

不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆生长及产量的影响

向悦丹, 董佳文, 罗安红, 刘芳, 符琼

(湖南应用技术学院 湖南常德 415000)

摘要: 菜豆是世界上最重要的谷物豆类之一, 是全球栽培面积最大的食用豆类, 也是传统的粮食作物。为明确不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆生长以及产量的影响, 采用裂区试验设计, 以红花白荚菜豆品种为材料, 在三种不同的栽培密度水平下, 研究了4种不同氮肥施用量下的菜豆在分枝期、开花期、结荚期、成熟期4个时期的茎粗、叶长、叶宽、株高、叶绿素相对含量、菜豆单株结荚数和单果质量。结果表明, M1N1(行距60 cm、株距20 cm、施用尿素 $45\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$)处理下菜豆株高、单果质量及单株结荚数均为最高, 生长及产量表现良好, 可作为菜豆生产的最优配置在生产中推广。

关键词: 菜豆; 栽培密度; 氮肥施用量; 生长; 产量

中图分类号: S643.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2023)08-071-06

Effects of different planting density and nitrogen application rate on growth and yield of kidney bean

XIANG Yuedan, DONG Jiawen, LUO Anhong, LIU Fang, FU Qiong

(Hunan Applied Technology University, Changde 415000, Hunan, China)

Abstract: Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important cereals in the world, the largest cultivated area of food beans in the world, and is also a traditional food crop. In order to determine the effects of different cultivation densities and nitrogen application rates on the growth and yield of kidney bean, we adopted a splitplot experiment design, and Honghuabajia kidney bean was used as experimental material. Stem diameter, leaf length, leaf width, plant height, chlorophyll content, pod number per plant and fruit quality of bean were studied under four different nitrogen fertilizer application rates at branching stage, flowering stage, podding stage and maturity stage. The results showed that M1N1 treatment had the highest plant height, pod weight and pod number, and the growth and yield were good, which could be used as the optimal configuration for bean production.

Key words: Kidney bean; Planting density; Application level of nitrogen fertilizer; Growth; Yield

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L.)也叫芸豆, 俗称四季豆、四季豆, 是我国重要的蔬菜种类, 也是我国重要的出口农产品。菜豆的营养价值很高, 含有多种氨基酸、维生素、矿物质和丰富的膳食纤维及抗性淀粉等营养成分^[1-2], 低脂低热量, 符合人们对健康的追求。食用菜豆能有效提高抗氧化能力且能减少脂肪的积累^[3]。此外, 菜豆还具有药用价值和非常广泛的用途。现有文献中, 关于菜豆的研究较多, 在不同栽培方法的研究上, 包括钢

架大棚栽培^[4]、地膜覆盖齿形栽培^[5]、间作^[6]、轮作^[7]、基质栽培^[8]等; 在不同肥料的施用方式上, 包括平衡施肥^[9]、氮磷钾配施^[10]、单施化肥和有机肥无机肥配施^[11]等。现有文献中有关产量的研究多集中在大豆^[12]、玉米^[13]、小麦^[14]、水稻^[15]等大田作物上, 关于菜豆产量方面的研究相对较少。所以笔者研究了不同的栽培密度和氮肥施用量对菜豆生长及产量的影响, 筛选出适合菜豆生产的最适栽培密度和最适氮肥施用量, 以期能为菜豆生产的优质高产提供参考。

收稿日期: 2022-06-17; 修回日期: 2023-03-26

基金项目: 湖南省教育厅优秀青年项目(20B422); 湖南应用技术学院创新创业项目(20201380956); 湖南应用技术学院园艺产品品质研究中心资助项目

作者简介: 向悦丹, 女, 在读本科生, 主要从事蔬菜栽培技术研究。E-mail: 1076943982@qq.com

通信作者: 董佳文, 男, 讲师, 主要从事蔬菜栽培与育种研究。E-mail: 1192724463@qq.com

1 材料与方

1.1 材料

供试品种为红花白菜菜豆,由人工单株选育而成。

供试肥料为昆仑牌尿素,总氮含量(w)≥46.00%,购自盛达农资。

1.2 试验设计

试验于2021年9月在湖南省常德市湖南应用技术学院的园艺试验实习基地内的温室大棚进行,该地区年平均降水量1382.40 mm,平均气温17.30℃,属于亚热带湿润季风气候。

试验采用裂区设计,共有3种栽培密度:M1(行距60 cm、株距20 cm)、M2(行距60 cm、株距25 cm)、M3(行距60 cm、株距30 cm)。副区为不同氮肥施用量:N1(施用尿素135 g)、N2(施用尿素180 g)、N3(施用尿素225 g),外加对照N0(施用尿素0 g),试验设3次重复(表1)。

试验地一共设有12个小区,每个小区长2.5 m,宽1.2 m,面积3 m²,试验地面积一共36 m²。

表1 试验设计

Table 1 Experimental design

栽培密度	氮肥施用量	编号
M1 (行距60 cm、株距20 cm)	N0(施用尿素0 g)	M1N0
	N1(施用尿素135 g)	M1N1
	N2(施用尿素180 g)	M1N2
	N3(施用尿素225 g)	M1N3
M2 (行距60 cm、株距25 cm)	N0(施用尿素0 g)	M2N0
	N1(施用尿素135 g)	M2N1
	N2(施用尿素180 g)	M2N2
	N3(施用尿素225 g)	M2N3
M3 (行距60 cm、株距30 cm)	N0(施用尿素0 g)	M3N0
	N1(施用尿素135 g)	M3N1
	N2(施用尿素180 g)	M3N2
	N3(施用尿素225 g)	M3N3

1.3 指标测量

分别在分枝期(Q1)、开花期(Q2)、结荚期(Q3)、成熟期(Q4)4个时期,在每个小区随机抽取10株定点测量菜豆的株高、叶长、叶宽、茎粗。

在菜豆成熟期(Q4),在每个小区选取10株进行产量的测定,同时记录每个小区抽取10株的结荚数,并且随机抽取每株5个果实测量单果质量。

在开花期使用SPAD叶绿素含量测定仪测量植物的叶绿素相对含量(绿色程度)。

1.4 数据处理

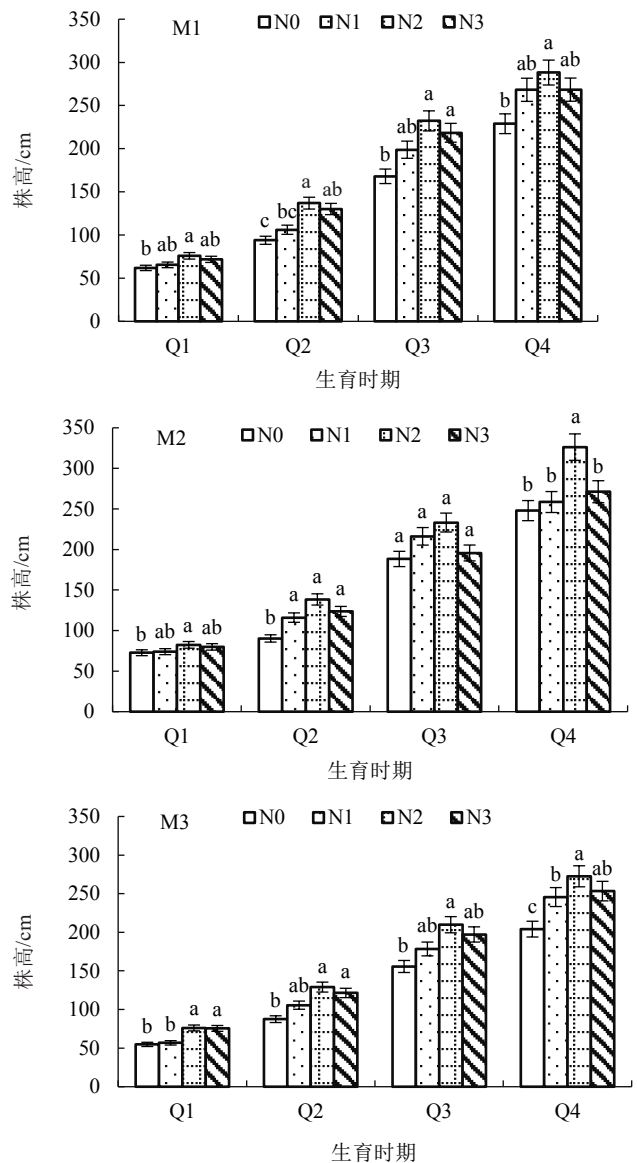
采用Excel 2010进行数据处理和绘图,采用

SPSS 16.0进行统计分析,各指标差异显著性分析采用Duncan法,差异显著水平为0.05($p < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆农艺性状的影响

2.1.1 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆株高的影响 由图1可知,在不同栽培密度和氮肥施用量下,菜豆的株高随着生育期的不断推进呈逐渐上升的趋势。随着氮肥施用量的增加,不同栽培密度下的菜豆株高呈先增高后降低的变化趋势,在N2处理达到最大值。



注:不同小写字母表示不同处理间在0.05水平差异显著。下同。

图1 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆株高的影响
Fig. 1 Effect of different planting density and nitrogen application rate on plant height of kidney bean.

不同栽培密度 M1、M2、M3 下,在分枝期对照 N0 处理下的菜豆株高最低,分别为 61.90、72.70、54.80 cm;在成熟期,N2 处理下的菜豆株高最高,其值分别为 288.20、326.20、272.50 cm。

在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,从分枝期到成熟期,除了 M2 栽培密度下的结荚期外,其他菜豆株高表现为 N2>N3>N1>N0,其中成熟期的 N2 与 N0 相比,在 M1、M2、M3 下分别显著提高了 25.91%、31.59%、33.51%;在氮肥施用量不断增加的情况下,M3 处理下的菜豆群体的株高表现最差,M2 处理下的菜豆群体的株高表现最优。

2.1.2 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆叶长的影响 由图 2 可知,在不同栽培密度和氮肥施用量

下,菜豆的叶长随着生育期的不断推进呈逐渐上升的趋势。排除对照组 N0 处理,随着氮肥施用量的增加,不同栽培密度下的菜豆叶长都在不断地缩短。其中,在 N1 处理达到最大值,N0 处理达到最小值。

不同栽培密度下,在分枝期对照 N0 处理下的菜豆叶长最短,分别为 9.13、9.59、8.12 cm;在成熟期,N1 处理下的菜豆叶长最长,分别为 14.41、14.13、14.08 cm。

在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,从分枝期到成熟期,菜豆的叶长表现为 N1>N2>N3>N0,其中成熟期的 N1 与 N0 相比,在 M1、M2、M3 处理下分别显著提高 17.63%、21.06%、17.24%。

2.1.3 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆叶宽的影响 由图 3 可知,在不同栽培密度和氮肥施用量下,菜豆的叶宽随着生育期的不断推进呈逐渐上升的趋势。排除对照组 N0 处理,随着氮肥施用量的增加,不同栽培密度下的菜豆叶宽都在不断地缩短。其中,在 N1 处理达到最大值,N0 处理达到最小值。

不同栽培密度下,在分枝期对照 N0 处理下的菜豆叶宽最小,分别为 4.21、4.13、3.81 cm;在成熟期,N1 处理下的菜豆叶宽最大,其值分别为 10.94、11.70、10.85 cm。

在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,从分枝期到成熟期,菜豆的叶宽表现为 N1>N2>N3>N0,其中成熟期的 N1 与 N0 相比,在 M1、M2、M3 处理下分别显著提高 17.63%、14.37%、24.28%。

2.1.4 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆茎粗的影响 由图 4 可知,在不同栽培密度和氮肥施用量下,菜豆的茎粗随着生育期的不断推进呈逐渐上升的趋势。排除对照组 N0 处理,随着氮肥施用量的增加,不同栽培密度下的菜豆茎粗都在不断地减小。其中,在 N1 处理达到最大值,N0 处理达到最小值。

不同栽培密度下,在分枝期对照 N0 处理下的菜豆茎粗最小,分别为 2.56、2.77、2.59 mm;在成熟期,N1 处理下的菜豆茎粗最大,分别为 4.44、4.56、3.99 mm。

在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,从分枝期到成熟期,菜豆茎粗均表现为 N1>N2>N3>N0,其中成熟期的 N1 与 N0 相

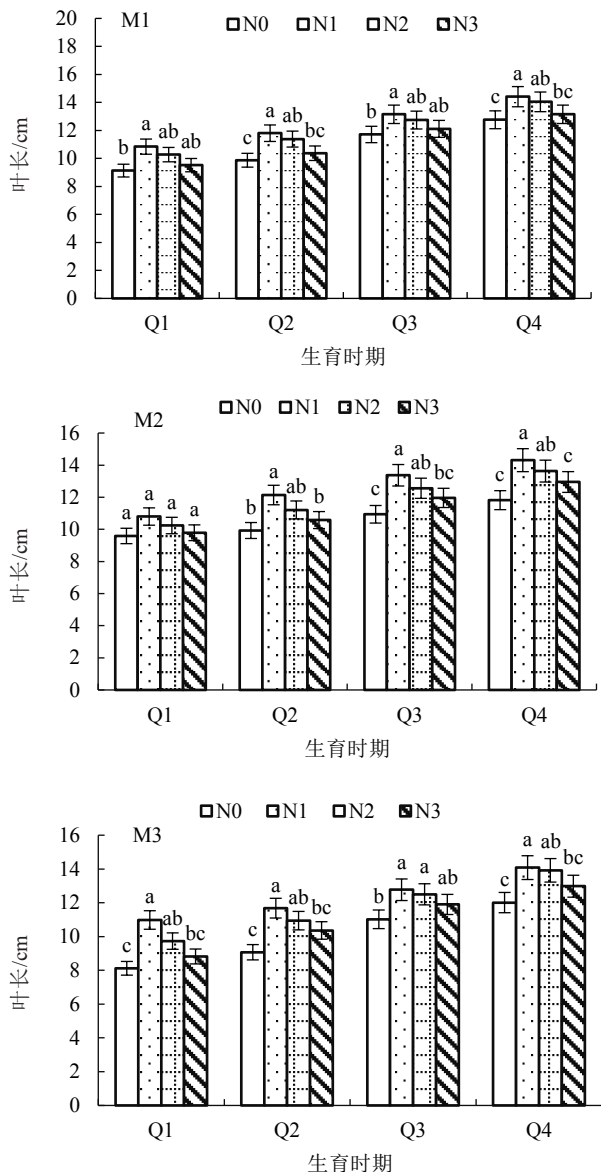


图 2 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆叶长的影响
Fig. 2 Effect of different planting density and nitrogen application rate on leaf length of kidney bean

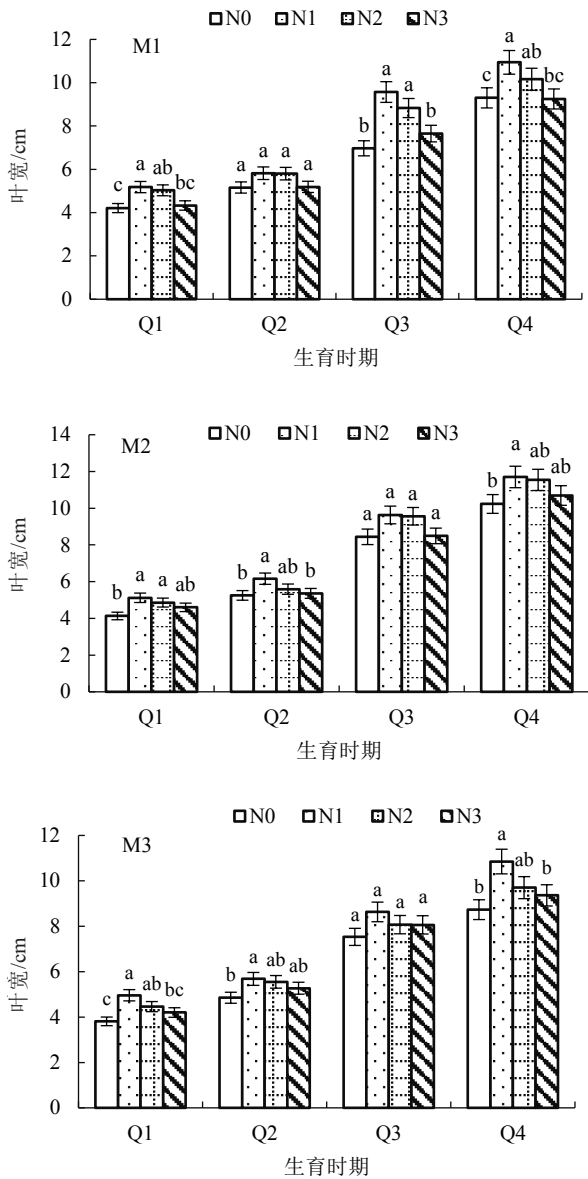


图3 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆叶宽的影响
Fig. 3 Effect of different planting density and nitrogen application rate on leaf width of kidney bean

比,在 M1、M2、M3 处理下分别显著提高 17.15%、18.75%、12.39%。

2.2 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆产量的影响

2.2.1 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆单果质量的影响

由图 5 可知,排除对照组 N0 处理,随着氮肥施用量的增加,在不同栽培密度下,菜豆的单果质量均在不断地减小,其中,在 N1 处理达到最大值,N0 处理达到最小值。

在不同栽培密度下,对照 N0 菜豆的单果质量最小,分别为 10.29、6.61、9.85 g。在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,菜豆单果质量表

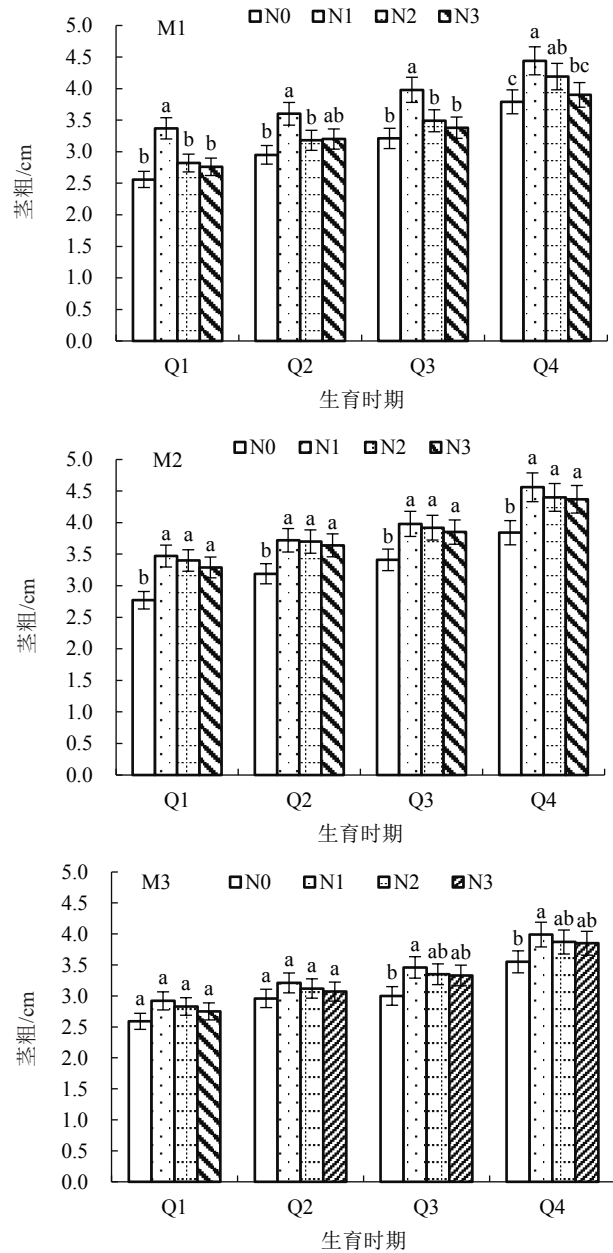


图4 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆茎粗的影响
Fig. 4 Effect of different planting density and nitrogen application rate on stem diameter of kidney bean

现为 N1>N2>N3>N0,其中 N1 与 N0 相比,在 M1、M2、M3 处理下分别提高 29.54%、77.31%、23.15%;M1 处理下的菜豆群体的单果质量表现最优。

2.2.2 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆单株结荚数的影响

在成熟期对菜豆进行测产(所有的数据均是所采集数据的平均值)。由图 6 可知,在不同栽培密度和氮肥施用量下,排除对照组 N0 处理,不同栽培密度下菜豆的单株结荚数随着氮肥施用量的增加而减少,其中,N1 处理达到最大值,N0 处理达到最小值。

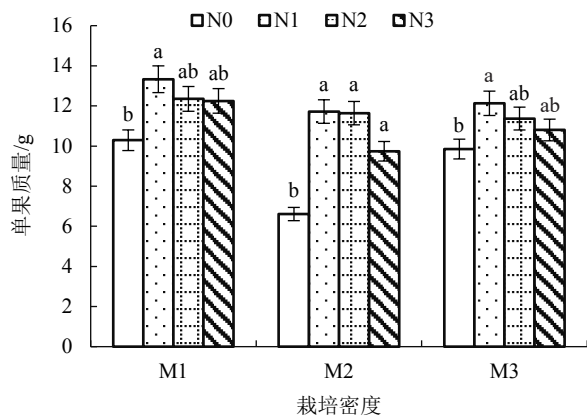


图5 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆单果质量的影响

Fig. 5 Effect of different planting density and nitrogen application rate on single fruit weight of kidney bean

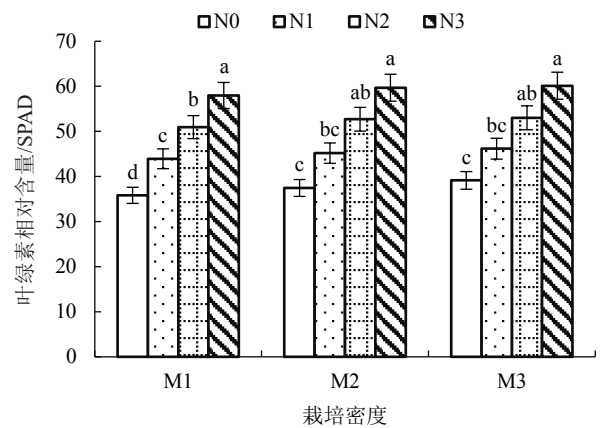


图7 不同栽培密度和氮肥施用量对

菜豆叶绿素相对含量的影响

Fig. 7 Effect of different planting density and nitrogen application rate on chlorophyll content of kidney bean

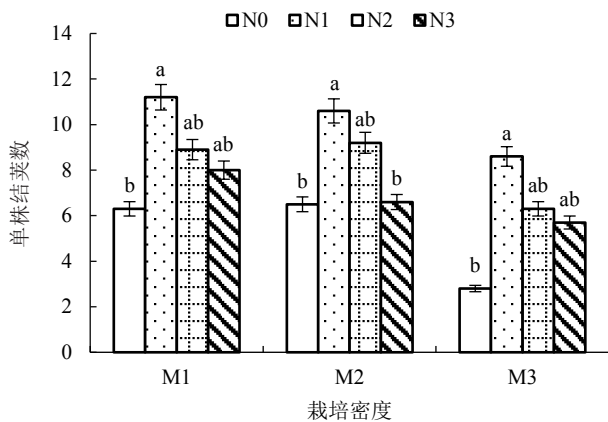


图6 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆单株结荚数的影响

Fig. 6 Effect of different planting density and nitrogen application rate on pod number per plant of kidney bean

在不同栽培密度下,对照 N0 处理菜豆的单株结荚数最少,分别为 6.3、6.5、2.8 个。在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,菜豆的单株结荚数表现为 N1>N2>N3>N0,其中 N1 与 N0 相比,在 M1、M2、M3 处理下分别显著提高 77.78%、63.08%、207.14%。

2.3 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆叶绿素相对含量的影响

由图 7 可知,在不同栽培密度下,菜豆叶绿素相对含量随着氮肥施用量的增加而逐渐增加,其中 N3 处理叶绿素相对含量最高。

在不同栽培密度下,随着氮肥施用量的不断增加,菜豆的叶绿素相对含量表现为 N3>N2>N1>N0,其中 N1 与 N0 处理相比,在 M1、M2、M3 处理下分别显著提高 22.64%、20.64%、17.97%;在氮肥施用量不断增加下,M3 处理下的菜豆群体的叶绿素相对含量最高,M1 处理下的菜豆叶绿素相对含量最低。

3 讨论与结论

3.1 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆农艺性状的影响

目前,相关研究多集中在栽培密度或者氮肥施用量对菜豆株高及茎粗的影响方面,而对于菜豆的叶长、叶宽的研究较少,笔者同时研究了不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆茎粗、株高、叶长、叶宽的影响。蔡鑫鑫等^[16]研究结果表明,栽培密度过大或过小对芸豆农艺性状都会起到减少的效果,其中,最高值都在中间的密度范围内。宋秀丽^[17]研究了氮肥施用量对大豆株高的影响,结果表明,在高氮(N3)下株高达最大值,与于崧等^[18]、何进尚等^[19]研究结果一致。

本研究结果表明,M2N2 处理下的菜豆株高表现最优,M1N1 处理下的菜豆叶长表现最优,M2N1 处理下的菜豆叶宽、茎粗表现最优,即菜豆的各农艺性状随着氮肥施用量的增加呈现先上升后下降的趋势,这一结果与蔡鑫鑫等^[16]研究结果一致,但与宋秀丽^[17]的研究结果有一定的差异,经分析导致研究结果不同的原因很有可能是每个研究中设置的处理梯度不一样。

3.2 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆单果质量以及单株荚数的影响

乔秀平^[20]研究表明,芸豆产量随着氮肥施用量的增加先增加,而后又逐渐减少。Fallahi 等^[21]研究表明,施用氮肥会显著提高种子的产量、单株荚数、株高和单果质量等。才艳等^[22]提出了氮肥施用量在 0~131.3 g·hm⁻² 范围内,大豆的有效荚质量、株粒质量都随着施氮量的增加而增大。

本研究表明,MIN1处理下的菜豆单果质量、单株结荚数表现最优,这与乔秀丽^[17]、才艳等^[22]、Fallahi等^[21]的研究结果相一致,也有不相同的部分,经过分析原因可能有:一、设置的密度和氮肥施用量的梯度不一样;二、在施用氮肥时造成的误差;三、在测产时粗心导致产量结果的误差。

3.3 不同栽培密度和氮肥施用量对菜豆叶绿素相对含量的影响

宋秀丽^[17]研究表明,大豆的叶绿素相对含量随着氮肥施用量的增加而增加。鹿红卫等^[23]研究表明,玉米的叶绿素含量随着栽培密度的增加而减少,但减幅较小。本研究表明,MIN1处理下菜豆叶绿素含量表现最优,这与宋秀丽等^[17]、鹿红卫等^[23]研究结果相一致,但由于笔者的研究侧重于研究栽培密度和氮肥施用量对菜豆的生长和产量的影响,所以并没有对叶绿素相对含量进行细致化的研究。

综上所述,可以得出MIN1处理下菜豆生长及产量表现最优,适合在菜豆生产中推广,提高其产量和品质。

参考文献

- [1] 冯国军,刘大军.菜豆的营养价值评价与分析[J].北方园艺,2016(24):200-208.
- [2] 洛宽.菜豆的营养价值[J].吉林蔬菜,2009(6):49.
- [3] NEIL E S, MCGINLEY J N, FITZGERALD V K, et al. White kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) consumption reduces fat accumulation in a polygenic mouse model of obesity[J]. *Nutrients*, 2019, 11(11):2780.
- [4] 肖文俊,王淑兰.冬茬菜豆的最佳栽培方法[J].云南农业,2006(11):15.
- [5] 徐丽鸣,辛焱,田硕,等.菜豆地膜覆盖齿形垄的栽培方法:CN109463244A[P].2019-03-15.
- [6] 吴凤芝,刘守伟,袁涛,等.一种保持土壤健康的芹菜菜豆交替间作栽培方法:CN109937808A[P].2019-06-08.
- [7] 韩顺斌,马丽君,薛龙,等.一种番茄菜豆轮作的温室栽培方法:CN106358733A[P].2017-02-02.
- [8] 王素敏.一种菜豆基质栽培方法:CN105103921A[P].2015-12-02.
- [9] 邢素芝,汪建飞,张子学.设施无公害菜豆平衡施肥技术方案[J].安徽技术师范学院学报,2004,18(2):1-4.
- [10] 冯国军,费艳,南丽,等.菜豆氮磷钾肥配施的研究[J].北方园艺,1997(2):47-48.
- [11] 高杰云,马兆伟,李想,等.施肥方式对春玉米||蔬菜条带间作边行效应的影响[J].中国生态农业学报,2015,23(12):1491-1501.
- [12] 王雪依,禹祥,侯绪明,等.氮肥施用量对不同大豆品种产量及品质的影响[J].大豆科技,2010(4):9-11.
- [13] 孙发国,贺学钊,马晓丽,等.不同氮肥施用量对单种玉米产量的影响试验研究[J].安徽农学通报,2013,19(7):106-107.
- [14] 刘学军,赵紫娟,巨晓棠,等.基施氮肥对冬小麦产量、氮肥利用率及氮平衡的影响[J].生态学报,2022,22(7):1122-1128.
- [15] 王伟妮,鲁剑魏,何予卿,等.氮、磷、钾肥对水稻产量、品质及养分吸收利用的影响[J].中国水稻科学,2011,25(6):645-653.
- [16] 蔡鑫鑫,吕晓丽,谭娟,等.种植密度对黑龙江省北部地区奶花芸豆农艺性状及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2017(11):17-19.
- [17] 宋秀丽.不同氮肥施用量对大豆生长状况的影响[J].黑龙江农业科学,2015(6):39-43.
- [18] 于崧,张翼飞,金珊珊,等.播期和密度对芸豆生长、干物质积累及产量的影响[J].中国农学通报,2017,33(6):84-90.
- [19] 何进尚,柳伟祥,何进智.不同栽培密度下大豆生长发育动态研究[J].安徽农业科学,2012,40(10):5836-5837.
- [20] 乔秀平.不同施氮水平对芸豆产量的影响[J].山西农业科学,2014,42(7):694-696.
- [21] FALLAHI S, SHARIFI P. Effect of nitrogen fixing bacteria and nitrogen rate on yield and growth of common bean[J]. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2020, 68(3):491-496.
- [22] 才艳,郑殿峰,冯乃杰,等.氮肥施用量对大豆生长动态及干物质积累的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2007(2):13-16.
- [23] 鹿红卫,王昌亮,卢瑞乾,等.种植密度对玉米生长期叶片叶绿素含量和产量的影响[J].安徽农业科学,2013,41(35):13503-13505.