

基于农业废弃物的日光温室番茄栽培基质配方 筛选研究

吴科生^{1,2}, 车宗贤^{1,2}, 卢秉林^{1,2}, 张久东^{1,2}, 杨蕊菊^{1,2}, 崔恒^{1,2}, 马菁^{1,2}
(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站, 甘肃 武威 733017)

摘要: 以番茄品种粉禧1号为指示品种, 通过盆栽试验比较了不同栽培基质对日光温室番茄生长发育和产量的影响。结果表明, 以玉米秸秆、腐熟牛粪、河沙、蛭石、珍珠岩、凹凸棒石粉按体积比7.0:0:1.5:0.5:0.5:0.5、3.5:3.5:0:1.0:1.0:1.0、3.5:3.5:1.0:0.5:0.5:1.0混配的栽培基质为好, 折合产量较高, 分别为34 833、29 249、28 458 kg/hm², 且番茄的株高、茎粗、叶绿素含量、单株结果数、单株结果重、商品性等性状均较优。可在河西地区日光温室蔬菜基质栽培中应用。

关键词: 番茄; 日光温室; 栽培基质配方; 筛选; 农业废弃物; 资源化利用

中图分类号: S641.2; S626.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0006-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.002

随着农业生产和农村经济的发展, 种植业逐渐向省工、省力、高效和清简化方向转变, 养殖业进入了集约化和规模化快速高产高效益的发展模式, 导致农业废弃物的利用方式发生了巨大的变化。过去, 我国农业废弃物的利用方式主要以有机肥为主, 目的是培肥地力、提供养分和改善品质。但规模化和集约化导致现代养殖业和种植业脱离, 二者密切联系的传统关系发生了根本性改变, 我国现已成为世界上农业废弃物产出量最大的国家之一^[1-4]。据统计, 我国每年产生的农业废弃物中, 农作物秸秆6亿多t(其中玉米秸秆1.21亿t), 畜禽粪便年产量为20.1亿t(其中牛粪8.1亿t)^[5-6]。近年来随着煤炭、液化气、电、化肥等替代品的出现, 农作物秸秆废弃率达到65%^[7-8]。因此, 农业废弃物资源化利用的问题, 是世界

各国普遍需要解决的大课题。

目前, 在农业废弃物资源化利用方面开展了较多的研究, 但以玉米秸秆和牛粪为主要原料的低成本基质配方在农业生产中应用较少。玉米秸秆和牛粪是甘肃祁连山地区的主要农业废弃物, 基质化利用是其实现资源化利用的有效途径之一。近年来, 甘肃省河西走廊地区充分利用戈壁、石滩、荒漠面积大和光热资源丰富的优势, 大力发展戈壁农业, 对发展农村经济和农民增收起到积极作用^[9-11]。戈壁农业集成新型日光温室、栽培基质配方、水肥一体化、病虫无害化绿色防控、智能化控制等系列新技术于一体, 具有节约水土资源、提高产品品质和产量等特点^[12-13], 符合现代农业发展的趋势。近年来, 随着戈壁农业的发展, 基质栽培番茄面积不断扩大, 栽培面积和产量均居甘肃省设

收稿日期: 2021-01-04

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1903700)。

作者简介: 吴科生(1978—), 男, 甘肃武威人, 高级农艺师, 博士, 主要从事土壤培肥及作物栽培研究工作。Email: wukesheng218@163.com。

通信作者: 车宗贤(1964—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事肥料及绿色农业等研究工作。Email: chezongxian@163.com。

施农业首位^[12-13]。我们以玉米秸秆和牛粪为主要原料,将玉米秸秆、腐熟牛粪与河沙、蛭石、珍珠岩和凹凸棒等物料复配成栽培基质,以番茄为指示作物,通过在武威市凉州区新型日光温室内进行盆栽试验,比较了栽培基质不同配比对日光温室番茄生长发育和产量的影响,以期筛选出适宜番茄生长、能提高产量和效益的栽培基质配方。

1 材料与方 法

1.1 试验区概况

试验于 2019 年 7 月至 2020 年 6 月在位于甘肃省武威市凉州区永昌镇白云村的农业部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站(38° 37' N、102° 40' E)新型日光温室进行。当地海拔 1 504 m,年均温 7.7 ℃,无霜期 150 d,降水量 150 mm,蒸发量 2021mm。日照时数 3 028 h,相对湿度 53%。≥10 ℃ 年有效积温 3 016 ℃,年太阳辐射总量 588.0 ~ 663.6 kJ/cm²[14]。

1.2 供试材料

指示番茄品种为粉禧 1 号,由武威先正达育苗公司提供。供试基质材料玉米秸秆(S1)为当地农户种植玉米收获后的废弃物,腐熟牛粪(S2)购自武威市某散养型牛养殖场,河沙(S3)来源于武威市凉州区当地,蛭石(S4)购买于甘肃省海鑫蛭石滤料生产厂,珍珠岩(S5)购自廊坊新大众助滤剂有限公司,凹凸棒石粉(S6)购自甘肃良兴凹凸棒石应用有限公司。

1.3 试验方法

试验共设 21 个处理(编号 T1 ~ T21),随

机区组排列,每盆为 1 个处理,3 次重复。每盆定植 2 株番茄。将腐熟的玉米秸秆和牛粪与河沙、蛭石、珍珠岩、凹凸棒等按试验设计复配制成栽培基质,具体配比详见表 1。在番茄采收中期对各处理的株高和茎粗进行测定,在番茄采收初期、中期、末期分 3 次在植株上部、中部、下部分别用叶绿素含量测定仪(型号 SPAD502)测定番茄植株叶片叶绿素含量。番茄采收终期测定各处理的番茄植株地上部分和地下部分干鲜重,计算根冠比。按处理分批次单独采收,每次采收时记录各处理的采收量,至采收全部结束后汇总统计各处理的总产量并计算折合产量。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 和 SAS 8.0 分析软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 株高与茎粗

从表 2 可以看出,株高以处理 T2 最高,为 66.83 cm;处理 T10 次之,为 65.83 cm;处理 T5 居第 3 位,为 65.73 cm;处理 T8 最矮,为 51.33 cm;其余处理为 53.50 ~ 65.53 cm。茎粗以处理 T5 最高,为 8.23 mm;处理 T6 次之,为 7.93 mm;处理 T10 居第 3 位,为 7.87 mm;处理 T8 最细,为 6.08 mm;其余处理为 6.40 ~ 7.74 mm。

2.2 叶绿素含量

从表 2 可以看出,叶绿素含量以处理 T8 最高,为 48.9;处理 T7 次之,为 48.6;处理 T9 居第 3 位,为 47.1;处理 T2 最低,为 25.1;其余处理为 33.3 ~ 46.5。

表 1 不同处理栽培基质配方

处 理	不同物料用量配比(体积比)						处 理	不同物料用量配比(体积比)						处 理	不同物料用量配比(体积比)					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6		S1	S2	S3	S4	S5	S6		S1	S2	S3	S4	S5	S6
T1	3.5	3.5	3.0	0	0	0	T8	0	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	T15	3.5	3.5	1.0	1.0	0.5	0.5
T2	3.5	3.5	0	3.0	0	0	T9	4.0	3.0	0	1.0	1.0	1.0	T16	4.5	2.5	1.0	0.5	0.5	1.0
T3	4.0	3.0	2.0	1.0	0	0	T10	3.5	3.5	0	1.0	1.0	1.0	T17	4.0	3.0	1.0	0.5	0.5	1.0
T4	3.5	3.5	2.0	1.0	0	0	T11	4.0	3.0	1.0	1.0	0	1.0	T18	3.5	3.5	1.0	0.5	0.5	1.0
T5	7.0	0	1.5	0.5	0.5	0.5	T12	3.5	3.5	1.0	1.0	0	1.0	T19	4.5	2.5	1.0	0.7	0.5	0.8
T6	7.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0	T13	4.5	2.5	1.0	1.0	0.5	0.5	T20	4.0	3.0	1.0	0.7	0.5	0.8
T7	0	3.5	2.0	3.0	0.5	1.0	T14	4.0	3.0	1.0	1.0	0.5	0.5	T21	3.5	3.5	1.0	0.7	0.5	0.8

2.3 地上部及地下部生物量

从表2可以看出,番茄地上部鲜重以处理T10最高,为15 009 kg/hm²;其次是处理T5,为13 382 kg/hm²;处理T9居第3位,为10 555 kg/hm²;其余处理为5 213~10 501 kg/hm²。地上部干重以T10最高,为2 387 kg/hm²;其次是处理T5,为2 129 kg/hm²;处理T6居第3位,为1 908 kg/hm²;其余处理为821~1 907 kg/hm²。番茄地下部鲜重以处理T5最高,为2 285 kg/hm²;其次是处理T2,为2 178 kg/hm²;第3位是处理T13,为1 877 kg/hm²;其余处理为1 057~1 818 kg/hm²。地下部干重以处理T5最高,为364 kg/hm²;其次是处理T2,为301 kg/hm²;第3位是处理T13,为295 kg/hm²;其余处理为166~289 kg/hm²。根冠比以T2最高,为0.23;其次为处理T3、处理T4,均为0.21;第3位是处理T17、处理T18、处理T20,均为0.20。

2.4 主要经济性状

从表3可以看出,单株结果数以处理

T10最多,为19.3个;处理T5次之,为15.7个;处理T13居第3位,为15.3个;其余处理为8.7~14.7个。单株结果重以处理T10最高,为455.3 g;处理T16次之,为382.3 g;处理T5居第3位,为372.0 g;其余处理为216.3~366.7 g。单株大果重以处理T10最高,为351.0 g;处理T18次之,为336.0 g;处理T17居第3位,为297.3 g;其余处理为171.7~286.3 g。

2.5 产量

从表3可以看出,折合产量以处理T10最高,为34 833 kg/hm²;处理T18次之,为29 249 kg/hm²;处理T5居第3位,为28 458 kg/hm²;处理T3折合产量最低,仅为16 550 kg/hm²;其余处理为18 029~28 050 kg/hm²。对折合产量进行方差分析表明,处理T10与处理T18、处理T5、处理T17差异均不显著,与其余处理差异均显著;处理T18与处理T2、处理T5、处理T8、处理T9、处理T12、处理T13、处理T14、处理T15、处理T16、处理T17差异均不显著,

表2 不同处理的番茄生长指标性状

处理	株高/cm	茎粗/mm	叶绿素含量 ^①	地上鲜重/(kg/hm ²)	地上干重/(kg/hm ²)	地下鲜重/(kg/hm ²)	地下干重/(kg/hm ²)	根冠比
T1	61.17 abc	7.14 bcdef	36.2 gh	8 524 cde	1 173 efgh	1 541 ab	212 cdef	0.18 abcd
T2	66.83 a	7.74 abcd	25.1 i	9 594 bcd	1 326 defg	2 178 a	301 ab	0.23 a
T3	53.50 cd	6.87 defg	38.7 defgh	5 213 e	821 h	1 105 b	174 ef	0.21 ab
T4	53.50 cd	7.18 bcdef	33.3 h	7 073 cde	976 gh	1 488 ab	205 def	0.21 ab
T5	65.73 ab	8.23 a	45.1 abcde	13 382 ab	2 129 ab	2 285 a	364 a	0.17 bcde
T6	63.17 ab	7.93 ab	46.5 abc	10 207 bcd	1 908 bc	1 608 ab	301 abc	0.16 def
T7	56.83 bcd	6.40 gf	48.6 ab	7 330 cde	1 155 fgh	1 067 b	168 f	0.15 def
T8	51.33 d	6.08 g	48.9 a	6 926 cde	1 086 fgh	1 057 b	166 f	0.15 def
T9	64.00 ab	7.26 bcdef	47.1 abc	10 555 bc	1 644 cd	1 633 ab	254 bcdef	0.15 def
T10	65.83 a	7.87 abc	40.9 bcdefgh	15 009 a	2 387 a	1 818 ab	289 abcd	0.12 f
T11	62.67 ab	7.23 bcdef	45.6 abcd	9 685 bcd	1 681 bcd	1 481 ab	257 bcde	0.15 def
T12	59.50 abcd	7.54 abcde	41.8 abcdefg	10 371 bc	1 907 bc	1 449 ab	266 bcd	0.14 def
T13	64.33 ab	6.94 cdefg	41.4 abcdefg	10 501 bc	1 649 cd	1 877 ab	295 abc	0.18 bcde
T14	61.00 abc	6.62 gf	38.2 defgh	8 589 cde	1 374 defg	1 513 ab	242 bcdef	0.18 bcde
T15	65.53 a	7.10 bcdef	36.8 fgh	9 813 bcd	1 517 cdef	1 808 ab	279 abcd	0.18 abcd
T16	58.83 abcd	7.13 bcdef	37.7 defgh	8 086 cde	1 279 defgh	1 555 ab	246 bcdef	0.19 abcd
T17	62.50 ab	7.12 bcdef	41.4 abcdefg	7 943 cde	1 293 defg	1 582 ab	258 bcde	0.20 abc
T18	63.17 ab	7.40 abcde	42.6 abcdefg	8 494 cde	1 428 defg	1 672 ab	281 abcd	0.20 abc
T19	64.50 ab	7.22 bcdef	40.2 cdefgh	8 571 cde	1 669 bcd	1 457 ab	284 abcd	0.17 bcde
T20	61.83 ab	7.18 bcdef	40.1 cdefgh	6 442 de	1 287 defg	1 307 b	261 bcde	0.20 abc
T21	62.33 ab	7.30 abcdef	37.2 defgh	8 947 cde	1 624 cde	1 210 b	220 bcdef	0.14 def

①叶绿素含量为叶绿素含量测定仪读数。

表 3 不同处理番茄的主要经济性状和产量^①

处	单株结果数	单株结果重	单株大果重	折合产量	处	单株结果数	单株结果重	单株大果重	折合产量
理	/个	/g	/g	/(kg/hm ²)	理	/个	/g	/g	/(kg/hm ²)
1	12.7 bcdefgh	261.7 de	171.7 e	20 018 de	12	14.3 bc	321.0 bcd	247.3 abcde	24 506 bcd
2	14.0 bcd	332.0 bcd	240.7 abcde	25 398 bcd	13	15.3 ab	312.0 bcd	264.3 abcde	25 347 bcd
3	8.7 h	216.3 e	175.3 de	16 550 e	14	9.0 gh	278.0 bcd	285.3 abcd	24 554 bcd
4	12.3 bcd	259.7 de	213.3 cde	19 865 de	15	13.3 bcdef	366.7 bcde	213.0 cde	23 868 bcde
5	15.7 ab	372.0 abc	286.3 abcd	28 458 abc	16	13.0 bcdefg	382.3 cde	190.7 cde	21 267 cde
6	12.3 bcdefgh	275.3 cde	217.3 cde	21 063 cde	17	11.7 bcdefgh	262.3 abc	297.3 abc	28 050 abc
7	9.3 fgh	235.7 de	194.3 cde	18 029 de	18	13.7 bcde	254.0 ab	336.0 ab	29 249 ab
8	9.7 efgh	306.3 bcde	281.0 abcde	23 435 bcde	19	10.0 defgh	262.3 de	236.7 bcde	20 069 de
9	14.0 bcd	324.0 bcd	252.3 abcde	24 786 bcd	20	10.7 cdefgh	254.0 de	190.0 cde	19 431 de
10	19.3 a	455.3 a	351.0 a	34 833 a	21	14.7 bc	277.0 cde	215.0 cde	21 191 cde
11	12.7 cdefgh	331.3 bcde	213.0 cde	22 338 bcde					

① 以单株产量按无土基质栽培番茄常规保苗密度计算折合产量。

与其余处理差异均显著；处理 T5 与处理 T1、处理 T3、处理 T4、处理 T7、处理 T19、处理 T20、处理 T21 差异均显著，与其余处理差异均不显著。

3 结论

试验结果表明，在设计的 21 个栽培基质配方中，以玉米秸秆、腐熟牛粪、河沙、蛭石、珍珠岩、凹凸棒石粉分别按体积比为 7.0 : 0 : 1.5 : 0.5 : 0.5 : 0.5、3.5 : 3.5 : 0 : 1.0 : 1.0 : 1.0、3.5 : 3.5 : 1.0 : 0.5 : 0.5 : 1.0 混配的 3 个栽培基质为好，均可满足番茄正常生长发育且能获得较高产量，其折合产量居前 3 位，分别为 34 833、29 249、28 458 kg/hm²。同时可以看出，这 3 个栽培基质的番茄株高、茎粗、叶绿素含量、单株结果数、单株结果重、商品性等性状均较优，且这 3 个栽培基质配方处理下番茄各项指标差异均不显著。上述 3 个配方的基质可在河西地区日光温室蔬菜基质栽培中应用。

参考文献：

- [1] 李鸣雷, 刘萌娟, 谷洁. 农业废弃物资源化利用的微生物学途径探讨[J]. 西安文理学院学报(自然科学版), 2007, 10(3): 14-17.
- [2] 孙振钧, 孙永明. 我国农业废弃物资源化与农村生物质能源利用的现状与发展[J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(1): 6-13.
- [3] 汪建飞, 于群英, 陈世勇, 等. 农业固体有

机废弃物的环境危害及堆肥化技术展望[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4720-4722.

- [4] 蒋文新. 农业废弃物制备高效天然高分子絮凝剂的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2005.
- [5] 杜静. 利用农业有机废弃物进行大棚 CO₂ 施肥的发酵条件及可行性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2003.
- [6] 顾骅珊. 农业废弃物循环利用模式探讨—以浙江嘉兴为例[J]. 生态经济, 2009(1): 82-84; 157.
- [7] 崔明, 赵立欣, 田宜水, 等. 中国主要农作物秸秆资源资源化利用分析评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(12): 291-296.
- [8] 薛书浩. 以玉米秸秆为主要原料的番茄无土栽培基质配方筛选[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
- [9] 赵鹏, 宋明军, 王志伟. 戈壁荒漠通用空心砌块墙体日光温室建造技术[J]. 甘肃农业科技, 2018(6): 96-98.
- [10] 李文德, 张文斌. 对张掖市非耕地日光温室发展的思考[J]. 现代农业科技, 2013(8): 321-322.
- [11] 于铜钢. 我国荒漠土地绿洲农业开发战略探讨[C]//中国土地学会. 中国土地问题研究—中国土地学会第三次会员代表大会暨庆祝学会成立十周年学术讨论主论文集. 北京: 中国经济出版社, 1990: 247-250.
- [12] 康恩祥, 王晓巍, 张玉鑫, 等. 戈壁日光温

弱光胁迫下黄瓜幼果内源激素的变化

张东琴¹, 侯 栋¹, 岳宏忠¹, 李亚莉¹, 陶海霞²

(1. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为探索弱光胁迫对黄瓜幼果生长发育过程中内源激素含量的影响, 以2个坐果率不同的黄瓜高代自交系 R103 和 Y1203 为材料, 经弱光胁迫对坐果期黄瓜幼果内源 IAA、GA₃、ABA、ZT 含量及 IAA、GA₃、ZT 与 ABA 的比值变化进行研究。结果表明, 弱光处理后, 2份材料在开花当天 IAA、GA₃、ABA 含量及激素间的比值均低于对照; 开花后 2、4 d ABA 含量均低于对照, GA₃ 含量 R103 显著低于对照, Y1203 与之相反。IAA 含量开花后 6 d 均显著低于对照, 开花后 2~6 d ZT 含量 R103 显著低于对照, Y1203 则高于对照。GA₃/ABA 和 ZT/ABA 比值在开花当天均低于对照, 开花后 2、4、6 d 均较对照显著升高。IAA/ABA 比值开花后 4 d 均高于对照。内源激素含量和比值的这些变化可能是黄瓜在弱光胁迫下幼果对外界环境产生的应激反应。

关键词: 黄瓜幼果; 弱光; IAA; GA₃; ABA; ZT

中图分类号: S435.131.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0010-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.003)

Changes of Endogenous Hormones in Cucumber Young Fruits under Low Light Stress

ZHANG Dongqin¹, HOU Dong¹, YUE Hongzhong¹, LI Yali¹, TAO Haixia²

(1. Institute of Vegetable, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to explore the effects of low light stress on endogenous hormone content during the growth and development of cucumber young fruits, two high-generation cucumber inbred lines R103 and Y1203 with different fruiting rates were used as materials, the contents of endogenous IAA, GA₃, ABA, ZT and the ratio of IAA, GA₃, ZT to ABA in cucumber young fruit during fruit setting stage were studied under low light stress. The results showed that the contents of IAA, GA₃ and ABA and the ratio of hormones were lower than those of the control on the day of flowering after low light treatment. On day 2 and 4 after flowering, ABA content was lower than that of the control, GA₃ content of R103 was significantly lower than that of the control, and that of Y1203 was opposite. IAA content was significantly lower than that of the control group 6 days after flowering. The ZT content of R103 was significantly lower than that of the control, and that of Y1203 was higher

收稿日期: 2020-11-26

基金项目: 国家大宗蔬菜产业技术体系兰州综合试验站(CARS-23-G-19); 甘肃省农业科学院中青年基金“亚逆境(日光温室)环境下黄瓜幼果内源激素水平与单性结实的相关性研究”(2017GAAS77)。

作者简介: 张东琴(1983—), 女, 甘肃白银人, 副研究员, 主要从事黄瓜育种研究工作。联系电话: (0)13919378332。Email: 270523132@qq.com。

室基质栽培番茄新品种筛选初报[J]. 甘肃农业科技, 2020(12): 48-52.

[13] 蒯佳琳, 王晓巍, 张玉鑫, 等. 追肥量对戈壁日光温室基质槽培番茄产量及品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(8): 36-39.

[14] 吴科生, 车宗贤, 张久东, 等. 有机无机复混肥在河西绿洲灌区玉米生产中的应用效果初报[J]. 甘肃农业科技, 2020(7): 15-18.

(本文责编: 郑立龙)