

## 不同土壤地力条件下农大豆 2 号适宜密度与施肥量研究

李文龙, 李喜焕, 常文锁, 张彩英\* (河北农业大学教育部华北作物种质资源研究与利用重点实验室, 河北保定 071001)

**摘要** [目的]研究高产优质抗病大豆新品种农大豆 2 号在不同土壤地力条件下的适宜密度和施肥量。[方法]采用裂区设计, 分别在 3 种不同土壤地力条件下分析农大豆 2 号产量及其相关性状。[结果]土壤地力条件不同, 施肥量和密度以及二者之间的互作对农大豆 2 号产量及其相关性状影响不同。在低土壤地力条件下, 单株粒数和单株粒重在不同施肥量及密度间的差异达到显著水平, 高密高肥处理(密度 25.5 万株/hm<sup>2</sup>, 复合肥 375 kg/hm<sup>2</sup>)的产量较高; 中等地力条件下, 单株荚数、单株粒数在不同施肥量及密度间的差异达到显著和极显著水平, 中密中肥处理(密度 18.0 万株/hm<sup>2</sup>, 复合肥 225 kg/hm<sup>2</sup>)的产量较高; 较高地力条件下, 不同施肥量及密度间的单株粒重差异达到显著和极显著水平, 中密高肥处理(18.0 万株/hm<sup>2</sup>, 复合肥 375 kg/hm<sup>2</sup>)的产量较高。[结论]该研究为农大豆 2 号在不同土壤地力条件下高产栽培和示范推广提供了依据。

**关键词** 大豆新品种; 农大豆 2 号; 施肥量; 密度; 产量

中图分类号 S565.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)04-0050-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.04.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effects of Fertilizer and Planting Density on Yield Related Traits of Nongdadou 2 under Different Soil Conditions

LI Wen-long, LI Xi-huan, CHANG Wen-suo et al (North China Key Laboratory of Crop Germplasm Resources, Education Ministry of China, Agriculture University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

**Abstract** [Objective] To screen out the suitable fertilizer level and planting density for high yield of a recently released soybean elite variety "Nongdadou 2". [Method] The effects of three fertilizer levels and three plant densities on yield related traits of "Nongdadou 2" were investigated by split plot design in three locations with different soil conditions. [Result] The results showed that yield traits of "Nongdadou 2" affected by fertilizer, planting density and their interactions varies depending on soil fertilizer levels. Under low soil fertilizer, seed number per plant and seed weight per plant were significantly different between treatments, and the yield was highest using the density of  $25.5 \times 10^4$  plants/hm<sup>2</sup> and the compound fertilizers of 375 kg/hm<sup>2</sup>; Under middle soil fertilizer levels, significant differences in pod number per plant and seed number per plant were identified, and yield was highest using the density of  $18.0 \times 10^4$  plants/hm<sup>2</sup> and compound fertilizers of 225 kg/hm<sup>2</sup>; Under high fertile soil, seed weight per plant showed significant variation between treatments, and highest yield was achieved using the density of  $18.0 \times 10^4$  plants/hm<sup>2</sup> and compound fertilizers of 375 kg/hm<sup>2</sup>. [Conclusion] The research results provided practical guidance for the large scale extension of "Nongdadou 2" under different soil conditions.

**Key words** Soybean new variety; Nongdadou 2; Fertilizer application amount; Density; Yield

大豆是重要粮食作物,在我国已有几千年的种植历史,一直以来在国民经济中占有十分重要的地位。然而,自 21 世纪开始,我国大豆种植面积和生产量出现下滑,使得国外进口大豆成为我国主要进口商品之一。据统计,2016 年我国进口大豆 8 000 万 t 以上,2017 年进口 9 000 万 t 以上。因此,选育具有自主知识产权的高产优质抗病大豆新品种,并研究其高产配套栽培技术措施,进而提高单产水平,是提升我国国产大豆国际竞争力的重要举措。

农大豆 2 号是河北农业大学选育的高产优质抗病大豆新品种,课题组前期曾就该品种在河北山区的配套栽培技术措施开展研究,并依据组装的高产、优质配套技术进行了农大豆 2 号示范推广,取得了较好的经济与社会效益<sup>[1]</sup>。为进一步探讨农大豆 2 号在河北平原地区的高产配套栽培技术,笔者分别在 3 种不同土壤地力条件下(低、中、高),研究其获得高产的适宜种植密度和肥料用量,为充分发挥该品种高产潜力和示范推广提供依据。

## 1 材料与与方法

## 1.1 试验地概况 农大豆 2 号新品种于 2017 年 6 月 19 日

分别播种在 3 个不同试验点(清苑、曲阳和新乐)。各试验点的土壤基础肥力见表 1,其中新乐为高地力条件、清苑为中等地力条件、曲阳为低地力条件。

表 1 3 个试验点的基础肥力比较

Table 1 Comparison of the soil fertility of three test sites

试验地点 Test site	有机质 Organic matter g/kg	碱解氮 Alkali- hydrolyzable nitrogen mg/kg	有效磷 Available phosphate mg/kg	速效钾 Rapidly available potassium mg/kg
曲阳 Quyang	10.5	3.1	8.4	18.5
清苑 Qingyuan	12.5	4.3	12.2	26.0
新乐 Xinle	18.5	9.3	32.2	48.0

**1.2 试验材料** 以课题组前期选育的高产、优质、抗病夏播大豆新品种农大豆 2 号(冀审豆 2014002 号)为供试材料。该品种在河北省两年夏播大豆区域试验中,比对照(冀豆 12)平均增产 4.12%;经农业农村部谷物品质监督检验测试中心分析,其籽粒蛋白含量 43.56%,脂肪含量 18.57%;经国家大豆改良中心鉴定,抗大豆花叶病毒流行株系 SC3 与 SC7<sup>[2]</sup>。

**1.3 试验方法** 试验采用裂区设计,施肥量为主处理,共 3 个水平(A<sub>1</sub> 处理为复合肥 75 kg/hm<sup>2</sup>、A<sub>2</sub> 处理为复合肥 225 kg/hm<sup>2</sup>、A<sub>3</sub> 处理为复合肥 375 kg/hm<sup>2</sup>),施肥处理所用复合肥 N、P、K 含量分别为 15%、15%、15%;密度为副处理,共 3

**基金项目** 现代农业科技奖励性后补助项目(17927670H);河北省科技计划项目(16227516D-1)。

**作者简介** 李文龙(1981—),男,河北沧州人,讲师,博士,从事大豆遗传育种和抗病研究,\*通信作者,研究员,博士,从事大豆遗传育种和分子生物学研究。

**收稿日期** 2018-10-07

个水平 (B<sub>1</sub> 处理密度为 10.5 万株/hm<sup>2</sup>、B<sub>2</sub> 处理密度为 18.0 万株/hm<sup>2</sup>、B<sub>3</sub> 处理密度为 25.5 万株/hm<sup>2</sup>), 3 次重复; 小区行长 5 m, 行距 50 cm, 5 行区, 田间管理同一般大田生产。

待大豆植株正常成熟, 每小区在中间位置连续选取 10 株进行室内考种, 考种项目包括株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重<sup>[3]</sup>; 同时收获中间 3 行进行小区产量测定, 并折算为公顷产量(kg/hm<sup>2</sup>)。

**1.4 数据处理** 采用 Microsoft Excel 2013 软件进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 中等地力条件下农大豆 2 号的适宜密度与施肥量** 分析农大豆 2 号在清苑中等地力条件下的产量发现, 不同施肥量间的产量差异达到显著水平, 种植密度间的产量差异达到极显著水平, 说明施肥量和种植密度均(极)显著地影响了农大豆 2 号的产量水平; 施肥量与密度间的互作效应也存在显著差异, 说明不同密度水平下的适宜施肥量存在显著差异。进一步分析不同施肥量下的产量水平发现(表 2), 3 种施肥水平中, A<sub>2</sub> 处理(225 kg/hm<sup>2</sup> 中等施肥水平)的产量最高, 为 2 935.0 kg/hm<sup>2</sup>; 3 种密度条件下, B<sub>2</sub> 处理(18.0 万株/hm<sup>2</sup> 中等密度水平)的产量最高, 为 2 924.2 kg/hm<sup>2</sup>; 综合分析 9 种试验处理间的产量发现, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 处理(中密中肥处理)的产量最高, 为 3 088.5 kg/hm<sup>2</sup>, 显著优于其他处理。

分析农大豆 2 号在中等地力下的 6 个产量相关性状发现, 株高、单株荚数、单株粒数和单株粒重在不同施肥量间的差异达到显著或极显著水平, 而主茎节数、百粒重的差异未达到显著水平; 单株荚数和单株粒数在不同种植密度间的差异达到极显著水平, 而其他性状(株高、节数、单株粒重和百粒重)未达到显著水平; 单株荚数、粒数和单株粒重的施肥量与密度间的互作效应也存在显著或极显著差异。由此可见, 施肥量显著影响了农大豆 2 号的单株荚数、粒数和粒重, 进而对产量产生一定影响; 种植密度则显著影响了单株荚数和粒数, 进而影响了农大豆 2 号的产量水平。

表 2 中等地力条件下农大豆 2 号不同处理的产量比较

Table 2 Comparison of the yields of Nongdadou 2 in different treatments under middle soil fertility condition

项目 Item	处理编号 Treatment code	产量 Yield//kg/hm <sup>2</sup>
施肥水平 Fertilizing level	A <sub>1</sub>	2 713.5 b
	A <sub>2</sub>	2 935.0 a
	A <sub>3</sub>	2 841.9 ab
密度水平 Density level	B <sub>1</sub>	2 709.5 c
	B <sub>2</sub>	2 924.2 a
	B <sub>3</sub>	2 856.7 b
组合 Combination	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	2 589.8 d
	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	2 755.4 c
	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	2 795.4 c
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	2 739.3 c
	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	3 088.5 a
	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	2 977.2 b
	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	2 799.5 c
	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	2 928.7 b
	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	2 797.6 c

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

**2.2 高地力条件下农大豆 2 号的适宜密度与施肥量** 分析农大豆 2 号在新乐高地力条件下的产量发现, 不同施肥量以及密度间的产量差异达到显著或极显著水平, 说明施肥量和密度(极)显著影响了该品种在较高地力条件下的产量水平; 产量在肥料与密度间的互作也存在显著差异, 说明不同密度水平下的适宜施肥量亦显著不同。由表 3 可知, 3 种施肥水平中, A<sub>3</sub> 处理(375 kg/hm<sup>2</sup> 高肥水平)和 A<sub>2</sub> 处理(225 kg/hm<sup>2</sup> 中肥水平)的产量较高, 分别为 2 913.7 kg/hm<sup>2</sup>、2 878.6 kg/hm<sup>2</sup>; 3 种密度条件下, 以 B<sub>2</sub> 处理(18.0 万株/hm<sup>2</sup> 中等密度)和 B<sub>3</sub> 处理(25.5 万株/hm<sup>2</sup> 高密水平)的产量较高, 分别为 2 926.9、2 902.2 kg/hm<sup>2</sup>; 综合分析 2 个因素 9 个试验处理间的产量发现, A<sub>3</sub>B<sub>2</sub> 处理(高肥中密处理)的产量最高, 为 3 082.5 kg/hm<sup>2</sup>, 显著优于其他处理。

分析农大豆 2 号在新乐高地力条件下的产量相关性状发现, 不同施肥量间的单株粒重差异达到显著水平, 而其他性状均未达到显著水平; 单株荚数、单株粒数和单株粒重在不同密度水平下的差异达到极显著水平, 而株高、主茎节数和百粒重的差异未达到显著水平; 单株粒重的施肥量与密度间的互作效应也存在极显著差异。由此可见, 在新乐高地力条件下, 施肥量显著影响了农大豆 2 号的单株粒重, 种植密度则显著影响了单株荚数、粒数和粒重, 进而影响了农大豆 2 号的产量水平。

表 3 高地力条件下农大豆 2 号不同处理的产量比较

Table 3 Comparison of the yields of Nongdadou 2 in different treatments under high soil fertility condition

项目 Item	处理编号 Treatment code	产量 Yield//kg/hm <sup>2</sup>
施肥水平 Fertilizing level	A <sub>1</sub>	2 733.7 b
	A <sub>2</sub>	2 878.6 a
	A <sub>3</sub>	2 913.7 a
密度水平 Density level	B <sub>1</sub>	2 696.9 b
	B <sub>2</sub>	2 926.9 a
	B <sub>3</sub>	2 902.2 a
组合 Combination	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	2 599.1 f
	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	2 768.7 de
	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	2 833.1 cd
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	2 799.5 d
	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	2 929.5 bc
	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	2 906.9 bc
	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	2 692.2 ef
	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	3 082.5 a
	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	2 966.5 b

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

**2.3 低地力条件下农大豆 2 号的适宜密度与施肥量** 分析农大豆 2 号在曲阳低地力条件下的产量水平发现, 3 个不同施肥量以及密度间的产量差异均达到极显著水平, 而肥料与密度间的互作效应差异不显著, 说明施肥量和密度极显著影响了农大豆 2 号在低地力下的产量水平。由表 4 可知, 3 种施肥水平中, A<sub>3</sub> 处理(375 kg/hm<sup>2</sup> 施肥水平)和 A<sub>2</sub> 处理(225 kg/hm<sup>2</sup> 施肥水平)的产量较高, 分别为 2 767.4、2 704.0 kg/hm<sup>2</sup>; 3 种密度

条件下, B<sub>3</sub> 处理(25.5 万株/hm<sup>2</sup> 密度水平)的产量最高, 为 2 767.1 kg/hm<sup>2</sup>, 其次为 B<sub>2</sub> 处理, 产量为 2 593.0 kg/hm<sup>2</sup>; 综合分析 9 个试验处理间的产量发现, A<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 处理(高肥高密处理)的产量最高, 为 2 939.6 kg/hm<sup>2</sup>。

分析农大豆 2 号在曲阳低地力条件下的产量相关性发现, 株高、单株荚数、单株粒数和单株粒重在不同施肥量间的差异达到显著或极显著水平, 而百粒重的差异未达到显著水平; 单株粒数和单株粒重在不同种植密度间的差异达到(极)显著水平, 而株高、荚数和百粒重未达到显著水平。由此可见, 施肥量显著影响了农大豆 2 号单株荚数、粒数和粒重, 进而影响产量; 种植密度显著影响了单株粒数和粒重, 进而影响农大豆 2 号产量水平。

表 4 低地力条件下农大豆 2 号不同处理的产量比较

Table 4 Comparison of the yields of Nongdadou 2 in different treatments under low soil fertility condition

项目 Item	处理编号 Treatment code	产量 Yield//kg/hm <sup>2</sup>
施肥水平 Fertilizing level	A <sub>1</sub>	2 384.4 b
	A <sub>2</sub>	2 704.0 a
	A <sub>3</sub>	2 767.4 a
密度水平 Density level	B <sub>1</sub>	2 495.8 c
	B <sub>2</sub>	2 593.0 b
	B <sub>3</sub>	2 767.1 a
组合 Combination	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	2 278.6 e
	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	2 383.1 de
	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	2 491.5 d
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	2 602.2 c
	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	2 639.6 c
	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	2 870.1 a
	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	2 606.5 c
	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	2 756.3 b
	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	2 939.6 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

**2.4 不同土壤地力条件下农大豆 2 号的适宜密度与施肥量** 综合分析农大豆 2 号在 3 种不同土壤地力条件下的产量表现, 提出了农大豆 2 号获得高产适宜的密度水平和肥料用量, 在低地力条件下, 以 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 高肥高密处理(密度 25.5 万株/hm<sup>2</sup>, 肥料 375 kg/hm<sup>2</sup>)产量最高; 中等地力下, 以 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 中肥中密处理(密度 18.0 万株/hm<sup>2</sup>, 肥料 225 kg/hm<sup>2</sup>)产量最高; 高地力条件下, 以 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub> 高肥中密处理(密度 18.0 万株/hm<sup>2</sup>, 肥料 375 kg/hm<sup>2</sup>)产量最高。

### 3 结论与讨论

大豆产量水平的高低受多种因素影响, 包括遗传因素和环境因素<sup>[4-10]</sup>。在基因型相同的情况下, 施肥水平和种植密度是影响大豆产量水平两大重要环境因素。因此, 依据不同大豆推广地区的气候和土壤地力条件, 筛选品种适宜的施肥水平和种植密度, 对于高产大豆新品种的潜力发挥具有重要意义。

关于种植密度与大豆产量的关系研究, 有学者指出合理的群体密度可使品种更大限度地提高环境资源利用效率, 对于实现大豆高产至关重要<sup>[11-15]</sup>。一般来说, 种植密度过低能显著提高大豆单株产量, 但会降低群体生产力; 而种植密度过高不但增加生产成本, 且降低单株生产能力。因此, 合理

的种植密度一方面能够充分发挥大豆单株个体的生产潜力, 另一方面能够合理协调大豆群体与个体间的复杂关系, 进而提高大豆产量水平<sup>[16-18]</sup>。

关于施肥量与大豆产量的关系, 一般认为大豆是需肥量较多的作物, 仅凭土壤供给远远不够<sup>[19]</sup>。因此, 合理施肥对于提高大豆产量、改良籽粒品质十分重要<sup>[20-21]</sup>。目前, 随着农业生产水平的不断提高, 农户非常重视小麦、玉米和棉花等重要农作物的施肥技术, 而对于大豆这种可以“养地”的农作物而言, 部分农户仍然沿用传统的“大豆少施肥, 甚至不施肥”的方法, 使得当前国产大豆单产一直维持在较低水平。由此可见, 依据大豆品种特性, 合理施肥是提高国产大豆单产水平的重要保证。

鉴于此, 为筛选高产优质抗病大豆新品种农大豆 2 号在不同土壤条件下的种植密度和施肥量, 该研究采用裂区设计, 分别在 3 种土壤地力条件下分析了农大豆 2 号的产量及其相关性状, 结果发现土壤地力条件, 施肥量和密度以及二者之间的互作对农大豆 2 号的产量及其相关性状的影响不同, 因此生产中应根据各地区的土壤地力条件不同, 选取适宜的种植密度和施肥量, 从而充分发挥品种的高产潜力, 在地力较低的土壤条件下, 施肥量显著影响农大豆 2 号的单株荚数、粒数和粒重, 种植密度显著影响单株粒数和粒重, 并且以高密高肥处理条件下的产量较高; 中等土壤地力条件下, 施肥量显著影响农大豆 2 号的单株荚数、粒数和粒重, 种植密度则显著影响其单株荚数和粒数, 且以中密中肥处理下农大豆 2 号的产量较高; 在较高地力条件下, 施肥量显著影响农大豆 2 号的单株粒重, 种植密度则显著影响单株荚数、粒数和粒重, 且以中密高肥处理下的产量较高。因此, 该研究结果为农大豆 2 号在不同地区土壤地力条件下的高产种植和大规模推广提供了理论依据。

### 参考文献

- [1] 刘渊, 李文龙, 李喜焕, 等. 施肥水平和种植密度对河北山区夏播大豆产量及品质影响[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(8): 115-123.
- [2] 李喜焕, 李文龙, 孔佑宾, 等. 大豆品种农大豆 2 号及配套栽培技术[J]. 中国种业, 2016(8): 78-79.
- [3] 李文龙, 李喜焕, 王瑞霞, 等. 河北省夏播早熟区不同施肥水平和种植密度对大豆产量及品质的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(3): 40-44.
- [4] 杨庆凯. 论大豆蛋白质与油分含量品质的变化及影响的因素[J]. 大豆科学, 2000, 19(4): 386-391.
- [5] 苗保河, 张为社, 李战国, 等. 栽培因子对高油大豆品种产量及其生理指标的影响[J]. 大豆科学, 2004, 23(4): 307-310.
- [6] 胡国华, 宁海龙, 王寒冬, 等. 光照强度对大豆产量及品质的影响 I. 全生育期光照强度变化对大豆油脂和蛋白质含量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(2): 68-88.
- [7] 王志新. 环境因素对大豆化学品质及产量影响研究 II. 遮光对大豆化学品质及产量的影响[J]. 大豆科学, 2004, 23(1): 41-44.
- [8] 方亭, 张延毅, 金涛. 城市生活垃圾堆肥对油菜、大豆籽粒中蛋白质含量的影响[J]. 中国油料作物学报, 1999, 21(4): 45-46, 50.
- [9] 金平. 有机无机营养对大豆品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 1997(2): 4-7.
- [10] 李春杰, 许艳丽, 魏巍, 等. 结荚期光照时间对大豆产量和化学品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(11): 71-74.
- [11] 杨庆凯. 论大豆蛋白质含量与油分含量品质的变化及影响的因素[J]. 大豆科学, 2000, 19(4): 386-391.
- [12] 苗保河, 张为社, 李战国, 等. 栽培因子对高油大豆品种产量及其生理指标的影响[J]. 大豆科学, 2004, 23(4): 307-310.



注:a.+++; b.++; c.+

图1 菇蕾密度

Fig.1 Mushroom bud density

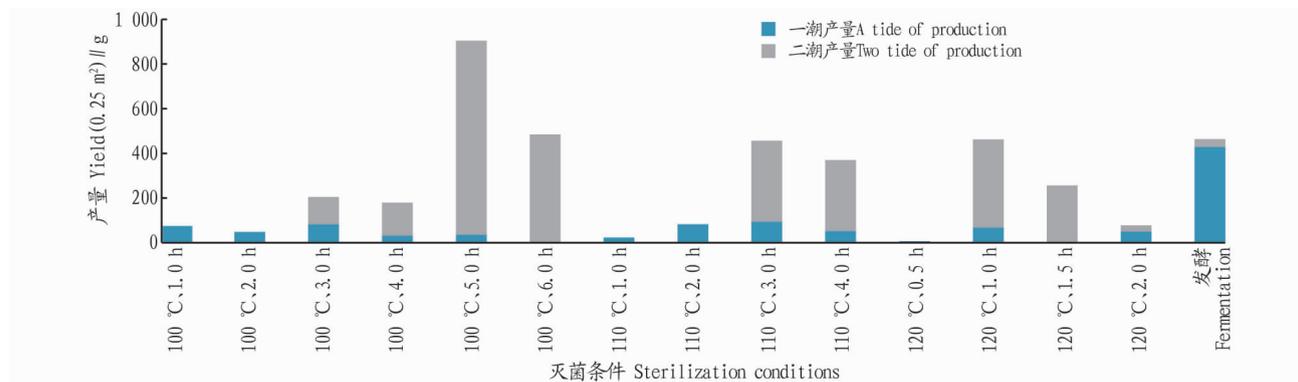


图2 不同灭菌条件草菇产量比较

Fig.2 Comparison of straw mushroom yield under different sterilization conditions

### 3 结论与讨论

国内草菇普遍采用发酵料栽培,该方法受制于原材料稳定性、环境温度变化,工厂化生产很难稳产。研究表明,草腐菌则由木腐菌演化而来的新种群,草菇位于草腐菌所形成的簇中,相对进化较早<sup>[5]</sup>。这说明草菇既可以熟料栽培也可以发酵料栽培。草菇熟料栽培可借鉴已经成熟的木腐菌栽培技术,众多学者针对菌种<sup>[3]</sup>、配方<sup>[6-7]</sup>和栽培工艺<sup>[8]</sup>探索了熟料栽培模式。该试验研究不同灭菌条件对草菇生长及出菇的影响,不同灭菌条件的结果差异较大,100 °C灭菌5.0 h的处理菌丝生长和产量明显优于其他条件,两潮总产量几乎是对照配方的2倍。然而,100 °C灭菌5.0 h,无法达到彻底灭菌的效果<sup>[9]</sup>,但草菇菌丝非常适应,这与大部分木腐菌不同。下一步笔者还将继续研究草菇菌丝生长过程及相应的栽培工艺。

### 参考文献

- [1] CHANG S T. Cultivation of the straw mushroom in Southeast China [J]. World crops, 1965, 17: 47-49.
- [2] 胡永光,李萍萍,袁俊杰.食用菌工厂化生产模式探讨[J].安徽农业科学, 2007, 35(9): 2606-2607, 2669.
- [3] 羿红,谢福泉,郑峻,等.草菇周年栽培关键技术研究——草菇稻草熟料周年栽培菌株筛选[J].食用菌学报, 2007, 14(1): 10-18.
- [4] 李正鹏,余昌霞,李巧珍,等.草菇工厂化栽培原材料研究进展[J].农业工程技术, 2017, 37(19): 67-70.
- [5] 龚明,鲍大鹏,汪虹,等.草菇的系统分类地位及分化时间[J].食用菌学报, 2013, 20(2): 8-11.
- [6] 吴圣进,王灿琴,王茜,等.木薯渣熟料袋栽草菇配方试验[J].食用菌, 2014(3): 32-33.
- [7] 马海霞,屈直,侯立娟,等.甘蔗渣熟料袋栽草菇组合配方的研究[J].热带农业科学, 2016, 36(3): 58-61, 66.
- [8] 付瑞洲,杨永彬,郑峻,等.草菇周年栽培关键技术研究 II: 用正交试验法优化稻草熟料周年栽培配方[J].福建热作科技, 2006, 31(3): 6-8.
- [9] 黄毅.食用菌栽培[M].北京:高等教育出版社, 2008: 64-82.

(上接第52页)

- [13] 王志新.环境因素对大豆化学品质及产量影响研究II.遮光对大豆化学品质及产量的影响[J].大豆科学, 2004, 23(1): 41-44.
- [14] 刘金印,张恒善,王大秋.豆种植密度和群体结构指标的研究[J].大豆科学, 1987, 6(1): 1-10.
- [15] 丁希武,杜吉到,冯乃杰,等.半干旱地区不同品种大豆密度对产量的影响[J].杂粮作物, 2006, 26(2): 110-111.
- [16] 章建新,翟云龙,薛丽华.密度对高产春大豆生长动态及干物质积累分配的影响[J].大豆科学, 2006, 25(1): 1-5.
- [17] 何世伟,常生华,武得礼,等.大豆播种密度对籽实产量及其构成因素

- 影响的研究[J].草业学报, 2005, 10(5): 43-47.
- [18] 杜长玉,胡兴国,何忠仁,等.不同密度对大豆产量和生理指标影响的研究[J].内蒙古农业科技, 2006(2): 35-36.
- [19] 孙联合,许海涛.氮磷钾优化配比对大豆品质及相关生理参数的影响[J].湖南农业科学, 2008(5): 71-73.
- [20] 赵双进,张孟臣,杨春燕,等.栽培因子对大豆生长发育及群体产量的影响II.肥水、生长调控措施对产量的影响[J].中国油料作物学报, 2003, 25(2): 48-51.
- [21] 张成兰,刘春增,李本银,等.有机肥对大豆生产效应研究进展[J].安徽农业科学, 2018, 46(18): 25-28.