

玉米秸秆压缩基质对番茄、辣椒幼苗生长及营养元素吸收的影响

汪树生^{1,2}, 高双娜¹, 冯晨¹, 张银¹, 苏玉春^{1,2*}, 陈光²

(1. 吉林农业大学生命科学学院, 长春 130118; 2. 吉林省秸秆综合利用技术创新平台, 长春 130118)

摘要: 比较以玉米秸秆为原料制作的压缩栽培基质对番茄及辣椒幼苗的生长状况及营养元素积累的影响, 以确定压缩基质块的基本组成, 为玉米秸秆作为育苗基质提供依据。测定压缩基质的基本性质, 观测番茄及辣椒幼苗的生长指标和生理指标以及营养元素积累情况, 分析压缩基质块的组成对幼苗生长情况和营养元素积累的影响。含有腐熟玉米秸秆的压缩基质番茄和辣椒幼苗生长状况及营养元素积累优于含未经发酵玉米秸秆的基质; 两种作物幼苗在栽培基质上各项指标具有相似的变化规律。其中在处理3(T3腐熟玉米秸秆: 蛭石=2:1)压缩栽培基质上番茄和辣椒幼苗的出苗率、壮苗指数、根系活力、叶绿素含量最高, 营养元素积累表现最佳, 各项指标均比对照基质好。玉米秸秆压缩基质块可以作为栽培基质使用。

关键词: 玉米秸秆; 压缩基质; 番茄; 辣椒; 幼苗; 营养元素

中图分类号: S641.2; S641.3 文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)06-0057-05

Effect of Corn Stalk Compressed Matrix on Growth and Nutrient Absorption of Tomato and Chili Seedling

WANG Shusheng^{1,2}, GAO Shuangna¹, FENG Chen¹, ZHANG Yin¹, SU Yuchun^{1,2*}, CHEN Guang²

(1. College of Life Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. Stalk Utilization and Innovation Technology Platform of Jilin Province, Changchun 130118, China)

Abstract: The objective of this study was to compare the effects of corn stalk compressed matrixes on growth and nutrient elements accumulation of tomato and chili seedling. For determination of the composition of compressed matrix, to provide the basis for the utilization of corn stalk to seedling substrate. By measuring the fundamental properties of compressed matrix and observing the growth indexes and physiological indexes and nutrient elements accumulating of tomato and chili seedling grown on the matrix, the effect of matrix composition on seedling growth and nutrient elements accumulation were analyzed. Results showed that compressed matrix with fermented corn stalk were more suitable for seedling growth and nutrient elements accumulating than raw corn stalk. All indexes of two variety seedling grown on the prepared matrixes got the similar changing rule. Matrix T3 (fermented corn stalk : vermiculite = 2 : 1) got the best germination percentage, seedling index, root vitality, chlorophyll content and nutrient elements accumulating, which were better than control matrix. In conclusion, the compressed corn stalk matrix could be utilized for seedling cultivation.

Key words: Corn stalk; Compressed matrix; Tomato; Chili; Seedling; Nutrient element

玉米秸秆是指玉米收获后地面上植株的残留物。中国作为世界第二大玉米种植国, 每年会产生大量玉米秸秆。目前我国对秸秆的利用情况

是: 少部分用作饲料和还田, 大部分秸秆被焚烧或丢弃, 既浪费了大量的生物质资源又对环境造成了污染^[1-4]。玉米秸秆营养元素丰富, 既含有碳、氮、磷、钾等大中量元素, 又含有硫、钙、镁等微量元素, 经过微生物的发酵腐熟后可以转化为有机质和腐殖质供给作物生长, 是制作栽培基质的理想原料^[5-10]。另外玉米秸秆还具有质轻、疏松的结构, 能够改善土壤的结构与耕作性能^[11-13]。玉米秸秆作为栽培基质通常需要发酵后再与其它

收稿日期: 2019-01-17

基金项目: 吉林省教育厅项目(吉教科合字[2016]第181号); 国家大学生创新训练项目(201610193041)

作者简介: 汪树生(1975-), 男, 副教授, 博士, 主要从事生物质开发与应用研究。

通讯作者: 苏玉春, 女, 博士, 副教授, E-mail: suyuchun@126.com

介质混合,以促进农作物的生长。国内研究者对玉米秸秆基质在栽培方面的应用做了大量工作,将玉米秸秆和有机粪肥混合堆积发酵腐熟后与其它栽培基质进行复配,用于辣椒、黄瓜、茄子、番茄、马铃薯等蔬菜以及一品红、孔雀草、矮牵牛、天竺葵等观赏植物的育苗和栽培中,与传统栽培基质相比生长情况效果较好^[14-17]。另外可以将玉米秸秆制成漂浮基质^[18]或无土栽培的固定基质,为作物的生长提供固定基础,具有价格低廉和生物降解的优势,不会对环境造成污染。玉米秸秆基质容重较小且过于疏松,虽然较强的通透性有利于根系伸展,但难于固定植物,易倾倒,需要和别的基质组分混配来改善缺陷或通过别的途径克服不足之处。本研究利用玉米秸秆经过压缩制成的栽培基质,评价不同组成的基质对番茄和辣椒幼苗生长性能和营养物质积累的影响,为玉米秸秆的综合利用提供依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

发酵玉米秸秆基质:将风干的玉米秸秆破碎(1~2 cm),与牛粪按照6:1的比例混合,加入实验室自制微生物菌剂,调节水分至60%左右,堆集高温发酵45 d左右。供试辣椒品种为“羊角椒1号”,番茄品种为“东农715”。草炭来自吉林省通化市,蛭石来自河北省灵寿县。试验中使用化学试剂均为试剂纯,购自北京化工厂。

1.2 玉米秸秆压缩育苗基质制备

将破碎后的玉米秸秆粉和发酵腐熟的玉米秸秆分别过10目筛,按表1基质配方添加其它组分混合,喷水搅拌均匀(喷水量要使育苗基质达到手握成团、松开即散的状态),填入模具(长50 cm×宽30 cm×高25 cm)上面加重物压实,脱模后采用专用育苗容器盛装。

表1 育苗基质组成体积配比

处理	腐熟玉米秸秆	新鲜玉米秸秆	草炭	蛭石
CK	0	0	66.7	33.3
T1	100	0	0	0
T2	0	100	0	0
T3	66.7	0	0	33.3
T4	0	66.7	0	33.3
T5	33.3	33.3	0	33.3

1.3 测定指标及方法

1.3.1 基质理化性质的测定

参照郭世荣描述的方法测定各处理栽培基质的理化性状^[19]。

1.3.2 幼苗生长指标的测定

取番茄、辣椒种子在基质中播种,每100粒子为一组,共分3组。每天均匀喷浇1/2浓度日本园试配方营养液1次(营养液配方见表2),浇透为止。播种后第10天统计出苗率,取3组平均值。苗龄30 d时,测量幼苗株高、茎粗、叶片数、地上及地下部干重、全株干重、根冠比和壮苗指数,随机取样10株为一组,取三组平均值记录数据^[14,20]。

表2 日本园试营养液配方

大量元素	NaNO ₃ ·4H ₂ O		KNO ₃		NH ₄ H ₂ PO ₃	MgSO ₄ ·7H ₂ O
浓度(mg/L)	945.00		809.00		153.00	493.00
微量元素	Fe-EDTA	H ₃ BO ₃	MnSO ₄ ·4H ₂ O	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	CuSO ₄ ·5H ₂ O	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O
浓度(mg/L)	25.00	2.86	2.13	0.22	0.08	0.02

1.3.3 幼苗生理指标的测定

辣椒幼苗中叶绿素含量采用丙酮-乙醇浸提法测定,根系活力利用TTC还原法测定。随机取样10株为一组,取三组平均值记录数据^[14]。

1.3.4 幼苗全株N、P、K含量测定

幼苗样品经H₂SO₄-H₂O₂混合消煮后,用于元素含量分析。全氮测定采用自动凯氏定氮仪(KJELTEC AUTO 1030 Analyzer)测定;全磷测定采用钼锑抗比色法;全钾测定采用火焰光度法^[21]。随机取样10株为一组,取三组平均值记录数据。

1.4 数据分析

数据经过标准化处理后采用SPSS 23.0软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 育苗基质理化性质

作为育苗基质一般要求理化性质在适合的范围内,并且性质稳定,基质中不应该存在有毒物质。由表3可以看到,试验设定的基质容重在0.24~0.45 g/cm³之间,符合理想育苗基质容重0.1~0.8 g/cm³的要求。基质的总孔隙度为60.19%~68.47%,符合育苗基质适宜范围54%~96%的要

求^[14]。水气比按适宜基质要求略低,其它理化性质均符合理想育苗基质标准。在压缩基质中,随着玉米秸秆组分含量的增加,通气孔隙度、pH值和电导率都会增高;而基质的总孔隙度、持水孔

隙度和水气比会相应地降低,这是由玉米秸秆自身的特点决定的。

2.2 压缩基质对出苗率的影响

表3 育苗基质理化性质

处理	容重(g/cm ³)	总孔隙度(%)	通气孔隙度(%)	持水孔隙度(%)	水气比	pH	电导率(ms/cm)
CK	0.33b	68.47a	17.98c	50.49a	2.81a	6.23d	0.81d
T1	0.43a	65.44b	24.23a	41.21c	1.70d	7.61a	2.81a
T2	0.24c	60.19c	20.43b	39.76d	1.95c	6.71c	1.86c
T3	0.45a	65.18b	20.35b	44.83b	2.20b	7.24b	2.25b
T4	0.38b	66.25ab	21.15b	45.11b	2.13b	7.01b	1.70c
T5	0.41ab	62.41bc	20.37b	42.04c	2.06bc	7.07b	2.17b

注:表中同列数据后不同小写字母表示在5%水平上差异显著,下同

不同组成压缩基质的出苗率与对照组相比有很大不同,除T3处理之外,其它各处理基质上番茄和辣椒的出苗率均低于对照组(图1)。番茄和辣椒的出苗率总体趋势类似,T3处理的出苗率略高于对照,说明腐熟玉米秸秆替代草炭经过压缩制备栽培基质具有较好的应用特性。而导致其它

处理出苗率过低主要的原因可能与玉米秸秆基质水气比偏低、EC值过高有关,压缩基质电导率过高,对植物种子发芽有抑制作用^[14]。

2.3 压缩基质对幼苗生长及质量的影响

幼苗的生长情况和质量会从多方面进行考察,其中壮苗指数是评价幼苗生长质量的综合指标之一;根冠比能反映植株地上与地下部相同物质的分配比例^[22]。番茄和辣椒幼苗在含有腐熟玉米秸秆的压缩培养基中生长良好,其中T3处理(腐熟玉米秸秆:蛭石=2:1)基质上的植株长势较好,幼苗生长健壮,壮苗指数最大,总体效果优于对照的基质(草炭:蛭石=2:1);而未经发酵处理的玉米秸秆无论是否添加蛭石改善栽培基质,植株长势都不如含有腐熟玉米秸秆的基质。番茄和辣椒幼苗在压缩培养基上的生长情况具有相似的规律(表4)。在腐熟玉米秸秆中,经微生物发酵以后,内含的营养物质转化为可以被迅速吸收的

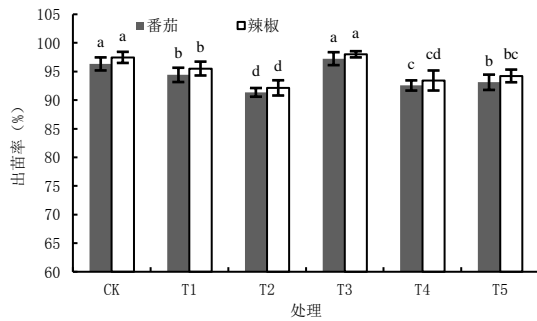


图1 压缩基质对番茄、辣椒出苗率的影响

注:图中同系列数据上不同小写字母表示在5%水平上差异显著,下同

表4 基质对幼苗生长及质量的影响

处理	株高(cm)	茎粗(cm)	叶片数(个)	地上部干重(g)	地下部干重(g)	全株干重(g)	根冠比	壮苗指数
CK	11.92c	0.39c	4.5b	0.447c	0.064c	0.511	0.143a	0.090b
T1	12.34b	0.43b	5.0b	0.591b	0.072b	0.663	0.122c	0.104b
T2	10.82d	0.35c	3.9d	0.398d	0.053d	0.451	0.133b	0.075d
T3	13.42a	0.52a	5.5a	0.767a	0.112a	0.879a	0.146a	0.162a
T4	11.26d	0.38c	4.2c	0.422cd	0.061c	0.483	0.145a	0.086c
T5	11.89c	0.41bc	4.7b	0.479c	0.069b	0.548	0.144a	0.098b
CK	13.33c	0.32d	4.5bc	0.446d	0.099c	0.545d	0.222d	0.134e
T1	14.41b	0.36b	5.2a	0.557b	0.144b	0.701b	0.259c	0.199b
T2	12.31d	0.34b	4.0c	0.344d	0.096c	0.440e	0.279b	0.135e
T3	16.42a	0.42a	5.5a	0.624a	0.176a	0.800a	0.282b	0.246a
T4	12.86d	0.31c	4.2c	0.394d	0.121b	0.515d	0.307a	0.171d
T5	13.73c	0.33b	4.8b	0.503c	0.132b	0.635c	0.262c	0.182c

组分,在植物生长过程中能更快地被植物吸收从而使植物获得更高的生长量和幼苗质量。

2.4 压缩基质对幼苗根系活力的影响

农作物的根系是重要的养分吸收和代谢器官,根系的生长状况和活力决定着地上部的生长和营养状况。根系活力的大小对植物吸收水分、养分及生存能力有着重要的影响。根系活力不同,植株的生长情况也有明显的差别。由图2可见,在含有腐熟玉米秸秆的基质中,番茄和辣椒的幼苗根系活力普遍高于对照组,其中T3处理的根系活力最高,且番茄和辣椒的根系活力的变化呈现相似的规律。根系活力变化与幼苗株高、茎粗、根冠比等方面的变化上是相一致的^[22]。

2.5 压缩基质对幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素在植物吸收光能和转化光能过程中起着重要的作用,其含量可以反映出植物叶片光合作用的能力,并影响植株干物质的积累。在生长量相似的情况下,叶绿素含量高可作为幼苗健壮的生理指标^[14]。从图3中可以看到,在含有腐熟玉米秸秆的基质中,番茄和辣椒幼苗叶片中的叶绿素含量均较高,其中T3处理的番茄和辣椒叶片中的叶绿素含量最高;在只添加未发酵玉米秸秆的栽培基质中,叶片叶绿素含量相对较低,T2压缩基质叶绿素含量最低。这与番茄和辣椒在压缩基质上生长规律一致。主要原因是发酵玉米秸秆

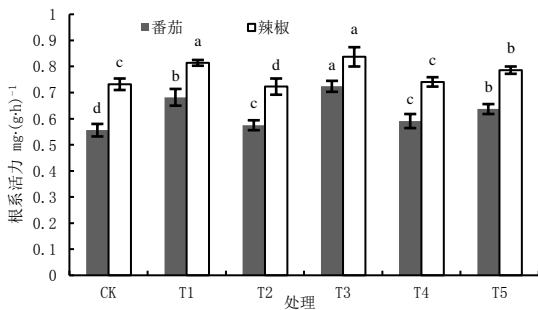


图2 压缩基质对番茄、辣椒根系活力的影响

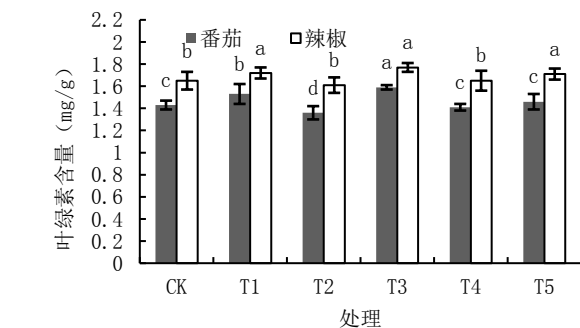


图3 压缩基质对番茄、辣椒叶绿素含量的影响

中含有的营养物质未经微生物发酵转化,不容易被迅速吸收利用,导致作物幼苗生长态势偏弱。随着玉米秸秆在使用过程中发生降解,这种情况应该会得到改善。

2.6 压缩基质中幼苗N、P、K元素积累

氮(N)、磷(P)、钾(K)是植物组织的重要组成部分,同时也参与到植物的生长代谢过程中。这三种元素对植物的正常生长起着至关重要的作用^[23]。从表5中可以看出,N、P、K三种元素积累的变化规律与幼苗的生长规律具有一致性。在含有腐熟秸秆的基质中含量较高,在番茄和辣椒幼苗中的T3处理压缩培养基中最高。

3 讨论与结论

表5 压缩基质中幼苗N、P、K元素积累

处理	品种	元素含量(mg/g)		
		N	P	K
CK	番茄	18.32b	7.39d	37.45c
T1		18.91b	8.03b	38.42b
T2		15.71d	6.75d	33.59e
T3		20.89a	8.91a	45.51a
T4		16.88c	7.31d	35.27d
T5		18.15b	7.83bc	37.74c
CK	辣椒	14.43c	7.12bc	30.45c
T1		16.41b	7.69b	33.52b
T2		13.31d	6.74c	28.04d
T3		17.22a	8.42a	36.75a
T4		13.86d	6.91c	30.01c
T5		14.09cd	7.33b	32.38b

玉米秸秆基质原料经压缩后制成的栽培基质可以用于番茄和辣椒的幼苗栽培。其中含有腐熟玉米秸秆制成的压缩基质具有较好的理化性质,作物出苗率高,幼苗在基质上长势和质量均优于只含有未经发酵玉米秸秆的压缩基质;在含有腐熟玉米秸秆的基质中,T3处理基质上番茄和辣椒幼苗长势最为健壮,质量最好,植株中N、P、K三种元素积累量最高。在供试处理中,T3最适合用于番茄和辣椒这两种蔬菜幼苗的培育。

玉米秸秆含有丰富的营养元素,主要营养成分含量除碱解氮以外均高于草炭,不足之处在于持水孔隙低于草炭,pH值和电导率偏高,单独使用玉米秸秆作为栽培基质存在质地疏松、通气孔隙过大、保水和保肥能力不足等缺陷,不利于植物的萌发与生长^[14,24-25]。通过对玉米秸秆基质进行压缩,可以有效克服秸秆质地疏松、容积率小、作物生长受限的缺陷,提高玉米秸秆的利用特

性^[4]。如何进一步提高玉米秸秆压缩栽培基质的使用特性有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 沙洪林,佟 时,张维友,等.我国农作物秸秆产生及综合利用现状分析[J].吉林农业科学,2010,35(4):51-55.
- [2] 范如芹,罗 佳,严少华,等.农作物秸秆基质化利用技术研究进展[J].生态与农村环境学报,2016,32(3):410-416.
- [3] 郭世荣.固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J].农业工程学报,2005,21(增刊2):1-4.
- [4] 石建森,武 旭,李 青,等.玉米秸秆基质压缩块栽培双孢菇[J].山西农业科学,2012,40(10):1064-1066.
- [5] 梁 卫,袁静超,张洪喜,等.东北地区玉米秸秆还田培肥机理及相关技术研究进展[J].东北农业科学,2016,41(2):44-49.
- [6] 童 静.利用玉米秸秆型基质栽植唐菖蒲子球的研究[D].长春:吉林农业大学,2012.
- [7] 苏丽影,宋述尧,赵春波,等.玉米秸秆复配基质对茄子幼苗生长和光合参数的影响[J].中国蔬菜,2013(10):64-70.
- [8] 余文娟,田雪梅,夏文通,等.农业废弃物作为番茄穴盘育苗基质配方的筛选[J].山东农业科学,2011(4):33-35,38.
- [9] 王拉花,杨秋生.新型园艺栽培基质的研究进展[J].河南农业科学,2015,44(3):9-13.
- [10] 贺茹珍,李晶晶,杨秋生.复配基质对盆栽潢川金桂的影响[J].河南农业科学,2012,41(3):129-132.
- [11] 苏丽影,宋述尧,赵春波,等.玉米秸秆混合基质对甜瓜穴盘苗生长的影响[J].北方园艺,2013(12):28-30.
- [12] 蔡雯竹,张 婷.秸秆用作蔬菜育苗基质的研究进展[J].农业与技术,2017,37(1):8-10.
- [13] 郭金岭,智利红,张 歌.玉米秸秆基质对无土栽培莴苣生长的影响[J].北方园艺,2011(13):34-35.
- [14] 苏丽影.玉米秸秆混合基质在蔬菜穴盘育苗中的应用研究[D].长春:吉林农业大学,2013.
- [15] 李 爽.玉米秸秆基质对马铃薯原种繁育的影响[D].长春:吉林农业大学,2016.
- [16] 葛桂民.玉米秸发酵有机基质压缩成型及育苗技术研究[D].郑州:河南农业大学,2009.
- [17] 靳晓东.玉米秸秆生物基质对矮牵牛、天竺葵生长及生理特性的影响[D].郑州:河南农业大学,2014.
- [18] 姜 虹,杨 红,涂祥敏,等.不同颗粒大小玉米秸秆基质对辣椒漂浮育苗的影响[J].中国园艺文摘,2012,28(3):27-28.
- [19] 郭世荣.无土栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:137,423-424.
- [20] 姜 虹,杨 红,涂祥敏,等.玉米秸秆发酵基质不同配比对辣椒育苗效果的影响[J].中国园艺文摘,2012,28(2):9-10.
- [21] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005:42,76,101.
- [22] 张秀丽.秸秆型育苗基质对茄果类蔬菜秧苗素质的影响[D].长春:吉林农业大学,2004.
- [23] 白青华.低温对辣椒幼苗生长和大中量营养元素吸收的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2009.
- [24] 王吉庆,赵月平,刘超杰.水浸泡玉米秸基质对番茄育苗效果的影响[J].农业工程学报,2011,27(3):276-281.
- [25] Jianwei Hou, Guochen Yang, Jianwei Hou, et al. GGE Biplot as a novel tool for the investigation of marigold (*Tagetes erecta* L.) seedling growth on composted corn stalk as a substrate [J]. International Journal of Plant Biology, 2012, 3(8): 38-42.