用途的可再生资源^[2]。目前农作物秸秆的综合利用形成“5F”路线,即 Fertilizer(肥料)、Fodder(饲料)、Fuel(燃料)、Fiber(纤维)、Feed Stock(原料)^[3]。用作肥料的主要利用途径有直接秸秆还田、焚烧后的秸秆草木灰还田及与畜禽粪便堆沤

发酵后还田^[4]。

近些年来,在国外普遍采用的一种简便、高效的堆肥茶制作技术已经在国内得到广泛推广。堆肥茶是把有机物料充分发酵后与水混合形成的快速高效有机液肥,为作物生长发育提供营养^[5]。作物可以通过根系和叶面进行营养的吸收。叶面施肥具有见效快、施肥用量少、养分利用率高的特点^[6]。目前,许多研究表明施用堆肥茶可以部分抑制一些植物病害的发生^[7-13]。有研究表明,堆肥茶对蔬菜的品质和产量都有积极的影响^[14-15]。徐静等^[16]研究表明其研究的 4 种堆肥茶均显著促进了番茄苗期生长。对甘蓝叶面施用混合材料堆肥茶(其主要材料为洋葱和木屑),其总产量提高了 32%,叶绿素含量提高,植株的生理和营养状况得到改善和促进^[17]。蚯蚓粪堆肥茶渗滤液可以提升番茄果实的营养品质、酚含量及抗氧化能力^[18]。1/3 倍猪粪堆肥浸提液有益于番茄、黄瓜种苗的生长^[19]。关于作物秸秆堆肥茶的现有研究多集中在单一秸秆与其它废弃物混合发酵。

第一作者简介:李晨晔(1992-),女,硕士研究生,研究方向为蔬菜生理生态。E-mail:18792651055@163.com.

责任作者:程智慧(1958-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事蔬菜栽培生理生态等研究工作。E-mail:cheng-zh@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:国家“863”计划资助项目(2013AA103004);陕西省科技协调创新资助项目(2016KTCL02-01)。

收稿日期:2017-07-14

叶面及根部施用有机堆肥茶(稻草堆肥,蚯蚓粪和桉木柏树树皮堆肥的混合物)可以促进红叶生菜、甜玉米、大豆植株生长,增加产量^[20]。刘瑞伟等^[21]研究发现 EM 菌发酵鸡粪和麦秸得到的有机肥与化肥配施可以增加油菜的生物量、维生素 C 含量,降低硝酸盐含量,并且也减少了油菜对重金属的吸收。多种秸秆混合发酵堆肥茶的研究较少,关于大蒜和油菜秸秆混合制作堆肥茶的研究尚鲜见报道。

该研究将不同比例的大蒜、油菜秸秆添加 EM 菌(effective microorganisms, 益生菌)进行发酵,制作堆肥茶,观察其叶面施用对无土栽培黄瓜生长及果实品质的影响,以期为秸秆的综合利用及黄瓜无土栽培营养液管理提供相关的技术参数。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试“中农 29 号”水果型黄瓜购于杨凌裕丰蔬菜良种服务部;堆肥茶材料:在当地大蒜、油菜收获产品器官后收集的大蒜秸秆和油菜秸秆;EM 菌购自河南中广集团天义生物谷。

1.2 试验方法

1.2.1 堆肥茶制作

将收集的秸秆分别晾晒、切段备用。将大蒜和油菜秸秆分别按 2:1(G2R1)、1:1(G1R1)、1:2(G1R2)比例混合,称取 600 g 秸秆原料装入布袋,用活化后的 EM 菌液浸湿,使其水分含量达到 60%,再分别放入可密闭的塑料箱中进行发酵,保持厌氧条件发酵 4 周。发酵完成后,将布袋取出分别放入 20 L 塑料桶中,加 9 L 水并持续通气 3 d(通气泵通气量 60 L·min⁻¹)。取出布袋并控干。塑料桶内堆肥茶液过滤后放置在阴凉处保存备用。

1.2.2 田间试验

试验在西北农林科技大学园艺场大棚内进行。选用“中农 29 号”水果型黄瓜,浸种催芽后直播于营养钵(10 cm×10 cm×12 cm)中,基质为珍珠岩。子叶展平后,浇灌 Hoagland 全营养液(Ca(NO₃)₂·4H₂O, 945 mg·L⁻¹; KNO₃, 607 mg·L⁻¹; NH₄H₂PO₄, 115 mg·L⁻¹; MgSO₄·7H₂O,

493 mg·L⁻¹; Na₂Fe·EDTA, 20 mg·L⁻¹; H₃BO₃, 2.86 mg·L⁻¹; MnSO₄·4H₂O, 2.13 mg·L⁻¹; ZnSO₄·7H₂O, 0.22 mg·L⁻¹; CuSO₄·7H₂O, 0.08 mg·L⁻¹; (NH₄)₆Mo₇O₂₄, 0.02 mg·L⁻¹),坐果前(子叶展平到根瓜坐果)浇灌全营养液,结果期(从根瓜坐果到拉秧结束)浇灌 1.5 倍浓度全营养液。田间试验中设置 3 个处理,分别为喷施 G2R1、喷施 G1R1、喷施 G1R2,以喷施清水(CK1)及不喷施(CK2)为对照。随机区组排列,每个处理 3 次重复,每个重复 6 株。在黄瓜长到两叶一心后进行叶面喷施处理,每 4 d 喷施一次,喷施时尽量喷到植株的每片叶片,且在叶片上不滴落。

1.3 项目测定

分别坐果前(叶面处理后 12 d)和结果期(叶面处理后 52 d)测量黄瓜株高和茎粗,每个处理取 3 株进行干鲜质量及根系活力测定。根系活力采用改良 TTC 法^[22]测定。在叶面处理第 15 天使用纸样称重法测量第四片真叶叶面积,并测定叶绿素含量^[23]。

采收盛果期的商品瓜进行品质测定,还原糖、可溶性总糖含量测定采用 3,5-二硝基水杨酸、蒽酮比色法^[23],可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[23],硝酸盐含量测定采用紫外分光光度法^[23],亚硝酸盐含量测定采用盐酸萘乙二胺法^[24]。

采用隶属函数法^[25-26]对各处理黄瓜品质进行综合评价。营养品质指标与卫生品质指标的隶属函数值分别由(1)、(2)式^[26-27]计算,最后计算平均隶属函数值以综合评价。

$$X(\mu) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1),$$

$$X(\mu) = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (2)。$$

1.4 数据分析

数据采用 SAS for Windows V8 软件进行统计分析,差异分析采用 Duncan's 法($P \leq 0.05$)。使用 Sigma Plot 12.5 软件进行图形绘制。

2 结果与分析

2.1 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜生长的影响

从表 1 可以看出,在黄瓜坐果前,各处理间株

高表现为 G2R1>G1R1>CK1>CK2>G1R2,但差异不显著。G2R1 处理的黄瓜植株茎粗显著高于 CK1 和 CK2,分别比 CK1 和 CK2 提高了 12.37%和 13.55%,而与 G1R1 与 G1R2 间无显著差异。在根系活力方面, G1R1>G1R2>CK1>CK2>G2R1;G1R1 和 G1R2 处理的黄瓜植株根系活力与 CK1 和 CK2 之间无显著差异,但显著高于 G2R1 处理;G1R1 处理的根系活力

最高,分别是 CK1 和 CK2 处理根系活力的 1.23 倍和 1.45 倍。

在黄瓜结果期,G1R1 处理的黄瓜植株最高,平均值为 111.4 cm,但各处理间无显著差异。G2R1、G1R1、G1R2、CK2 处理的黄瓜植株茎粗显著高于 CK1。在根系活力方面,G1R2 显著高于其它处理及对照,分别是 CK1、CK2 的 3.98 倍、1.97 倍。

表 1 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜生长的影响

Table 1 Effect of foliage spraying the compost tea made from different proportions of garlic and rape plant residue on cucumber growth

处理 Treatment	坐果前 Before fruiting stage			结果期 Fruiting stage		
	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	根系活力 Root activity	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	根系活力 Root activity
	/cm	/mm	$/(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1})$	/cm	/mm	$/(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{h}^{-1})$
CK1	62.7±0.6a	9.62±0.50b	646.97±155.42a	110.6±5.5a	10.17±0.04b	64.69±25.61c
CK2	61.8±2.5a	9.52±0.24b	549.51±178.12a	108.6±4.7a	10.51±0.06a	130.72±2.07b
G2R1	66.3±4.6a	10.81±0.47a	266.73±107.13b	109.0±5.7a	10.53±0.21a	71.94±4.03c
G1R1	64.8±4.4a	9.96±0.82ab	796.61±37.85a	111.4±6.7a	10.50±0.05a	115.54±1.29b
G1R2	61.7±0.6a	10.03±0.81ab	766.20±34.98a	108.6±7.1a	10.63±0.12a	257.43±25.43a

注:不同小写字母表示不同处理间差异达到 $P<0.05$ 显著水平。下同。

Note: Different lowercase letters at the same growth stage indicate significant difference at 0.05 level among different treatments. The same below.

如表 2 所示,黄瓜坐果前 G1R2 处理根部鲜质量显著高于 CK2,而与 CK1、G2R1、G1R1 之间无显著差异;G1R2 处理叶片鲜质量显著高于 CK2,而与 CK1、G2R1、G1R1 处理之间无显著差

异;G2R1 处理茎部鲜质量显著高于 CK2,而与其它处理及对照无显著差异。各处理黄瓜植株各部分干质量均无显著差异。

表 2 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜坐果前生物量的影响

Table 2 Effect of foliage spraying the compost tea made from different proportions of garlic and rape plant residue on the biomass of cucumber before fruiting stage

处理 Treatment	鲜质量 Fresh weight/g			干质量 Dry weight/g		
	根 Root	茎 Stem	叶片 Leaf	根 Root	茎 Stem	叶片 Leaf
CK1	23.46±5.33ab	30.88±1.9ab	42.77±3.29ab	2.43±0.31a	1.62±0.16a	5.18±0.72a
CK2	14.10±3.37b	25.50±1.72b	35.47±3.03b	1.56±0.28a	1.41±0.18a	4.21±0.23a
G2R1	26.21±10.97ab	31.72±3.30a	39.24±5.08ab	2.30±0.62a	1.72±0.26a	4.61±0.63a
G1R1	23.46±10.17ab	30.42±5.40ab	40.67±4.90ab	2.22±1.13a	1.65±0.33a	4.76±0.72a
G1R2	31.36±5.79a	31.30±0.72ab	45.02±3.47a	2.84±1.01a	1.74±0.11a	5.34±0.59a

由表 3 可知,在叶面处理第 15 天取样,测得各处理间叶面积无显著差异,其中 G1R1 处理的黄瓜叶片叶面积最大,为 210.54 cm²。G2R1 处理的叶绿素 a 含量显著高于其它处理及对照;叶绿素 b 含量显著高于 G1R2 处理及 CK1,而与 G1R1 处理及 CK2 差异不显著;叶绿素(a+b)含量显著高于其它处理及对照;各处理间的叶绿素

a/b 比值差异不显著。

2.2 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜果实品质的影响

由表 4 可知,不同比例的大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜果实的维生素 C 含量影响较大。G1R1 处理的黄瓜果实维生素 C 含量显著高于其它处理及对照,其含量为(560.37±54.36)mg·kg⁻¹ FW,

表 3 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜叶片生长的影响
Table 3 Effect of foliage spraying the compost tea made from different proportions of garlic and rape plant residue on cucumber leaf growth

处理 Treatment	叶面积 Leaf area/cm ²	叶绿素 a 含量 Chlorophyll a content /(mg · g ⁻¹)	叶绿素 b 含量 Chlorophyll b content /(mg · g ⁻¹)	叶绿素(a+b)含量 Chlorophyll (a+b)content /(mg · g ⁻¹)	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b
CK1	195.71±43.22a	1.23±0.09c	0.33±0.02c	1.56±0.11c	3.74±0.07a
CK2	183.05±41.25a	1.35±0.05b	0.37±0.01ab	1.71±0.06b	3.68±0.10a
G2R1	177.90±15.56a	1.47±0.07a	0.39±0.02a	1.86±0.08a	3.75±0.09a
G1R1	210.54±36.03a	1.35±0.06b	0.37±0.02ab	1.72±0.07b	3.69±0.05a
G1R2	161.38±22.82a	1.36±0.05b	0.36±0.02b	1.72±0.07b	3.77±0.07a

表 4 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜果实品质的影响
Table 4 Effect of foliage spraying the compost tea made from different proportions of garlic and rape plant residue on the fruit quality of cucumber

处理 Treatment	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg · kg ⁻¹ FW)	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(mg · g ⁻¹ FW)	还原糖含量 Reducing sugar content/%	可溶性总糖含量 Total soluble sugar content/%	硝酸盐含量 Nitrate content /(μg · g ⁻¹ FW)	亚硝酸盐含量 Nitrite content /(mg · kg ⁻¹ FW)
CK1	252.88±54.36b	1.68±0.13a	0.74±0.04a	0.36±0.08a	679.12±85.80bc	0.37±0.00a
CK2	99.13±54.36c	1.25±0.20b	0.68±0.04b	0.39±0.05a	630.32±107.51c	0.39±0.02a
G2R1	195.22±73.60bc	1.51±0.13ab	0.67±0.04b	0.33±0.03a	807.40±105.03ab	0.28±0.00b
G1R1	560.37±54.36a	1.36±0.13b	0.65±0.01b	0.34±0.03a	807.40±105.72ab	0.23±0.02c
G1R2	272.10±73.60b	1.41±0.12b	0.68±0.05b	0.35±0.04a	839.47±23.83a	0.29±0.02b

CK2 的黄瓜果实中维生素 C 含量最低,仅为 (99.13±54.36)mg · kg⁻¹ FW。CK1 的黄瓜果实可溶性蛋白质含量显著高于 CK2、G1R1、G1R2,但与 G2R1 处理之间差异不显著。各处理黄瓜果实可溶性总糖含量差异均不显著;CK1 的还原糖含量显著高于其它处理及对照。硝酸盐含量、亚硝酸盐含量是有限量的卫生品质指标。G1R2 果实中硝酸盐含量最高,CK2 硝酸盐含量最低,且显著低于 3 个堆肥茶处理;CK2 硝酸盐含量分别比 CK1、G2R1、G1R1、G1R2 低 7.19%、21.93%、21.93%、24.91%。G1R1 处理亚硝酸盐含量最低,显著低于其它处理及对照,仅为

(0.23±0.02)mg · kg⁻¹ FW。

采用隶属函数法对所测得的果实品质指标进行综合评价,分别计算各指标的隶属函数值,由表 5 可知,综合营养品质及卫生品质,G1R1 处理表现最佳。综合评价黄瓜果实品质,叶面喷施处理对果实中维生素 C 含量影响最为显著,尤其是 G1R1 堆肥茶喷施处理最高,而不喷施处理 CK2 的维生素 C 含量最低。G1R1 处理在可溶性总糖及可溶性蛋白质含量方面表现一般;硝酸盐含量在 5 个处理中处于中等水平;亚硝酸含量最低,表现最佳。

表 5 隶属函数法综合评价不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜果实品质的影响
Table 5 Evaluation of foliage spraying the compost tea made from different proportions of garlic and rape plant residue on cucumber fruit quality by subordinate function

处理 Treatment	可溶性总糖含量 Total soluble sugar content	可溶性蛋白质含量 Total soluble protein content	维生素 C 含量 Vitamin C content	硝酸盐含量 Nitrate content	亚硝酸盐含量 Nitrite content	平均隶属函数值 Mean subordinate function values	排序 Order
CK1	0.414	1.000	0.333	0.222	0.102	0.414	2
CK2	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.400	3
G2R1	0.000	0.596	0.208	0.178	0.694	0.335	5
G1R1	0.178	0.264	1.000	0.535	1.000	0.595	1
G1R2	0.375	0.370	0.375	0.000	0.592	0.342	4

2.3 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜产量的影响

在黄瓜结果中期,由于管理问题出现了植株部分萎蔫现象,因此产量只取43 d的数据进行了分析。黄瓜单株平均产量 $G1R1 > CK1 > G1R2 > CK2 > G2R1$, $G1R1$ 处理与 $CK1$ 之间差异不显著,但显著高于其它处理及对照(图1)。

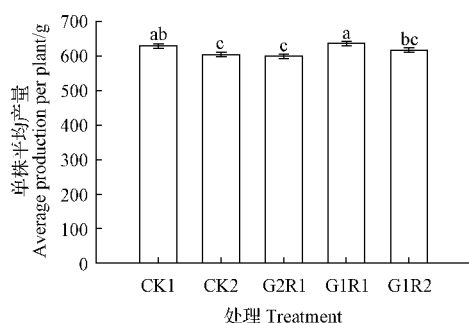


图1 不同比例大蒜和油菜秸秆堆肥茶对黄瓜产量的影响

Fig. 1 Effect of foliage spraying the compost tea made from different proportions of garlic and rape plant residue on average production per plant of cucumber

3 讨论与结论

该试验中黄瓜坐果前和结果期植株形态建成与根系活力指标的差异表明,不同比例的大蒜和油菜秸秆堆肥茶中成分含量的差异影响黄瓜植株对营养成分的吸收,使不同处理的黄瓜植株在植株茎粗、根系活力方面有不同的表现。结果期测得的根系活力显著低于坐果前测得的根系活力,可能的原因是结果期取样时已接近植株生长末期,根系活力也相应减弱;在取样时同样发现随着黄瓜的生长,在结果期时试验所选用的营养钵在一定程度上也限制了根系的生长空间,相应地对黄瓜生长发育会产生一些负面影响。

硝酸盐含量和亚硝酸盐含量是蔬菜重要的卫生品质。该研究中堆肥茶叶面肥的喷施贯穿黄瓜整个生长期,在黄瓜果实取样过程中可能由于叶面肥施用周期问题,叶面肥中的硝态氮可能未完全被硝酸还原酶还原,参与植物体内的氮代谢过程,而使测得的果实硝酸盐含量偏高。新鲜蔬菜

中亚硝酸盐限量为 $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{FW}^{[32]}$,该试验中各处理亚硝酸盐含量均远低于国家标准。有研究表明,植物体内亚硝酸还原酶(NiR)有更高的活性,在硝酸盐被还原成亚硝酸盐后,会继续被 NiR 还原成 NH_4^+ ,所以一般在植物体内亚硝酸盐含量很低^[28,33]。

叶面喷施堆肥茶对黄瓜植株生长、果实品质部分指标有促进作用。该试验中 $G1R1$ 处理(即大蒜秸秆:油菜秸秆为1:1混合发酵)对黄瓜的果实品质促进作用更明显,同时该堆肥茶在肥效上仍需进一步观察和改进。

参考文献

- [1] 国家统计局. 2014 中国统计年鉴[Z]. 北京:中国统计出版社,2014.
- [2] 田宜水,赵立欣,孙丽英,等. 农作物秸秆资源调查与评价方法研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011(S1):583-586.
- [3] 张燕. 中国秸秆资源“5F”利用方式的效益对比探析[J]. 中国农学通报,2009(23):45-51.
- [4] 钟华平,岳燕珍,樊江文. 中国作物秸秆资源及其利用[J]. 资源科学,2003,25(4):62-67.
- [5] XU D B, WANG Q J, WU Y C, et al. Humic-like substances from different compost extracts could significantly promote cucumber growth[J]. Pedosphere, 2012, 22(6):815-824.
- [6] 张敏. 叶面肥应用研究进展及营养机制[J]. 磷肥与复肥, 2014, 29(5):25-27.
- [7] AL-DAHMANI J H, ABBASI P A, MILLER S A, et al. Suppression of bacterial spot of tomato with foliar sprays of compost extracts under greenhouse and field conditions[J]. Plant Disease, 2003, 87(8):913-919.
- [8] GOONANI Z, SHARIFI K, RIAHI H. The effects of spent mushroom compost and municipal solid waste compost on *Phytophthora drechsleri* in vivo and in vitro[J]. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2011, 44(12):1171-1181.
- [9] LITTERICK A M, HARRIER L, WALLACE P, et al. The role of uncomposted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production: A review[J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2004, 23(6):453-479.
- [10] MARIN F, DIANEZ F, SANTOS M, et al. Control of *Phytophthora capsici* and *Phytophthora parasitica* on pepper (*Capsicum annuum* L.) with compost teas from different sources, and their effects on plant growth promotion[J]. Phytopathologia Mediterranea, 2014, 53(2):216-228.
- [11] SCHEUERELL S, MAHAFFEE W. Compost tea: Principles and prospects for plant disease control[J]. Compost Science &

Utilization, 2002, 10(4): 313-338.

[12] WELTZIEN H C. Biocontrol of foliar fungal diseases with compost extracts[M]//Microbial ecology of leaves. Berlin: Springer, 1991: 430-450.

[13] ZALLER J G. Foliar spraying of vermicornpost extracts: Effects on fruit quality and indications of late-blight suppression of field-grown tomatoes[J]. Biological Agriculture & Horticulture, 2006, 24(2): 165-180.

[14] ADESINA G O, AKANBI W B, OLABODE O S, et al. Effect of water hyacinth and neem based composts on growth, fruit yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus*) [J]. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6(31): 6477-6484.

[15] YU F, LUO X, SONG C, et al. Concentrated biogas slurry enhanced soil fertility and tomato quality[J]. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 2010, 60(3): 262-268.

[16] 徐静, 梁林洲, 董晓英, 等. 4种有机肥源的堆肥茶生物化学性质及对番茄苗期生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2013(10): 289-292.

[17] PANE C, PALESE A M, CELANO G, et al. Effects of compost tea treatments on productivity of lettuce and kohlrabi systems under organic cropping management[J]. Italian Journal of Agronomy, 2014, 9(3): 153-156.

[18] LÓPEZ-MARTÍNEZ J D, VÁZQUEZ-DÍAZ D A, ESPARZA-RIVERA J R, et al. Yield and nutraceutical quality of tomato fruit produced with nutrient solutions prepared using organic materials[J]. Revista Fitotecnia Mexicana, 2016, 39(4): 409-414.

[19] 李惠, 李建明, 丁明, 等. 堆肥浸提液对番茄、黄瓜种苗生长及养分吸收的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017(2): 121-127.

[20] KIM M J, SHIM C K, KIM Y K, et al. Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and

sweet corn in organic cultivation[J]. The Plant Pathology Journal, 2015, 31(3): 259-268.

[21] 刘瑞伟, 皇传华, 王磊. EM发酵有机肥对油菜生物性状及重金属含量的影响[J]. 北方园艺, 2010(17): 36-38.

[22] 明华, 胡春胜, 张玉铭, 等. 浸提法测定玉米叶绿素含量的改进[J]. 玉米科学, 2007, 15(4): 93-95.

[23] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[24] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定: GB 5009. 33-2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.

[25] 程智慧, 杜慧芳, 孟焕文, 等. 大蒜不同品种蒜薹营养品质分析与评价[J]. 园艺学报, 1996, 23(4): 398-400.

[26] 李会合, 田秀英, 季天委. 蔬菜品质评价方法研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(13): 5920-5922.

[27] 陈志成, 王志伟, 王荣荣, 等. 3种阔叶树种对持续干旱的生理响应及抗旱性评价[J]. 中国水土保持科学, 2013(2): 65-71.

[28] 段云晶, 王康才, 李柯, 等. 氮素形态对比对桔梗硝酸盐和亚硝酸盐动态积累及营养品质的影响[J]. 西北植物学报, 2016, 36(4): 738-744.

[29] 田霄鸿, 王朝辉, 李生秀. 不同氮素形态及对比对蔬菜生长和品质的影响[J]. 西北农业大学学报, 1999(2): 9-13.

[30] 汪建飞, 董彩霞, 沈其荣. 不同铵硝比对菠菜生长、安全和营养品质的影响[J]. 土壤学报, 2007(4): 683-688.

[31] 王华静, 吴良欢, 陶勤南. 氨基酸部分取代硝态氮对小白菜硝酸盐累积的影响[J]. 中国环境科学, 2004(1): 20-24.

[32] 中华人民共和国卫生部. 食品中污染物限量: GB 2762-2005[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.

[33] GAO Z, ZHANG Y, YAN X, et al. Accumulation of nitrate and nitrite in some vegetables and its relation to the activities of enzymes[J]. Plant Physiology Communications, 1990, 3: 5.

Effect of Foliar Application of Compost Tea Prepared From Garlic and Rape Plant Residues on Cucumber Growth and Fruit Quality

LI Chenye, MA Xiuming, CHENG Zhihui

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: To assess the effect of foliar application of compost tea prepared from garlic and rape plant residues, the growth and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* cv. Zhongnong No. 29) was evaluated. The compost tea was prepared incorporating various proportions of garlic and rape plant residues as: 2:1 (G2R1), 1:1 (G1R1) and 1:2 (G1R2). A total of five treatments (proportionately prepared compost tea, spraying with ground water (CK1) and no spraying (CK2)), were applied once in four days interval when cucumber grew to two leaves stage. The subordinate function method was used to comprehensively evaluate the measured fruit quality. The results showed that G1R1 had the best performance on comprehensive fruit quality, especially on the content of vitamin C. Compared

doi:10.11937/bfyy.20171463

燕麦萌发期幼苗对 PEG 胁迫的生理响应

张宇君¹, 赵丽丽¹, 陈超¹, 王普昶², 李继伟³

(1. 贵州大学 动物科学学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州省草业研究所, 贵州 贵阳 550025;

3. 北京佰青源畜牧业科技发展有限公司, 北京 100010)

摘要:以 6 个燕麦品种为试材, 设置不同的 PEG 胁迫强度, 研究各燕麦品种主要生理指标的变化情况, 以探究不同燕麦品种萌发期幼苗对 PEG 胁迫的生理适应机制。结果表明: 不同燕麦品种幼苗的丙二醛含量随 PEG 胁迫强度的加重而不断累积, 细胞膜损伤逐渐加重; 抗氧化酶活性以及可溶性蛋白质(SP)含量在低浓度胁迫时逐渐增大, 维持细胞内的渗透势, 保护细胞膜免遭伤害, 高浓度胁迫时表现为抑制作用, 生理系统破坏严重; 结合 GGE 双标图, 发现不同燕麦品种适应 PEG 胁迫的作用生理指标不同: “甘早燕麦”通过 SOD 调节; “奥塔燕麦”和“青海 444 燕麦”由 SP 和 MDA 调节适应; “甜燕 1 号燕麦”通过 POD、CAT 调节; -0.4 MPa 渗透胁迫环境具有较好的区分力和代表性, 可作为燕麦生产的最佳胁迫强度和优良燕麦品种筛选的浓度。

关键词:燕麦; 干旱胁迫; 生理指标; GGE 双标图

中图分类号:S 512.604.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)21-0024-07

燕麦(*Avena sativa* L.)属禾本科燕麦属(*Avena* L.)一年生草本植物, 既是重要的药食同

源作物, 又是饲草兼用作物^[1]。其本身具有较高的营养价值, 氨基酸组成全面, 具有美容、食疗、保健等功效^[2], 是一种高能、高营养的低糖食品。目前, 在世界各地广泛栽培且已确认的燕麦品种共约 30 种, 我国主要分布在华北、西北和西南等高寒及干旱半干旱地区^[3]。近年来随着全球气候变暖, 不定期干旱或季节性干旱在这些地区愈加频繁发生, 因此, 燕麦抗旱生理研究已成为研究重要内容之一^[4]。张娜等^[5]对干旱胁迫下燕麦叶片抗氧化酶活性等生理特性变化研究中发现, 在干旱胁迫条件下, 燕麦的膜脂过氧化水平升高, 在膜脂过氧化程度较低时可通过增强保护酶活性清除活性氧自由基以避免干旱对其造成伤害, 从而增强

第一作者简介:张宇君(1992-), 女, 硕士研究生, 研究方向为牧草种质资源研究及育种。E-mail: zhangyj_92@163.com

责任作者:赵丽丽(1981-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事牧草种质资源等研究工作。E-mail: zhaolili_0508@163.com

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2016YFC0502607); 国家自然科学基金资助项目(31560664); 国家科技支撑计划资助项目(2014BAD23B03); 贵州省农业攻关计划资助项目(黔科合 NY 字[2014]3048 号, 黔科合支撑[2016]2516 号); 贵州大学研究生创新基金资助项目(研农 2017002)。

收稿日期:2017-07-13

with the two controls, the vitamin C content of G1R1 increased by 121.60% and 465.29%. The soluble protein content was 19.05% lower than CK1, but 8.80% higher than CK2. However, the nitrate content was 18.89% and 28.09% higher than CK1 and CK2, respectively. The nitrite content of G1R1 was decreased by 37.84% and 41.03%, respectively. Also, the cucumber plants of G1R1 treatment had better growth performance and production than the controls.

Keywords: cucumber(*Cucumis sativus*); compost tea; foliar application; growth; fruit quality