

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2009)01-0006-05

# 马铃薯原种的种植密度对植株性状、产量性状和经济参数的影响

李 勇, 吕典秋, 高云飞, 邱彩玲, 宿飞飞, 刘尚武, 王绍鹏

(黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所, 黑龙江省马铃薯工程技术研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘 要:** 为了探讨马铃薯原种在小垄栽培(垄距 70 cm)条件下的适宜种植密度, 利用马铃薯品种荷兰 15 号脱毒原原种为试验材料, 种植并生产原种一代。采用单因素随机区组设计, 设株距 10 cm、15 cm、20 cm、25 cm 和 30 cm 共 5 个处理, 采用通径分析探讨了植株性状对产量的影响, 运用方差分析探讨了密度与植株性状(株高、主茎数和茎粗)、产量性状(单株结薯数、平均薯块重、单株产量、产种量、繁殖系数、公顷产量)和经济参数(产投比和经济效益)的关系。研究结果表明: 株距在 10~30 cm 之间时, 如果株高越高、主茎数越多, 那么产量就越高; 随着株距的增大, 单株结薯数逐渐增多, 单株产量逐渐增高, 繁殖系数和产投比逐渐增大, 主茎数和产种量无显著变化; 垄株距为 70 × 30 cm 的处理产量最高, 繁殖系数最大, 产投比最高和经济效益最好, 是小垄稀植栽培的适宜密度。

**关键词:** 马铃薯 ; 原种 ; 小垄 ; 密度 ; 植株性状 ; 产量性状 ; 经济效益

黑龙江省具有气候冷凉, 土质肥沃, 夏季降雨集中, 昼夜温差大等特点, 适合马铃薯的生长和种薯的繁育, 属于我国马铃薯轻退化区<sup>[1]</sup>。优越的自然资源条件使黑龙江省自然形成了我国马铃薯种薯生产的重要基地, 生产高质量马铃薯脱毒种薯已经成为黑龙江省种薯生产的主要任务<sup>[2]</sup>。因此, 在黑龙江省发展马铃薯种薯生产具有极其重要的社会意义和现实意义。

一方面, 由于马铃薯小垄栽培具有便于小机械作业、节省土地、成本低和易操作等优点; 另一方面, 由于马铃薯原原种重量较小, 用大机械化作业造成出苗率低且出苗后达到最大叶面积指数的时间比较长, 严重降低了产量。

近年来, 国内外学者围绕着马铃薯优质高产高效栽培技术中如施肥、密度等关键技术环节展开了深入而细致的研究, 取得了一大批科研成果, 但说法不一, 并且大都只分析产量参数, 而没有兼顾经

济参数, 本试验将开展小垄栽培适宜密度的研究, 不但分析马铃薯的产量参数, 而且还评价其繁殖系数、产种量、产投比和经济效益等参数, 从而得出对马铃薯原种小垄栽培更具有实践指导意义的技术参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选用马铃薯品种荷兰 15 号脱毒原原种为试验材料, 种薯大小为 5 g, 由黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所提供, 由黑龙江省马铃薯工程技术研究中心脱毒培育获得的。

### 1.2 试验方法

试验采用单因素随机区组设计, 小垄垄距为 70 cm, 株距分别设 10 cm、15 cm、20 cm、25 cm 和 30 cm 共 5 个处理, 3 个区组, 即每个处理 3 次重复, 每个重复均为 3 行区, 行长 5 m。

### 1.3 试验地点

试验地安排在黑龙江省哈尔滨市南岗区王岗镇红旗满族乡东升村, 前茬为玉米。

### 1.4 栽培管理

2008 年 5 月 1 日, 用旋耕培土机起垄, 垄距

收稿日期: 2008-11-11

基金项目: 哈尔滨市科技攻关计划项目“马铃薯脱毒种薯标准化生产技术的研究”(2006AA3CN080)。

作者简介: 李勇(1980-), 男, 硕士, 主要从事马铃薯原原种和原种栽培生理和技术研究。

为 70 cm。2008 年 5 月 10 日开始播种。施肥采用底肥和追肥两种方式, 其中底肥为马铃薯复合肥 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=12:10:8)870 kg·hm<sup>-2</sup> 加 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 105 kg·hm<sup>-2</sup>, 在播种时施入; 追肥为马铃薯复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:13:22)150 kg·hm<sup>-2</sup>, 在 2008 年 7 月 1 日施入。

2008 年 7 月 1 日进行中耕培土。生育期间进行人工除草和浇水; 轮换喷施大生、克露、福帅得等杀菌剂防治马铃薯晚疫病; 喷施乐斯本、万灵和一扫光等杀虫剂防治马铃薯害虫。

在开花期, 取试验小区中间一行且去掉两端的长 4 m 的行段, 调查植株的株高、主茎数和茎粗, 并计算出其平均数代表小区的株高、主茎数和茎粗。9 月 21 日起, 取试验小区中间一行且去掉两端的长 4 m 的行段测产。将 4 m 长的行段内收获的块茎按重量大小分成 5 级, 分级标准见表 1。

表 1 块茎级别划分及切块处理后获得的种块数

级别代号	1	2	3	4	5
级别划分(g)	<10	10~40	40~80	80~160	160~400
切块处理后获得的种块数(块)	1	1	2	4	6

分别测出每组块茎个数和重量, 并计算出产种量(指单位面积上收获的块茎通过种薯切块处理获得的用于下一年种植的实际种块数量)、繁殖系数(指当年收获时获得的产种量与当年播种时实际投入的种块数量之间的比值)、单株结薯数、单株产量和平均薯块重。根据种薯生产成本和销售收入计算出产投比和经济效益。

方差分析采用 DPS2000 统计软件<sup>[3]</sup>进行统计分析; 相关系数采用 Microsoft Excel 2003 的统计工具处理; 通径分析采用 DPS2000 统计软件<sup>[3]</sup>进行逐步回归处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要农艺性状对产量的通径分析

株高、主茎数和茎粗对产量的通径分析表明(表2), 株高对产量的直接贡献最大, 它还通过主茎数和茎粗对产量产生一定的负效应; 主茎数对产量的直接贡献次之, 它还通过株高和茎粗对产量产生一定的负效应, 但影响较小; 茎粗对产量

的直接贡献最小且为负值, 它主要通过增加株高和主茎数来间接提高产量。

表 2 试验的因素与水平设计

因子	相关系数	直接通径系数	间接通径系数		
			→株高	→主茎数	→茎粗
株高	0.8246	0.9448		-0.0167	-0.1035
主茎数	0.5274	0.5761	-0.0273		-0.0214
茎粗	0.5770	-0.1512	0.6466	0.0815	

注: 决定系数=0.9956, 剩余通径系数=0.0661。

这说明, 株距在 10~30 cm 范围内, 株高越高、主茎数越多, 那么产量就越高。

### 2.2 密度与植株性状的关系

#### 2.2.1 密度对株高的影响

株距在 10~15 cm 之间时, 株高逐渐变大; 株距在 15~20 cm 之间时, 株高逐渐变小; 株距在 20~30 cm 之间时, 株高逐渐变大; 株距在 15 时, 株高达到最大, 但与株距 25 cm 和 30 cm 时的株高差异不显著; 株距在 10 cm 时, 株高最小(图1)。

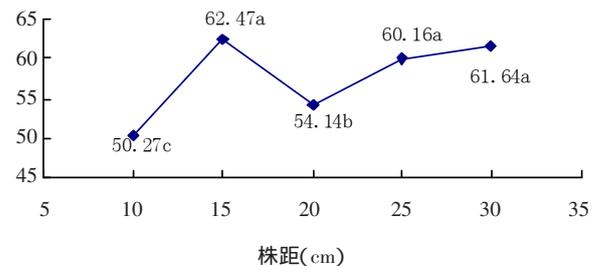


图 1 密度与株高的关系

#### 2.2.2 密度对主茎数的影响

株距在 10~30 cm 之间时, 主茎数的变化比较小, 各株距之间差异未达到显著水平。其中, 株距在 30 cm 时, 主茎数最多; 株距在 15 cm 时, 主茎数最少(图 2)。

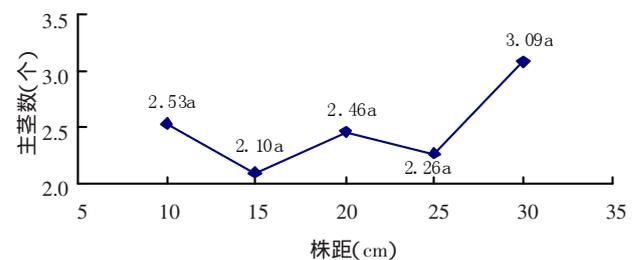


图 2 株距与主茎数的关系

### 2.2.3 密度对茎粗的影响

株距在 10~25 cm 之间时, 茎粗逐渐变大; 株距在 25~30 cm 之间时, 茎粗逐渐变小。株距在 25 cm 时, 茎粗最大, 但与株距 20 cm 和 30 cm 时的茎粗差异不显著; 株距在 10 cm 时, 茎粗最小(图 3)。

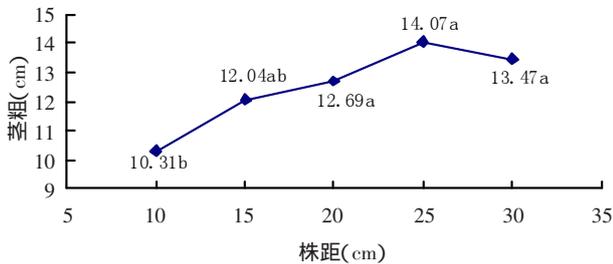


图 3 株距与茎粗的关系

## 2.3 密度与产量构成因素的关系

### 2.3.1 密度与单株结薯数的关系

株距在 10~30 cm 之间时, 随着株距的增大, 单株结薯数逐渐增多; 株距在 30 cm 时, 单株结薯数最多, 并显著多于其它处理; 株距在 10 cm 时, 单株结薯数最少(图 4)。

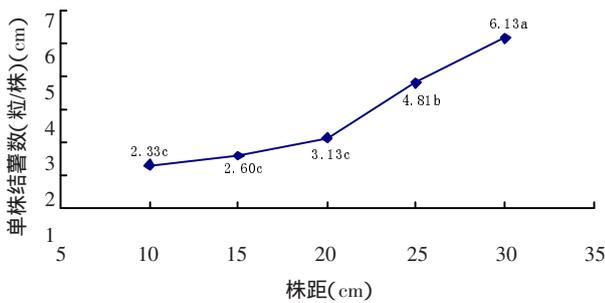


图 4 株距与单株结薯数的关系

### 2.3.2 密度与平均薯块重的关系

株距在 10~15 cm 之间时, 平均薯块重逐渐增高; 株距在 15~25 cm 之间时, 平均薯块重逐渐降低; 株距在 25~30 cm 之间时, 平均薯块重又逐渐增高。株距在 15 cm 时, 平均薯块重最高, 与株距 20 cm、25 cm、30 cm 处理的差异不显著; 株距在 10 cm 时, 平均薯块重最低(图 5)。

### 2.3.3 密度与单株产量的关系

株距在 10~30 cm 之间时, 随着株距的增大, 单株产量逐渐增高; 株距在 30 cm 时, 单株产量最高, 显著高于其它处理; 株距在 10 cm 时, 单株产量最低(图 6)。

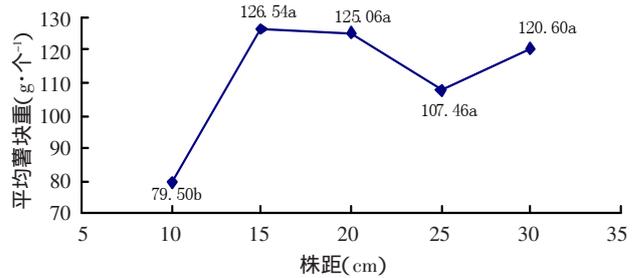


图 5 株距与平均薯块重的关系

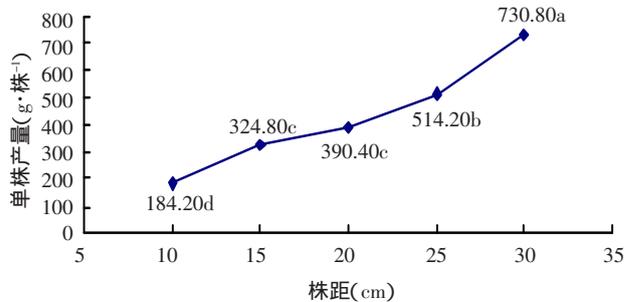


图 6 株距与单株产量的关系

### 2.4 密度与公顷产量的关系

株距在 10~15 cm 之间时, 公顷产量逐渐增高; 株距在 15~20 cm 之间时, 公顷产量逐渐降低; 株距在 20~30 cm 之间时, 公顷产量又逐渐增高; 株距在 30 cm 时, 公顷产量最高, 显著高于其它处理; 株距在 10 cm 时, 公顷产量最低(图 7)。

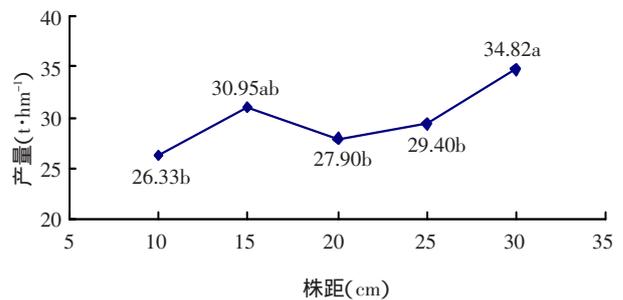


图 7 株距与产量的关系

### 2.5 密度与产种量的关系

株距在 10~20 cm 之间时, 产种量逐渐下降; 株距在 20~30 cm 之间时, 产种量逐渐增多。株距在 10 cm 时, 产种量最多; 株距在 20 cm 时, 产种量最少, 但各处理间差异并不显著(图 8)。

### 2.6 密度与繁殖系数的关系

株距在 10~30 cm 之间时, 随着株距的增大, 繁殖系数逐渐增大。株距在 30 cm 时, 繁殖系数最

大, 显著高于其它处理; 株距在 10 cm 时, 繁殖系数最小(图 9)。

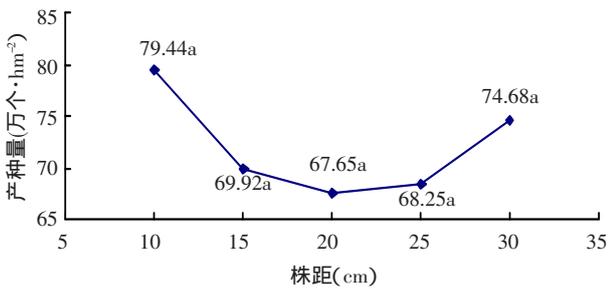


图 8 株距与产种量的关系

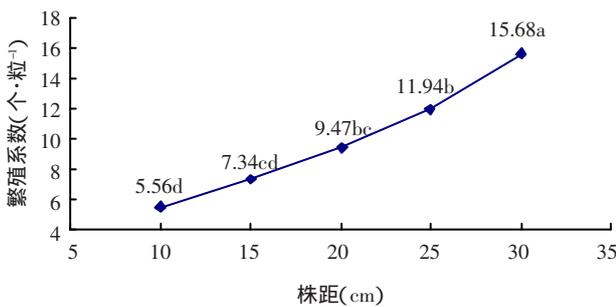


图 9 株距与繁殖系数的关系

### 2.7 密度与产投比的关系

株距在 10~30 cm 之间时, 随着株距的增大, 产投比逐渐增高; 株距在 30 cm 时, 产投比最高, 并显著高于其它处理; 株距在 10 cm 时, 产投比最小(图 10)。

### 2.8 密度与经济效益的关系

株距在 10~15 cm 之间时, 经济效益逐渐增高; 株距在 15~20 cm 之间时, 经济效益稍有降低; 株距在 20~30 cm 之间时, 经济效益又逐渐增高; 株距在 30 cm 时, 经济效益最高, 显著高于其它处理; 株距在 10 cm 时, 经济效益最低(图 11)。

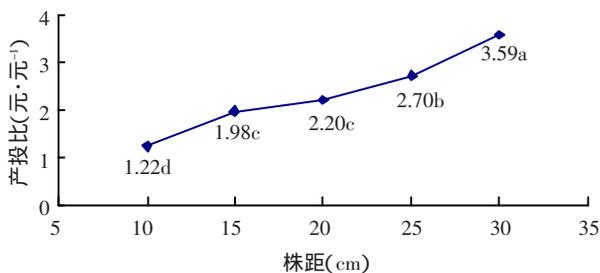


图 10 株距与产投比的关系

注: 产投比指种植获得的总收入与总成本的比值

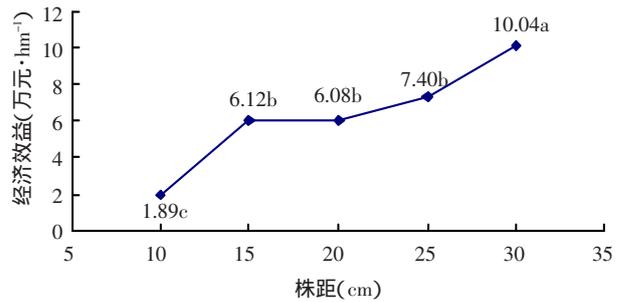


图 11 株距与经济效益的关系

注: 经济效益指总收入扣除总成本后获得的纯收入, 获得的原种一代每 kg 以 4 元的价格计算。

## 3 结论与讨论

### 3.1 密度对植株性状的作用本质

从通径分析来看, 如果株高越高、主茎数越多, 那么产量就越高; 茎粗主要通过增加株高和主茎数来间接提高产量。

方差分析表明, 株距对主茎数产生的差异不显著, 说明主茎数受外界环境影响比较小; 株距对株高和茎粗的影响达到显著水平, 说明株高和茎粗受外界环境条件影响比较大。株距在 10~30 cm 之间时, 株距越大, 株高就越高, 茎就越粗, 产量就越高。

在小垄栽培条件下, 株距在 10~30 cm 之间时, 可以采取诸如减小种植密度这样的农艺措施提高种薯的产量。

### 3.2 密度对产量构成因素的作用本质

方差分析结果表明, 密度对产量构成因素的影响是显著存在的。在小垄栽培条件下, 株距在 10~30 cm 之间时, 随着种植密度的减小, 单株结薯数有逐渐增多的趋势; 平均薯块重则先增再降然后又增; 单株产量和公顷产量均有逐渐增加趋势。

单株结薯数和平均薯块重都是重要的产量构成因子; 它们的乘积就是单株产量; 密度是指单位面积上有效苗数, 也是产量的构成因子。在本试验小垄栽培条件下, 株距在 10~30 cm 之间时, 单株产量和种植密度之间存在相互抑制作用, 即种植密度增加, 单株产量降低。随着种植密度减小, 单株产量增加, 但公顷产量还是增加的, 这是因为单株产量增加的幅度要比密度的减小幅度更大。

### 3.3 衡量适宜密度的产量参数

对于马铃薯原种生产来说, 繁殖系数和产种量

比公顷产量要更重要一些,因为这直接关系到脱毒种薯繁育效率和马铃薯脱毒化进程快慢问题。在马铃薯脱毒种薯生产中,既要有较高的产种量,又要有较高的繁殖系数。在本试验中小垄栽培条件下,株距在 10 cm~30 cm 之间时,随着种植密度的逐渐减小,产种量无显著变化,而繁殖系数呈逐渐增大趋势。株距在 30 cm 时,产种量比较高且繁殖系数最大,是比较适宜的种植密度。

### 3.4 衡量适宜密度的经济参数

对于马铃薯原种生产者来说,生产的主要目的是要获得更高的经济效益;对于资本利用率来说,要求有较高的产投比。在本试验中小垄栽培条件下,株距在 10~30 cm 之间时,随着种植密度的逐渐减小,经济效益和产投比都表现显著增加的趋势,株

距在 30 cm 时,经济效益和产投比都表现最高。

需要注意到,随着密度的减小,没有繁殖系数下降和产投比下降的现象出现,可能由于设计的密度范围比较窄,今后要进一步扩大密度范围,从而选择出更适宜的密度类型。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 杨艾茹. 黑龙江省马铃薯脱毒种薯技术的开发与应用[J]. 马铃薯杂志, 1987, 1(2): 42-45.
- [ 2 ] 王凤义, 陈伊里, 秦昕, 等. 马铃薯种薯生产技术标准参数研究[J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(4): 203-207.
- [ 3 ] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

## Influence of Plant Density on Plant Character, Yield and Economic Parameter in Elite Seed Potato Production

*Li Yong, Lu Dianqiu, Gao Yunfei, Qiu Cailing, Su Feifei, Liu Shangwu, Wang Shaopeng*

( Virus-free seedling Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences,

Heilongjiang Potato Engineering and Technology Research Center, Harbin, Heilongjiang 150086, China )

**Abstract:** Minitubers of the cultivar Favorita were grown in randomized complete block design with the narrow row of 70 cm wide at 10, 15, 20, 25, and 30 cm apart between hills to study the optimal density for Elite seed potato production. Path analysis was used to study the influence of plant character on yield, while analysis of variance was used to investigate the relationship of plant density with plant character (plant height, main stem number, and stem diameter), yield character (tuber number per hill, mean tuber weight, tuber yield per hill, seed piece production, propagation coefficient, and tuber yield per hectare), and economic parameter (ratio of output to input, and economic benefit). Under conditions of the narrow row of 70 cm with hill distant ranging from 10 to 30 cm within the row, yield increased with higher plant height and more main stem number. With increase in distance of hill within the row, tuber set per hill, tuber yield per hill, propagation coefficient, and ratio of output to input all increased, but no significance difference was found for main stem number, and seed piece production. The density of 70 cm x 30 cm gave high tuber yield, high propagation coefficient, high ratio of output to input, and high economic benefit, therefore being the optimal density for Elite seed potato production.

**Key Words:** potato; elite seed potato; narrow row; density; plant character; yield component; economic benefit