

# 农田秸秆基质对马铃薯微型薯产量的影响

姚琪<sup>1</sup>, 王庆峰<sup>1</sup>, 袁宝祺<sup>1</sup>, 李闯<sup>1</sup>, 郭晓威<sup>2</sup>, 王忠伟<sup>1\*</sup>

(1. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 2. 吉林农业大学, 长春 130118)

**摘要:** 吉林省玉米秸秆及花生壳等农业废弃物年利用率低且资源丰富, 本试验研究探讨使用玉米秸秆和花生壳做马铃薯微型薯生产基质的可能性及效果。以吉林省主推品种吉薯1号、尤金、费乌瑞它为试验材料, 试验设置3种基质处理(蛭石、玉米秸秆、玉米秸秆与花生壳1:1混合); 3个密度梯度试验(20株/箱、25株/箱、30株/箱)。结果表明: 试验品种吉薯1号以玉米秸秆作为栽培基质, 栽培密度为25株/箱时, 微型薯产量最高; 尤金品种以玉米秸秆与花生壳1:1混合为基质时, 在30株/箱的密度下微型薯粒数最多。

**关键词:** 微型薯; 基质; 密度; 产量

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)04-0078-04

## Effect of Straw Substrate on the Yield of Micro Potato

YAO Qi<sup>1</sup>, WANG Qingfeng<sup>1</sup>, YUAN Baoqi<sup>1</sup>, LI Chuang<sup>1</sup>, GUO Xiaowei<sup>2</sup>, WANG Zhongwei<sup>1\*</sup>

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** Jilin Province is rich in agricultural waste resources such as corn straw and peanut shell. This study explored the possibility and effectiveness of using corn straw and peanut shell as substrates for potato mini tuber production. Jishu 1, Youjin and Feiwuruita were used as experimental materials, and three kinds of substrate treatments (Vermiculite, corn straw, 1:1 mixture of corn straw and peanut shell) were applied, and three density gradients (20, 25, 30 plants/box) were set up. The results showed that the yield of micro tuber of Jishu 1 was the highest when the planting density was 25 plants/box and corn straw was used as the cultivation substrate. For Eugene variety, when the mixture of corn straw and peanut shell was 1:1 as the substrate, the number of micro potato seeds was the largest under the density of 30 plants/box.

**Key words:** Micro potato; Stroma; Density; Yield

马铃薯微型薯的生产主要采用基质栽培方式, 栽培基质为植物的根系提供稳定的生长环境, 对植物起到固定、支撑作用的同时, 又为植物提供生长过程中所需要的养分及水分, 充分满足了植物根系对营养物质及水分的需求。吕典秋等<sup>[1]</sup>、赵海红等<sup>[2]</sup>试验都证明蛭石与草炭1:1混合作为微型薯栽培基质植株的成活率最高, 产量最好。但由于蛭石和草炭均为不可再生资源, 价格

高昂, 且重复利用病害严重<sup>[3]</sup>, 增加了微型薯的生产成本, 许多学者为了降低生产成本, 结合当地实际情况相继研究出新的马铃薯栽培基质。

吉林省玉米秸秆、花生壳作为田间废弃物资源丰富, 取材方便, 苏丽影<sup>[4]</sup>、李娇<sup>[5]</sup>、白金达<sup>[6]</sup>、李爽等<sup>[7]</sup>的研究表明玉米秸秆、草炭、蛭石混合作为基质对于马铃薯微型薯的形成有促进作用, 脱毒种苗成活率高、单株结薯数较多、单薯质量大、大薯率高。研究使用玉米秸秆和花生壳代替蛭石和草炭作为基质, 既可以降低马铃薯微型薯的生产成本, 也可以解决田间废弃物的处理问题。

Abdulnour等<sup>[8]</sup>研究了基质体积和植株密度对马铃薯微型薯产量的影响, 发现基质体积和植株密度之间没有交互作用。较深的基质获得微型薯个数更多, 密度增加到200株/m<sup>2</sup>时微型薯产量不再增加, 微型薯数量增加, 平均生物量明显降低。

收稿日期: 2021-03-10

基金项目: 吉林省科学技术厅科技发展计划项目(20210202016NC); 吉林省自然科学基金项目(20210101484JC); 吉林省创新工程项目(CXGC2021TD012)

作者简介: 姚琪(1995-), 女, 研究实习员, 硕士, 主要从事马铃薯育种及栽培研究。

通讯作者: 王忠伟, 男, 硕士, 研究员, E-mail: 13756127666@163.com

本试验采用玉米秸秆和花生壳作为基质,蛭石作为对照,以期筛选出适宜马铃薯微型薯生产的基质来代替蛭石和草炭,在60目防虫网棚内,使用塑料周转箱作为试验容器,为探索高效便捷的工厂化生产栽培模式提供理论基础及数据支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验用马铃薯脱毒试管苗由吉林省农业科学院经济植物研究所马铃薯团队提供<sup>[9]</sup>。基质选用蛭石、玉米秸秆和花生皮为原料。将玉米秸秆和花生壳分别用0.2 cm口径粉碎机粉碎,喷洒液态有机物料腐熟剂,有机物料腐熟剂由吉林省农业科学院农业环境与资源研究所提供,有效菌为:枯草芽孢杆菌和长枝木霉,保持湿度在60%,每隔一周翻堆一次,3~4周完成腐熟。

### 1.2 试验方法

本试验在吉林省农业科学院经济植物研究所的防虫网棚内进行。选择3个马铃薯品种分别为:吉薯1号、尤金、费乌瑞它;3种基质处理分别为:蛭石、玉米秸秆、花生皮与玉米秸秆1:1等体积混合;每个基质处理设置20株/箱、25株/箱、30株/箱3个密度梯度,重复3次。塑料周转箱型号为55 cm×36 cm×15 cm,基质的铺设厚度为10 cm。

将栽培基质装入塑料周转箱,玉米秸秆(记作S<sub>1</sub>)、花生壳与玉米秸秆混合基质(记作S<sub>2</sub>)、蛭石(记作S<sub>3</sub>),每个基质处理各27盘,试验共计81个塑料周转箱,随机区组排列。

用MS培养基大量扩繁试管苗,在苗龄20 d,株高6 cm左右进行假植,之后进行二次剪苗。2020年5月27日定植,定植后每箱施肥量按照钾肥>氮肥>磷肥的原则<sup>[10]</sup>,具体见表1。

表1 施肥量与施肥时间

| 名称                     | 第一次  | 第二次  | 第三次  | 第四次  | 第五次 | 第六次 | 第七次 | 第八次 |
|------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 马铃薯(N:P:K=13:10:22)    | 0.6  | 0.54 | 0.48 | 0.48 | -   | -   | -   | -   |
| 马铃薯专用肥(N:P:K=12:10:22) | 0.75 | 1.05 | 1.05 | 0.45 | -   | -   | -   | -   |
| 马铃薯专用肥(N:P:K=13:9:23)  | -    | -    | -    | 0.6  | 0.6 | 0.6 | 0.3 | -   |
| 马铃薯专用肥(N:P:K=14:8:23)  | -    | -    | -    | -    | 1.5 | 1.5 | 1.2 | 1.2 |

### 1.3 测定指标与统计分析

检测试验所使用的基质种植前和收获后基质中物质含量的变化。间隔15 d测量株高。

收获时分别统计微型薯的个数,测量重量。采用DPS 7.05和Excel 2011进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同基质对马铃薯微型薯产量的影响

#### 2.1.1 基质含量变化

在施肥量相同的条件下,通过对种植前后基

质中主要物质含量比较可以发现(表2),收获后S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>的五氧化二磷、氧化钾含量较种植前有明显升高。收获后S<sub>1</sub>中有机质含量下降5%。三种基质收获后的全氮含量均有增加,S<sub>3</sub>基质收获后的全磷含量增加,全钾含量小幅度降低。说明作为基质时,S<sub>1</sub>基质可以在植物生长过程中为其提供更多养分。印证了Carl E、Bates<sup>[11]</sup>用有机物作为栽培基质,营养成分丰富,在植物生长时可以逐渐被植物吸收利用的说法。

表2 种植前后基质中物质含量对比

| 基质             | 有机质(g/kg) |      | 全氮(%) |      | 五氧化二磷(%) |      | 氧化钾(%) |      | 全磷(g/kg) |      | 全钾(g/kg) |       |
|----------------|-----------|------|-------|------|----------|------|--------|------|----------|------|----------|-------|
|                | 种植前       | 收获后  | 种植前   | 收获后  | 种植前      | 收获后  | 种植前    | 收获后  | 种植前      | 收获后  | 种植前      | 收获后   |
| S <sub>1</sub> | 748.2     | 705  | 1.57  | 1.81 | 0.41     | 0.9  | 1.59   | 0.49 | -        | -    | -        | -     |
| S <sub>2</sub> | 952.6     | 955  | 0.91  | 1.17 | 0.21     | 0.33 | 0.94   | 0.27 | -        | -    | -        | -     |
| S <sub>3</sub> | 5         | 7.14 | 0     | 0.48 | -        | -    | -      | -    | 0.36     | 1.05 | 22.77    | 21.79 |

#### 2.1.2 不同基质中不同品种马铃薯株高的变化

在每个周转箱中随机选取3株马铃薯植株测量株高,结果见图1。由图1可知,3个品种的株高均为S<sub>1</sub>>S<sub>2</sub>>S<sub>3</sub>。吉薯1号株高最高值在S<sub>1</sub>中为35 cm,最低值为26 cm,相差9 cm。尤金株高最高为34 cm,最低为22.5 cm,相差11.5 cm。费乌瑞

它株高最高为30 cm,最低为20 cm,相差10 cm。7月30日之后3个品种S<sub>3</sub>的增长速率均比S<sub>1</sub>和S<sub>2</sub>缓慢,原因可能是在7月10日之后,施肥重点从多是氮肥和磷肥转化成增施钾肥和钙镁肥。S<sub>3</sub>基质中植株受到施肥的影响明显,S<sub>2</sub>则可以在一定程度上减少肥料对植株的影响,S<sub>1</sub>基质中的植株

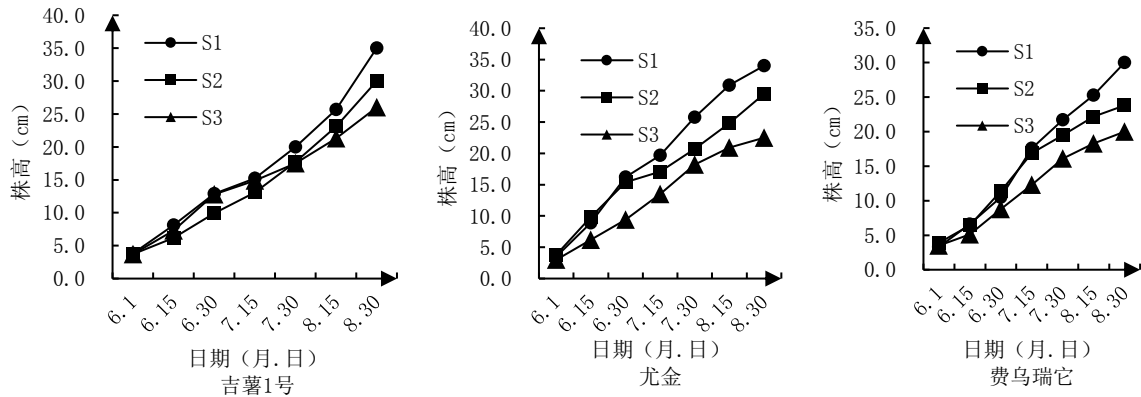


图1 不同品种马铃薯在不同基质中株高的变化

在改变施肥重点之后整体的株高增长情况基本保持不变,基本不受肥料变化的影响。

### 2.1.3 不同基质对微型薯产量的影响

质量 $\geq 5$  g的马铃薯原种为大薯<sup>[11]</sup>,如图2所示, $S_1$ 的大薯率为74.05%, $S_2$ 的大薯率为73.81%, $S_3$ 的大薯率为78.34%。产量及大薯产量从高到低排序均为 $S_1 > S_3 > S_2$ 。大薯率排序为 $S_3 > S_1 > S_2$ 。

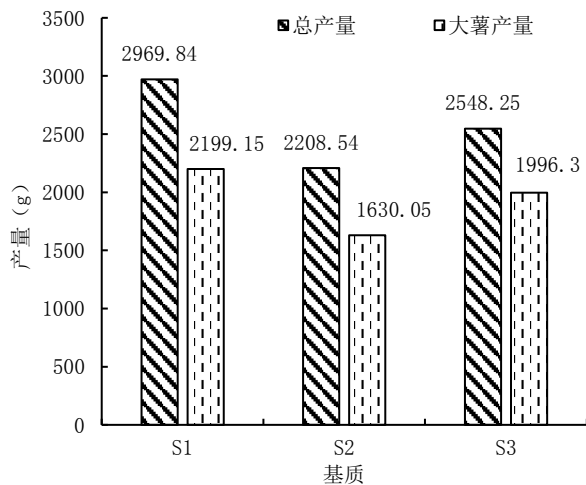


图2 不同基质微型薯产量

由表3可以看出,吉薯1号在 $S_1$ 和 $S_3$ 基质中的微型薯产量无显著性差异,在 $S_1$ 和 $S_2$ 中存在显著性差异,最高产量在 $S_1$ 中为1 661.5 g,最低产量在 $S_2$ 中为334.98 g,相差1 326.52 g。尤金在 $S_1$ 和 $S_3$ 基质中的微型薯产量无显著性差异,在 $S_1$ 和 $S_2$ 中存在显著性差异,最高产量在 $S_2$ 中为1 158.48 g,最

表3 不同基质中微型薯产量比较 g

| 基质    | 吉薯1号     | 尤金        | 费乌瑞它    |
|-------|----------|-----------|---------|
| $S_1$ | 1 661.5a | 515.05cd  | 793.29c |
| $S_2$ | 334.98d  | 1 158.48b | 715.08c |
| $S_3$ | 1 531.3a | 400.33d   | 616.60c |

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下同

低产量在 $S_3$ 中为400.33 g,相差758.15 g。费乌瑞它在 $S_1$ 、 $S_2$ 和 $S_3$ 中微型薯产量无显著性差异。最高产量在 $S_1$ 中为793.29 g,最低产量在 $S_3$ 中为616.60 g。相差176.69 g。从基质角度分析, $S_1$ 、 $S_2$ 和 $S_3$ 中3个品种的产量存在显著性差异。综上所述,吉薯1号和费乌瑞它都在 $S_1$ 基质中产量最高。尤金则在 $S_2$ 中产量最高。

由表4可知,吉薯1号在 $S_1$ 与 $S_3$ 微型薯结薯数无显著性差异,与 $S_2$ 存在显著性差异。吉薯1号微型薯结薯最多在 $S_1$ 中为365粒,在 $S_2$ 中结薯最少为278粒,相差87粒。尤金在3个基质中均存在显著性差异,在 $S_2$ 中结薯最多为497粒,在 $S_3$ 中结薯最少为293粒,相差204粒。费乌瑞它在 $S_1$ 与 $S_2$ 中微型薯结薯数无显著性差异,与 $S_3$ 中结薯数存在显著性差异。费乌瑞它结薯数最多在 $S_1$ 中为378粒,在 $S_3$ 中结薯最少为256粒,相差122粒。与表3中的产量情况相对一致。

表4 不同基质中微型薯结薯数比较

| 品种    | 吉薯1号  | 尤金    | 费乌瑞它 |
|-------|-------|-------|------|
| $S_1$ | 365b  | 382b  | 378b |
| $S_2$ | 278d  | 497a  | 358b |
| $S_3$ | 348bc | 293cd | 256d |

3个基质中 $S_1$ 的保水性最好, $S_2$ 的保水性最差,基质疏松程度大,在幼苗移栽过程中不利于根系与基质充分接触,不能充分吸收水肥。

## 2.2 不同品种马铃薯在不同密度下株高的变化

### 2.2.1 不同密度下不同品种马铃薯株高的变化

在每个处理中随机选取3株马铃薯植株测量株高,取平均值。如图3所示,吉薯1号、尤金和费乌瑞它都在密度为20株/箱时株高最高,分别为35.6 cm、33.0 cm和31.40 cm。分别比30株/箱马铃薯的株高高出10.5 cm、7.4 cm和11.6 cm。株高在6月30日到7月30日之间生长迅速,在7月

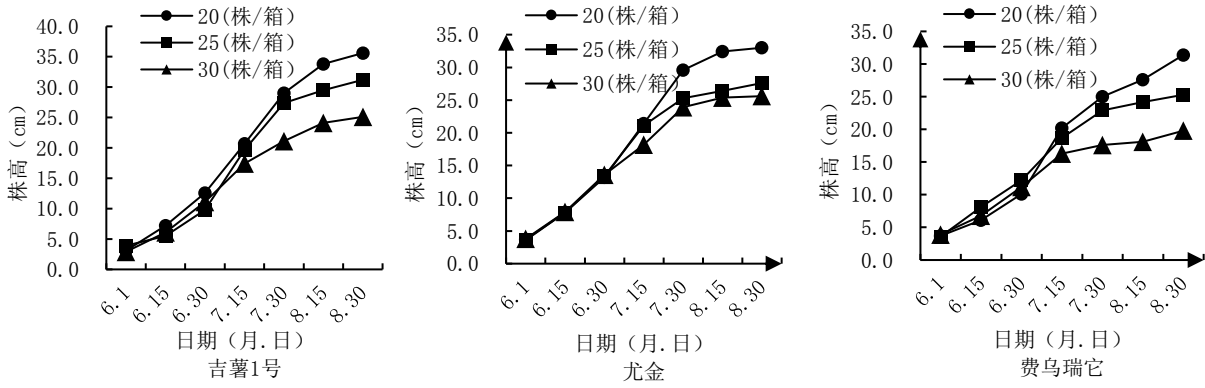


图3 不同品种在不同种植密度下株高变化

30日之后株高增长缓慢,在25株/箱和30株/箱的栽培密度下,株高基本不再生长。

2.2.2 密度对微型薯植株性状及产量的影响

如图4所示,在3个不同密度中,20株/箱的大薯率为81.13%,25株/箱的大薯率为73.44%,30株/箱的大薯率为72.49%。

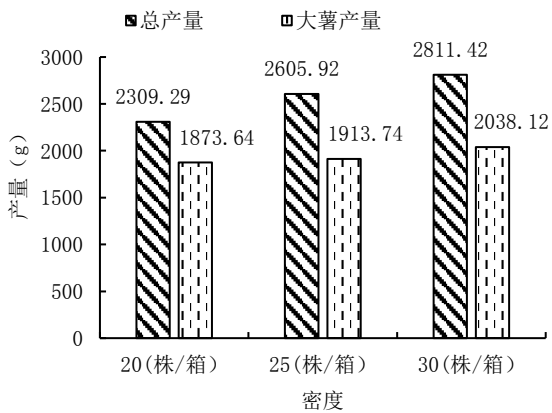


图4 不同密度微型薯产量

20株/箱的总产量和大薯产量最低,但是大薯率却最高,30株/箱的总产量和大薯的产量最高,但是大薯率最低。结果表明,随着密度的增加,大薯率逐渐下降。

如表5所示,3个密度下微型薯的产量无显著性差异,吉薯1号在密度25株/箱时达到产量最高为1 278.49 g,在20株/箱时产量最低为1 073.27 g,相差205.22 g。尤金在密度30株/箱时达到产量最大值为804.3 g,在密度20株/箱时达到最小值623.94

表5 不同密度下微型薯产量比较 g

| 密度      | 吉薯1号      | 尤金      | 费乌瑞它    |
|---------|-----------|---------|---------|
| 20(株/箱) | 1 073.27a | 623.94a | 612.08a |
| 25(株/箱) | 1 278.49a | 645.62a | 681.81a |
| 30(株/箱) | 1 176.02a | 804.3a  | 831.1a  |

g,相差180.36 g。费乌瑞它在密度30株/箱时达到产量最大值为831.1 g,在密度20株/箱时达到最小值612.08 g,相差219.02 g。

如表6所示,吉薯1号在3个密度下结薯数的变化无显著性差异,在25株/箱时结薯数达到最大值377粒,20株/箱时290粒,相差87粒。尤金在20株/箱与25株/箱时结薯数无显著性差异,与30株/箱时结薯数存在显著性差异,在密度为30株/箱时的结薯数最多为470粒,在20株/箱时的结薯数最少为329粒,相差141粒。费乌瑞它在3个密度下的结薯数无显著性差异,30株/箱时达到最大为376粒,20株/箱时最小277粒,相差99粒。

表6 不同密度下微型薯结薯数比较 粒

| 密度      | 吉薯1号  | 尤金    | 费乌瑞它  |
|---------|-------|-------|-------|
| 20(株/箱) | 290b  | 329b  | 277b  |
| 25(株/箱) | 377ab | 373ab | 339b  |
| 30(株/箱) | 324b  | 470a  | 376ab |

3 结 论

本试验采用塑料箱作为栽培容器,隔绝了基质与地面的接触,有效减少土传病害的发生。试验过程中便于管理,收获时方便快捷,收获后基质回收方便,不会造成污染和浪费。农业废弃物作栽培基质,可以减少对环境的污染,具有良好的经济效益和生态效益<sup>[12]</sup>。与刘勇<sup>[13]</sup>、郝兴顺<sup>[14]</sup>、屈冬玉<sup>[15]</sup>、黄永等<sup>[16]</sup>将秸秆、锯末、松枝、蕙仁糠等材料作为混合基质材料之一的使用方法不同。本试验采用玉米秸秆作为马铃薯微型薯的生产基质时,质量和重量性状均高于蛭石,在实际生产中经过有机物料腐熟剂处理的玉米秸秆可完全代替蛭石,需要进一步探讨处理后的玉米秸秆成本是否较蛭石和草炭更低。玉米秸秆和(下转第128页)

## 参考文献:

- [1] 饶国华,赵谋明,林伟锋,等.中国低次烟叶资源综合利用研究[J].资源科学,2005,27(5):120-127.
- [2] 勾华,刘建程.废弃烟叶的综合利用[J].江苏农业科学,2014,42(2):220-223.
- [3] 张启东,李鹏,柴国璧,等.烟叶蛋白研究进展[J].化学通报,2013,76(7):605-611.
- [4] 卫青,吴平艳,段孟,等.再造烟叶浓白水中蛋白质提取工艺的优化研究[J].安徽农业科学,2016,44(30):67-69.
- [5] 陈复生,郭兴凤.蛋白质化学与工艺[M].郑州:郑州大学出版社,2012:70-71.
- [6] 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,2001:267-269.
- [7] X. H. 波钦诺克(著),荆家海(译).植物生物化学分析方法[M].北京:科学出版社,1981:90-100.
- [8] 王承福,赵爽,葛永辉,等.烟草综合利用及研究进展[J].贵州农业科学,2016,44(11):37-41.
- [9] 栾倩倩.鲜烟草中有效成分的分离纯化研究[D].大连:大连理工大学,2018.
- [10] 董二慧,谭红,何锦林,等.响应曲面法优化低次烟叶可溶性蛋白提取工艺[J].江苏农业科学,2013,41(2):235-238.
- [11] 于士婷,尹翌秋,孙天霞,等.响应面法优化枸杞水溶性蛋白提取工艺[J].食品研究与开发,2017,38(9):79-84.
- [12] 宋思圆,苏平,王丽娟,等.响应面法优化超声提取黄秋葵花果胶多糖工艺及其体外抗氧化活性[J].食品科学,

2017,38(2):283-289.

- [13] 王广慧,李士慧,梁婷,等.响应面优化超声波辅助复合酶法提取杏鲍菇黄酮[J].东北农业科学,2018,43(1):45-50.
- [14] 黄威,李倬林,岳玉兰,等.超声辅助法提取刺玫籽油工艺优化[J].东北农业科学,2016,41(5):107-112.
- [15] 何超,索绪斌,张涵,等.响应曲面法优化鲜地龙可溶性蛋白提取工艺[J].中成药,2015,37(4):758-762.
- [16] Silva Coelho T L, Silva Braga F M, Caldas Silva N M. Optimization of the protein extraction method of goat meat using factorial design and response surface methodology[J]. Food chemistry, 2019, 281(30): 63-70.
- [17] 闫家玮,姜晓坤.罗汉果甜苷提取工艺优化及天然利咽喉保健糖果的开发[J].东北农业科学,2019,44(5):116-122.
- [18] Szedlajak I, Szentai-K hegyi K J, Kosry J. Study of tobacco plant as a possible nutritive protein source [J]. Acta Alimentaria, 2010, 39(2): 149-156.
- [19] 曾桥,韦承伯,韩国锋,等.桑叶茯砖茶总黄酮提取工艺优化及抗氧化活性[J].食品科技,2018,43(6):221-230.
- [20] 饶国华,赵谋明,林伟锋,等.低次烟叶蛋白质提取工艺研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(11):67-72.
- [21] 张劲松,高学云,黄镇,等.沉淀pH值对烟草Rubisco结晶的影响[J].中国烟草学报,1997(2):3-7.

(责任编辑:王昱)

(上接第81页)花生皮等比例混合的基质在产量和大薯产量及保水性方面都不如蛭石,原因在于花生皮作为基质时,自身结构过于疏松且不吸水,需要进一步研究。

吉薯1号以玉米秸秆为基质时产量和粒数达到最大为1661.5g和365粒;尤金用花生壳与玉米秸秆混合基质时产量和粒数达到最大为1158.48g和497粒;费乌瑞它用玉米秸秆为基质时产量和粒数达到最大为793.29g和378粒。

吉薯1号在25株/箱的密度下产量和粒数达到最大为1278.49g和377粒;尤金在30株/箱的密度下产量和粒数达到最大为804.3g和470粒;费乌瑞它在30株/箱的密度下产量和粒数达到最大为831.1g和376粒。

## 参考文献:

- [1] 吕典秋,李学湛,何云霞,等.马铃薯脱毒原原种栽培基质筛选和栽培技术研究[J].杂粮作物,2002,22(1):46-47.
- [2] 赵海红.基质对不同马铃薯品种微型薯形成的影响[J].中国种业,2015(5):51-52.
- [3] 关欢欢,许华民,李寿如,等.蛭石基质中马铃薯疮痂病防治后可培养菌群的变化分析[J].东北农业科学,2020,45(5):57-61.
- [4] 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.
- [5] 李娇.不同基质配比对马铃薯微型薯氮磷钾吸收的影响[D].长春:吉林农业大学,2017.

- [6] 白金达.马铃薯脱毒苗基质栽培与雾化栽培繁育技术研究[D].雅安:四川农业大学,2010.
- [7] 李爽.玉米秸秆基质对马铃薯原原种繁育的影响[D].长春:吉林农业大学,2016.
- [8] Abdunnour J, Roy G, Desjardins Y. Effect of supplemental lighting, substrate (potting mix) volume and plant densities on potato minituber production during winter greenhouse culture in Quebec[J]. Acta Horticulturae, 2003, 619: 53-58.
- [9] 李闯,张海燕,谭化,等.马铃薯新品种‘吉薯1号’茎尖脱毒及组培快繁研究[J].东北农业科学,2019,44(6):62-64,73.
- [10] 刘中良,焦娟,张艳艳,等.二季作区早熟马铃薯的氮磷钾肥料效应试验研究[J].东北农业科学,2018,43(2):35-39.
- [11] Bates R M. Plant Production in Containers II[J]. HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science, 2004, 39(5): 1155.
- [12] 王玉娥,牛美颖,刘俊珍.马铃薯脱毒微型薯生产技术的研究[J].西北农业学报,1992,1(2):89-91.
- [13] 刘勇,郝兴顺,陈进,等.不同基质对脱毒马铃薯穴盘扦插苗成活率及生长发育的影响[J].陕西农业科学,2009,55(5):21-22.
- [14] 郝兴顺,吴玉红,刘勇,等.改良型新基质对彩色马铃薯脱毒微型薯繁育的影响[J].陕西农业科学,2015,61(12):14-16.
- [15] 屈冬玉,庞万福,谢发成,等.松针土作基质生产脱毒微型薯试验研究[J].中国马铃薯,1999(1):16-17.
- [16] 黄永,柳福刁,张金龙,等.脱毒马铃薯原原种无土栽培基质的探索分析[J].南方农业,2016,10(12):9-10.

(责任编辑:刘洪霞)