

# 压力处理对绿豆芽生长的影响

李程勋<sup>1</sup>, 徐晓俞<sup>1</sup>, 吴思逢<sup>2</sup>, 李爱萍<sup>1\*</sup>, 郑开斌<sup>1</sup>

(1. 福建省农业科学院作物研究所/福建省特色旱作物品种选育工程技术研究中心, 福建福州 350013; 2. 福鼎市前岐镇农业技术推广站, 福建福鼎 355203)

**摘要** [目的]研究不同压力对绿豆芽尤其是绿豆芽根系生长的影响,以期用施压法取代绿豆芽工业化生产过程中所使用的施用根抑制剂法,为绿豆芽生产提供一种健康安全的绿豆芽生产方法。[方法]通过在绿豆芽生产过程中施加压力,探讨其对绿豆芽产量、芽长、主根长、须根长和叶长的影响。[结果]在绿豆芽生产过程中施加压力,48 h后绿豆芽间产量没有显著差异,芽长有显著增长,主根长、须根长和叶长显著减少;72 h后,绿豆芽处理间的各项指标均没有显著差异。[结论]压力在一定时间内会抑制绿豆芽主根长、须根长、叶长的生长,因此可以利用压力来调节绿豆芽生长。

**关键词** 绿豆芽;压力;生长发育;根长

**中图分类号** TS 255.3 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)22-0019-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.22.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effects of Different Pressure Treatments on the Growth of Mung Bean Sprouts

LI Cheng-xun<sup>1</sup>, XU Xiao-yu<sup>1</sup>, WU Si-feng<sup>2</sup> et al (1. Crop Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences/Fujian Engineering Research Center for Characteristic Upland Crops Breeding, Fuzhou, Fujian 350013; 2. Qianqi Town Agricultural Technique Extension Station of Fuding City, Fuding, Fujian 355203)

**Abstract** [Objective] The effects of different pressure on the growth of mung bean sprouts were studied to provide a basis for the production and development of mung bean sprouts. [Method] The effects of pressure on the yield, bud length, main root length, fibrous root length and leaf length of mung bean sprouts were applied to the production of mung bean sprouts. [Result] The mung bean sprouts were exerted under certain pressure during the production of mung bean sprouts. After 48 h, there were no significant differences in bud yield, the bud length increased significantly, the main root length, the fibrous root length and the length of the leaves decreased significantly. There was no significant difference in the indexes of the green bean sprouts after 72 h. [Conclusion] Pressure can inhibit the growth of mung bean sprouts in a certain period of time, and can be used to regulate the growth of mung bean sprouts.

**Key words** Mung bean sprouts; Pressure; Growing development; Root length

芽苗菜是指各种植物种子或其他贮存营养的器官在一定条件下培育出可食用的芽苗、嫩茎、芽球等的总称,也称“活体蔬菜”。芽苗菜生产安全无污染,营养丰富<sup>[1-2]</sup>,口感脆嫩,风味独特<sup>[3-4]</sup>,深受消费者喜爱,其中以绿豆、黄豆、蚕豆等豆类种子生产的芽苗菜目前已成为芽苗菜家族的主力军,占有稳定的市场份额。但是,自然水培生长的绿豆芽根长较长、须根较多,绿豆芽的口感粗糙,研究外力对绿豆芽根长、须根及产量的影响,有助于了解用施压法取代绿豆芽工业化生产过程中施用根抑制剂的可行性,为市场提供一种健康安全的生产方法。目前,国内外对于绿豆芽生产技术的研究很多,主要研究方向集中在浸种方式的选择<sup>[5-7]</sup>、培养液的选择<sup>[8-10]</sup>、培养温度<sup>[11-13]</sup>、湿度<sup>[14]</sup>的选择方面。我国生产绿豆芽已有上千年的历史,对于绿豆芽的生产技术也有了丰富的经验,目前生产上主要采用的是利用药剂抑制根的生长和促进芽生长的方法,但鲜见压力对绿豆芽生长过程的影响的研究报道。鉴于此,笔者通过在绿豆芽生产过程中施加压力,研究其对绿豆芽产量、芽长、根长、须根长和叶长的影响,以期用施压法取代绿豆芽工业化生产过程中施用根抑制剂法,为绿豆芽生产提供一种健康安全的生产方法。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试材料为市售绿豆种子,美植袋(在下方打一定数量的小孔),碎石头。

**1.2 试验方法** 供试材料为分别取绿豆 125 g 置于 80 ℃ 水浴锅中消毒 3 min,取出立即用水冲洗降至常温,将其泡于 3 倍体积的水中 8 h,泡完后取出用水冲洗,盖上湿布催芽,出芽后将其播种于美植袋中(播种密度为 4 kg/m<sup>2</sup>),每隔 4 h 淋 1 次水,待芽长 1 cm 后在其上面均匀压一定重量的碎石头,重力处理包括 0 压力处理、2 倍种子重量处理、4 倍种子重量处理、6 倍种子重量处理、8 倍种子重量处理,每个处理 3 次重复。每隔 4 h 淋 1 次水,培养温度 35 ℃,培养观察统计,前期试验表明绿豆芽培养超过 72 h 时,豆芽纤维化严重,口感变差,因此绿豆芽共培养 72 h,绿豆芽培养时间少于 48 h 时,豆芽芽长较短,不仅产量低而且卖相不好,因此不进行详细分析,选择压力处理 48 和 72 h 的数据做详细分析。

**1.3 数据处理** 采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 19.0 软件设计因素水平表并进行方差分析;采用 GraphPad Prism 5 软件绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 绿豆芽加压处理 48 h 生长情况** 加压处理 48 h 后,对不同处理绿豆芽的重量进行统计,结果见表 1。从表 1 可以看出,不同压力处理 48 h 后,各处理间绿豆芽重量没有显著差异。其中,4 倍压力处理的绿豆芽最重,为 0.925 kg;8 倍压力处理的绿豆芽重量最低,为 0.917 kg。

**基金项目** 福建省公益类科研院所专项(2020R1031006);福建省农业科学院科技创新团队项目(CXTD2021011-2);“5511”协同创新工程项目(XTCXGC2021019);福建省农业科学院科技创新平台专项(CXPT202202)。

**作者简介** 李程勋(1991—),男,福建南安人,研究实习员,硕士,从事作物遗传品质育种及农产品天然产物提取研究。\*通信作者,研究员,从事作物遗传品质育种及农产品天然产物提取研究。

**收稿日期** 2021-12-24

表 1 加压 48 和 72 h 后不同处理绿豆芽重量比较

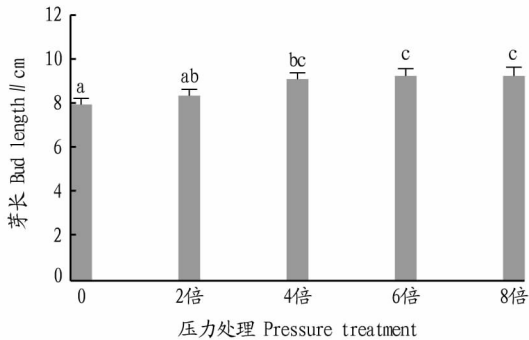
Table 1 Comparison of the weight of green bean sprouts after 48 and 72 h stress treatments

压力处理 Pressure treatment	48 h	72 h
0	0.920 a	1.062 a
2 倍 2 times	0.923 a	1.053 a
4 倍 4 times	0.925 a	1.046 a
6 倍 6 times	0.918 a	1.058 a
8 倍 8 times	0.917 a	1.062 a

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

施压处理 48 h 后, 不同处理绿豆芽的芽长、主根长、须根长、叶长统计结果见图 1~4。从图 1 可以看出, 与 0 压力处理相比, 绿豆芽的芽长在施加 4、6、8 倍压力后的芽长有显著增长, 其中 4、6 和 8 倍压力处理的芽长分别增加了 14%、16% 和 16%。从图 2 可以看出, 绿豆芽 0 压力处理的主根长显著长于其他压力处理, 且总体呈现出压力越大根长越短的趋势, 其中 2、4、6、8 倍压力处理的主根长分别缩短了 18%、20%、44% 和 41%。从图 3 可以看出, 绿豆芽 0 压力处理的须根长显著长于其他压力处理, 但 2、4、6、8 倍压力处理间的须根长没有显著性差异, 压力处理相比须根长分别缩短了 18%、29%、22% 和 17%。从图 4 可以看出, 绿豆芽 0 压力处理的叶长显著长于 4 倍压力处理, 4 倍压力处理的叶长缩短了 14%。



注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

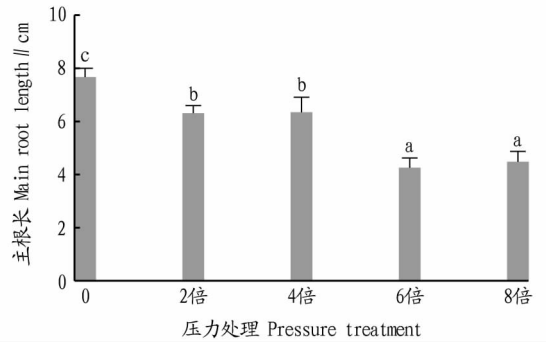
图 1 处理 48 h 后不同处理对绿豆芽芽长的影响

Fig.1 Effects of different treatments on bud length after 48 h stress treatment

**2.2 绿豆芽加压处理 72 h 生长情况** 加压处理 72 h 后, 对不同处理绿豆芽的重量进行统计, 结果见表 1。从表 1 可以看出, 不同压力处理 72 h 后, 各处理间绿豆芽的重量没有显著差异。其中 0 和 8 倍压力处理的绿豆芽重量较高, 均为 1.062 kg。

不同压力处理 72 h 后, 绿豆芽的芽长、主根长、须根长、叶长统计结果见图 5~8。从图 5~8 可以看出, 加压处理 72 h 后不同压力处理间的绿豆芽的芽长、主根长、须根长和叶长均没有显著差异。

**2.3 不同处理下绿豆芽生长趋势的比较** 不同处理下绿豆芽的生长趋势见图 9~13。从图 9 可以看出, 绿豆芽加压处

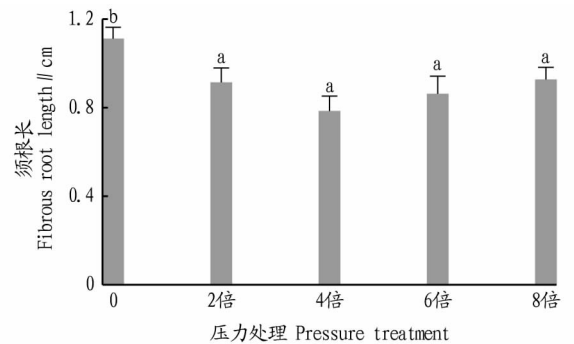


注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 2 处理 48 h 后不同处理对绿豆芽根长的影响

Fig.2 Effects of different treatments on root length after 48 h stress treatment

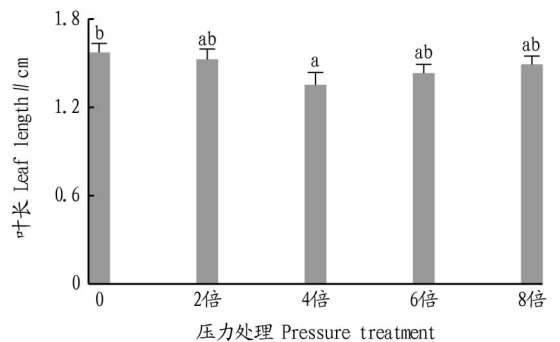


注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 3 处理 48 h 后不同处理对绿豆芽须根长的影响

Fig.3 Effects of different treatments on fibrous root length after 48 h stress treatment



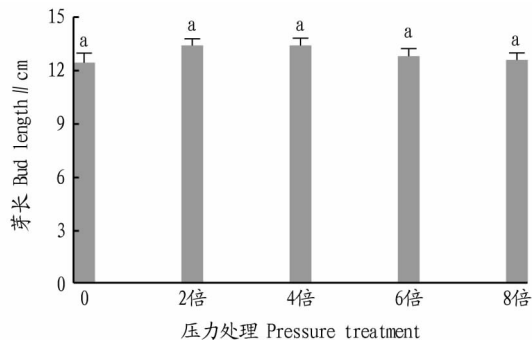
注: 不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 4 处理 48 h 后不同处理对绿豆芽叶长的影响

Fig.4 Effects of different treatments on leaf length after 48 h stress treatment

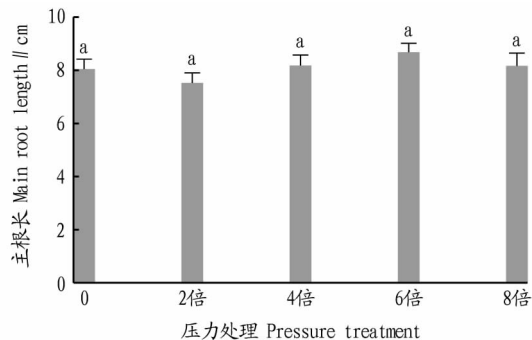
理 60~72 h, 绿豆芽的芽长生长趋于稳定。从图 10 可以看出, 加压处理 48 h 内, 0 压力处理的绿豆芽主根长最长, 2 倍压力处理的次之, 4、6 和 8 倍压力处理的主根长较短。加压处理 60 h, 0 压力处理的绿豆芽主根长较加压处理的长, 但压力大小对主根长无显著影响。加压处理 72 h, 6 倍压力处理的根最长, 但各处理间绿豆芽主根长差异不大。从图 11 可以看出, 60 h 内 0 压力处理的绿豆芽须根长较其他压力处理



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著  
 Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 5 处理 72 h 后不同处理对绿豆芽芽长的影响

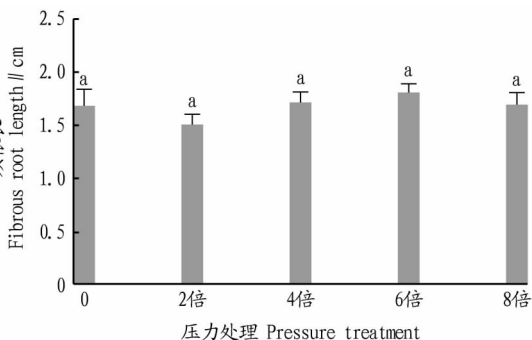
Fig.5 Effects of different treatments on bud length after 72 h stress treatment



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著  
 Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 6 处理 72 h 后不同处理对绿豆芽根长的影响

Fig.6 Effects of different treatments on root length after 72 h stress treatment



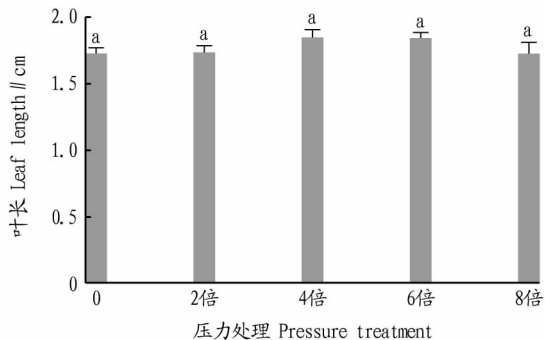
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著  
 Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 7 处理 72 h 后不同处理对绿豆芽须根长的影响

Fig.7 Effects of different treatments on fibrous root length after 72 h stress treatment

长,随着时间延长,压力对绿豆芽须根的生长抑制作用逐渐降低。从图 12 可以看出,压力处理对绿豆芽的叶长生长影响不大。从图 13 可以看出,处理 60 h 内绿豆芽重量增长较快,处理 60~72 h 绿豆芽重量增加较慢。

**2.4 不同生长时期绿豆芽产量性状的相关分析** 分别对加压 48 和 72 h 后绿豆芽产量性状的相关性进行分析,得出产量性状间的相关系数见表 2 和 3。从表 2 可以看出,加压



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著  
 Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 8 处理 72 h 后不同处理对绿豆芽叶长的影响

Fig.8 Effects of different treatments on leaf length after 72 h stress treatment

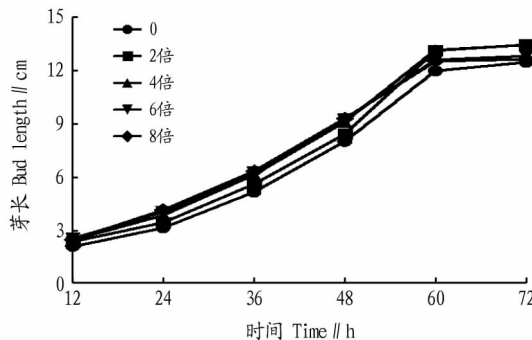


图 9 不同处理对 72 h 内绿豆芽芽长的影响

Fig.9 Effects of different treatments on bud length within 72 h

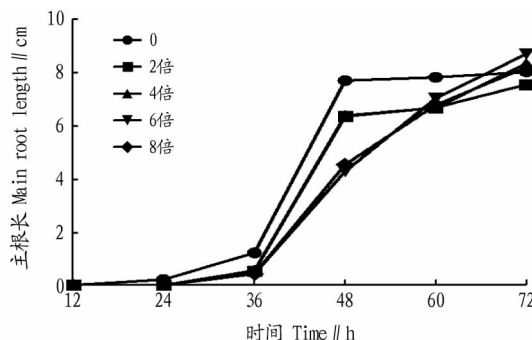


图 10 不同处理对 72 h 内绿豆芽主根长的影响

Fig.10 Effects of different treatments on root length within 72 h

48 h 后绿豆芽的须根长与重量呈显著负相关,芽长与主根长呈显著负相关,叶长与须根长呈显著正相关。从表 3 可以看出,加压 72 h 后绿豆芽主根长与须根长呈极显著正相关。

**3 讨论**

该研究结果显示,压力对绿豆芽重量没有显著影响,在绿豆芽加压处理 48 h 后,施加压力的绿豆芽的芽长显著增长,而主根长、须根长、叶长有一定的减少,说明绿豆芽在生长过程中,在上方施加压力能够促进芽长的增长,并在一定程度上可抑制主根长、须根长和叶长的增长。绿豆芽加压处理 72 h 后,绿豆芽的芽长、主根长、须根长和叶长与 0 压力处理对比没有显著差异,说明上方施压对绿豆芽的生长有短期影响,但不影响绿豆芽的产量。从绿豆芽产量性状间的相关

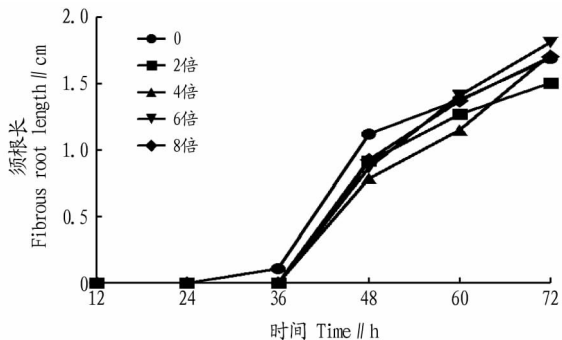


图 11 不同处理对 72 h 内绿豆芽须根长的影响

Fig.11 Effects of different treatments on fibrous root length within 72 h

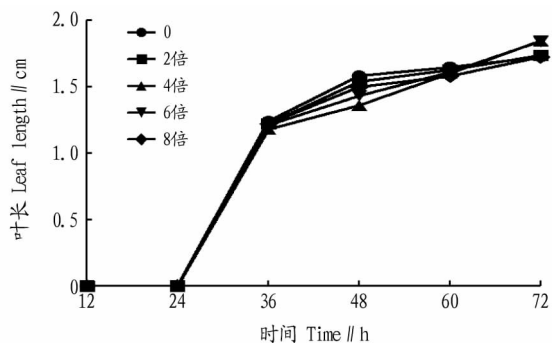


图 12 不同处理对 72 h 内绿豆芽叶长的影响

Fig.12 Effects of different treatments on leaf length within 72 h

关系可以得出,抑制主根长、须根长和叶长不会对绿豆芽的产量产生负影响,相反在加压 48 h 后抑制须根的增长可以显著促进绿豆芽的产量,因此可以通过调控绿豆芽的须根长、

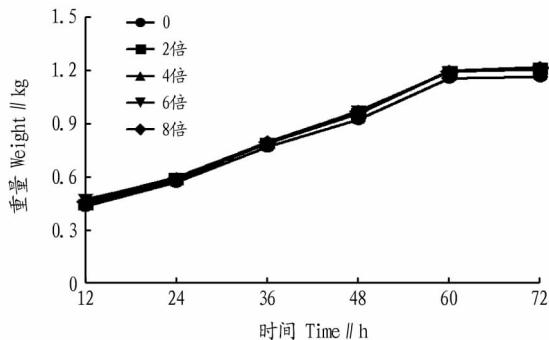


图 13 不同处理对 72 h 内绿豆芽重量的影响

Fig.13 Effects of different treatments on weight within 72 h

主根长和叶长得到高品质、高产量的绿豆芽。结合绿豆芽生长趋势可知,在 4~8 倍压力下培养 48 h 可以得到高品质的绿豆芽,但其产量还未达到最大值,在 8 倍压力下培养 60 h 可以得到较高品质和产量的绿豆芽,其主根长较 0 压力处理得到一定的优化。

#### 4 结论

该研究在绿豆芽生长过程中从上方施加不同压力,测定绿豆芽的产量、芽长、主根长、须根长和叶长,结果表明绿豆芽施加不同压力 48 h 后,各处理间绿豆芽产量没有显著差异,芽长会有显著性增长,主根长、须根长和叶长显著减少;施加不同压力 72 h 后,各处理绿豆芽的各项生长指标均没有显著差异。因此,可以通过上方施压控制绿豆芽的芽长、主根长、须根长等来得到高品质的绿豆芽。在生产高品质绿豆芽时可采用 4、6、8 倍压力培养 48 h,在实际生产过程中宜采用 2~8 倍压力培养 60 h。

表 2 加压 48 h 后绿豆芽产量性状间的相关系数

Table 2 Correlation coefficient between yield related traits of green bean sprouts after 48 h stress treatment

产量性状 Yield characters	芽长 Bud length	主根长 Main root length	须根长 Fibrous root length	叶长 Leaf length	重量 Weight
芽长 Bud length	1				
主根长 Main root length	-0.901 *	1			
须根长 Fibrous root length	-0.770	0.573	1		
叶长 Leaf length	-0.755	0.461	0.900 *	1	
重量 Weight	0.861	-0.743	-0.935 *	-0.754	1

注: \* 表示在 0.05 水平显著相关

Note: \* indicated significant correlation at 0.05 level

表 3 加压 72 h 后绿豆芽产量性状间的相关系数

Table 3 Correlation coefficient between yield related traits of green bean sprouts after 72 h stress treatment

产量性状 Yield characters	芽长 Bud length	主根长 Main root length	须根长 Fibrous root length	叶长 Leaf length	重量 Weight
芽长 Bud length	1				
主根长 Main root length	-0.299	1			
须根长 Fibrous root length	-0.476	0.976 **	1		
叶长 Leaf length	0.408	0.720	0.588	1	
重量 Weight	0.568	0.293	0.110	0.507	1

注: \*\* 表示在 0.01 水平极显著相关

Note: \*\* indicated extremely significant correlation at 0.01 level

#### 参考文献

[1] RANDHIR R, LIN Y T, SHETTY K. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors [J]. Process biochemistry, 2004, 39(5): 637-646.

[2] LIU H K, CAO Y, HUANG W N, et al. Effect of ethylene on total phenolics, antioxidant activity, and the activity of metabolic enzymes in mung bean sprouts [J]. European food research & technology, 2013, 237(5): 755-764.

[3] 袁兴森, 张涛, 程须珍, 等. 我国绿豆种质资源的芽用特性评价与筛选 [J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(5): 879-883.

高到低依次为 F2 处理>F1 处理>F0 处理>F3 处理,不同种植密度的大豆产量由高到低依次为 D3 处理>D4 处理>D2 处理>D1 处理。氮肥用量 150 kg/hm<sup>2</sup> 和种植密度 36 万株/hm<sup>2</sup> 处理的产量最高,达 2 829.83 kg/hm<sup>2</sup>。

肥料和种植密度对大豆产量有重要影响<sup>[20-21]</sup>,在大豆种植时平衡施肥和合理密植是大豆高产的重要因素。王国伟等<sup>[22]</sup>研究指出,种植密度与产量和单株荚数呈极显著正相关,种植密度通过影响单株有效荚数来影响大豆的产量。该试验研究表明,在种植密度不断增加下,大豆每株粒重、荚数、粒数和百粒重均呈递减。在氮肥用量增加的情况下,每株粒数、荚数、粒重和大豆百粒重均呈明显的先递增后递减的变化趋势。任小俊等<sup>[23]</sup>研究了种植密度与施肥水平对汾豆 98 产量和农艺性状的影响,结果表明高施肥水平大豆农艺性状基本优于低施肥水平。在种植密度增加的情况下,大豆产量先上升后下降;而随着施肥水平的增加,大豆产量呈明显的递增趋势。牛建光等<sup>[24]</sup>开展了九农 33 号不同肥密处理的响应研究,结果表明九农 33 号在种植密度 20 万株/hm<sup>2</sup> 且高肥量种植时产量达到最高,肥料施用量对大豆百粒重影响不显著,在中等肥料施用量下害虫发生率较低。

不同的种植密度和施肥水平对大豆籽粒品质有不同程度上的影响<sup>[9]</sup>。大豆高产和多种因素有关,种植密度、施肥水平和播种日期等栽培措施对同一基因下大豆产量的形成至关重要<sup>[25]</sup>。该试验条件下,高产优质最佳组合为氮肥施用量 150 kg/hm<sup>2</sup> 和种植密度 32 万株/hm<sup>2</sup>。

## 参考文献

[1] 秦颖.东北寒地大豆高产栽培技术[J].农业与技术,2019,39(15):117-118.  
 [2] 郑峰.科学合理施肥对大豆生产的作用研究[J].种子科技,2017,35(8):106,109.  
 [3] OHWAKI Y, SUGAHARA K.Active extrusion of protons and exudation of carboxylic acids in response to iron deficiency by roots of chickpea (*Cicer arietinum* L.)[J].Plant & soil,1997,189(1):49-55.

(上接第 22 页)

[4] 王佑成,赵天瑶,茆淑敏,等.纳米硒喷施对绿豆芽生长特性、营养品质、酚类含量和抗氧化性的影响[J].中国农业大学学报,2019,24(5):39-46.  
 [5] 石磊,刘超,周柏玲,等.萌发条件对绿豆芽中  $\gamma$ -氨基丁酸含量的影响研究[J].粮食与油脂,2019,32(3):50-53.  
 [6] 熊先清,胡广林.外源锌浸种处理对绿豆芽生长和营养品质的影响[J].食品工业科技,2017,38(4):170-174,179.  
 [7] 袁云香.不同烫种条件对绿豆芽生长的影响[J].科学技术与工程,2012,28(12):7350-7353.  
 [8] 丁俊霄,尹涛,余翔,等.外源赤霉素、6-苄基腺嘌呤及矿物质对水培绿豆芽生长的影响[J].植物生理学报,2011,47(5):501-504.

[4] 谷秋荣,郭鹏旭,薛晓娅,等.不同氮肥类型对大豆根瘤生长特性及籽粒产量和品质的影响[J].中国农学通报,2010,26(14):226-228.  
 [5] 刘宏焱.淮北区夏大豆高产限制因子及应对措施[J].现代农业科技,2014(16):45,47.  
 [6] 申晓慧.不同施肥措施下合农 63 号大豆主要叶部性状及品质与产量的关系[J].中国种业,2013(12):59-61.  
 [7] 魏云山,王会才,生国利,等.影响大豆品质的因素[J].内蒙古农业科技,2008,36(5):67,117.  
 [8] 宋喜清,王美玲,孙凤荣,等.氮磷钾肥对黑农 43 和黑农 41 大豆产量及品质的影响试验研究[J].科技信息,2011(23):808.  
 [9] 丁斌.浅谈不同种植密度和施肥水平对大豆籽粒品质的影响[J].种子科技,2019,37(3):106,111.  
 [10] 张彦军,王兴荣,李玥,等.施氮量和种植密度对甘肃省不同生态区大豆农艺性状及产量的影响[J].甘肃农业科技,2021,52(7):14-23.  
 [11] 张洪刚,周琴,何小红,等.播期、密度和肥料对菜用大豆南农 9610 产量和品质的影响[J].江苏农业学报,2008,34(5):662-667.  
 [12] 刘玉平,李志刚,李瑞平.不同密度与施氮水平对高油大豆产量及品质的影响[J].大豆科学,2011,30(1):79-82,88.  
 [13] 邱强,张伟,马桂云,等.吉林中南部不同类型大豆品种的适宜密度研究[J].湖北农业科学,2011,50(4):671-673.  
 [14] 魏丹,李艳,李玉梅,等.氮磷钾元素对黑龙江不同地区大豆产量和品质的影响[J].大豆科学,2017,36(1):87-91.  
 [15] 褚孝莹,汪洋,张磊.不同施肥水平对大豆产量和品质的影响[J].现代化农业,2019(5):19-20.  
 [16] 郭天财,宋晓,冯伟,等.高产麦田氮素利用、氮平衡及适宜施氮量[J].作物学报,2008,38(5):886-892.  
 [17] 刘志强,王建立,赵景云,等.氮肥用量和种植密度对大豆产量及品质的影响[J].农业工程技术,2021,41(32):17,21.  
 [18] 陈维,金月龄,何大智,等.种植密度对安豆 9 号农艺性状及产量的影响[J].中国种业,2021(8):72-74.  
 [19] 冯丽娟.不同种肥施用量对高油大豆产量及品质的影响[J].黑龙江农业科学,2013(3):28-30.  
 [20] 杨继学,黄珊珊,杨明亮,等.密度和施肥量对不同分枝类型大豆产量的影响[J].大豆科学,2012,31(3):381-384.  
 [21] 曾新宇,宗洪霞,张莉,等.施肥·密度与播期对鲜食大豆主要农艺性状及倒伏性状的影响[J].安徽农业科学,2020,48(13):23-26.  
 [22] 王国伟,张兆峰.科学施肥提高大豆产量[J].吉林农业,2011(9):93.  
 [23] 任小俊,吕新云,马俊奎.种植密度与施肥水平对山西早熟夏大豆产量与主要农艺性状的影响[J].大豆科学,2019,38(6):921-927.  
 [24] 牛建光,王兴远,曲晓晶,等.不同肥密处理对大豆品种九农 33 号的影响分析[J].农业科技通讯,2012(11):85-87,150.  
 [25] 朱其佳,陈晶,闫中帅,等.施肥水平对春大豆产量性状的影响[J].新农业,2019(5):6-8.

[9] 王俊甫,师学珍,蒋福稳,等.茶乙酸对绿豆芽形态和品质的影响[J].北方园艺,2013(9):37-39.  
 [10] 刘瑞,郝建雄,刘海杰,等.电生功能水对绿豆芽生长促进效果的研究[J].食品工业科技,2011,32(3):175-177.  
 [11] 黄六容,蔡梅红,仲元华,等.发芽温度对绿豆芽抗氧化成分和抗氧化能力的影响[J].安徽农业大学学报,2011,38(1):31-34.  
 [12] 徐忠传,杨铭,蔡国超,等.培育温度模式对绿豆芽生长的影响[J].江苏农业科学,2013,41(6):222-224.  
 [13] 林源,卜海东,高芳.不同培养温度对绿豆芽生长发育动态的影响[J].北方园艺,2011(13):36-38.  
 [14] 尹涛,丁俊霄,陈芸,等.发芽条件对绿豆芽生长特性和营养品质的影响[J].华中农业大学学报,2015,34(4):120-124.