

不同种植密度对大豆新品种的产量 和农艺性状的影响分析

吴姗姗¹, 郝晓函²

1. 黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江 157041

2. 吉林省种子管理总站, 吉林 长春 130000

DOI: 10.61369/VDE.2026040004

摘 要 : 为明确不同种植密度对大豆新品种(圣豆 16 号)产量及农艺性状的影响, 筛选适宜种植密度, 本试验设置 4 个种植密度处理(D1: 18 万株/hm²、D2: 23 万株/hm²、D3: 28 万株/hm²、D4: 33 万株/hm²), 采用随机区组设计, 3 次重复, 系统测定产量及农艺性状并进行统计分析。结果表明: 随着种植密度增加, 株高、底荚高度显著升高, 茎粗、有效分枝数等显著降低; 产量呈先升后降趋势, D3 处理产量最高(228.6 kg/667m²), 显著高于其他处理; 单株有效荚数等与产量呈显著正相关, 株高与产量呈显著负相关。综上, 圣豆 16 号适宜种植密度为 28 万株/hm², 可实现产量最大化。

关 键 词 : 大豆新品种; 种植密度; 产量; 农艺性状; 群体结构

Analysis of the Effects of Different Planting Densities on Yield and Agronomic Traits of a New Soybean Variety

Wu Shanshan¹, Hao Xiaohan²

1. Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang, Heilongjiang 157041

2. Jilin Provincial Seed Management Station, Changchun, Jilin 130000

Abstract : To clarify the effects of different planting densities on the yield and agronomic traits of a new soybean variety (Shengdou 16) and screen the optimal planting density, this experiment set four planting density treatments (D1: 180,000 plants/hm², D2: 230,000 plants/hm², D3: 280,000 plants/hm², D4: 330,000 plants/hm²). A randomized complete block design with three replications was adopted to systematically determine and statistically analyze the yield and agronomic traits. The results showed that with the increase of planting density, plant height and bottom pod height increased significantly, while stem diameter, number of effective branches and other traits decreased significantly; the yield showed a trend of first increasing and then decreasing, with the highest yield in D3 treatment (228.6 kg/667m²), which was significantly higher than other treatments; the number of effective pods per plant and other traits were significantly positively correlated with yield, while plant height was significantly negatively correlated with yield. In conclusion, the optimal planting density for Shengdou 16 is 280,000 plants/hm², which can achieve maximum yield.

Keywords : new soybean variety; planting density; yield; agronomic traits; population structure

引言

大豆是我国重要油料作物和蛋白来源, 其产量品质关乎国家粮油安全。近年来大豆新品种不断涌现, 但其高产潜力受种植密度调控显著。种植密度作为协调大豆个体与群体生长的关键因子, 直接影响田间资源配置, 进而改变农艺性状与产量^[1]。已有研究表明, 大豆密度与产量存在阈值效应, 适宜密度可优化株型、提高产量, 密度过高或过低均会导致群体失衡^[2]。为发挥圣豆 16 号高产优势, 明确其适宜种植密度, 本试验开展相关研究, 为其规范化栽培提供科学依据。

一、试验与方法

（一）试验材料

供试大豆新品种为圣豆16号（当地农业技术推广中心提供），中熟、株型紧凑、抗倒伏，适宜黄淮海地区夏播，高产潜力突出。种子籽粒饱满、无病虫害，发芽率 $\geq 95\%$ ，播前经晾晒筛选，确保质量一致^[3]。

（二）试验地点

试验于2024年6–10月在山东省嘉祥县大豆试验基地进行，该区域为暖温带半湿润季风气候，雨热同期，适宜大豆生长。试验田为褐土，肥力均匀，前茬为小麦，播前测定土壤基本理化性质：有机质2.51%，全氮0.16%，速效氮121.91 mg·kg⁻¹，速效磷36.12 mg·kg⁻¹，速效钾140.01 mg·kg⁻¹，pH值6.75，符合大豆生长需求^[4]。

（三）试验设计

试验采用随机区组设计，4个密度处理（D1–D4），每处理3次重复，共12个小区（15.6m²/小区），小区间设50cm隔离行，四周设 ≥ 2 m保护行。采用垄上双行种植，行距0.5m，株距随密度调整（D1：0.11m、D2：0.087m、D3：0.071m、D4：0.061m）^[4]。所有小区田间管理一致，6月15日人工点播，基肥施腐熟有机肥30000kg/hm²及尿素、磷酸二铵、氯化钾各150kg/hm²、300kg/hm²、150kg/hm²，生长期按需浇水、除草、防治病虫害。

（四）测定项目与方法

1. 农艺性状测定

鼓粒期每小区选10株，测定株高、茎粗、底荚高度、有效分枝数、主茎节数，取平均值作为小区测定值^[5]。

2. 产量及构成测定

成熟期实收测产，折算每667m²产量；每小区选10株考种，测定单株有效荚数、单株粒数、百粒重。

3. 抗病性测定

幼苗期接种大豆花叶病毒病SC-3、SC-7株系，记录感病率及抗病等级。

（五）数据分析与处理

数据经Excel 2021整理后，用SPSS 26.0进行单因素方差分析（ANOVA）和Pearson相关性分析，多重比较采用Duncan新复极差法（ $P<0.05$ ），图表用GraphPad Prism绘制，数据以“平均值 $\pm$ 标准差”表示。

二、结果与分析

（一）不同种植密度对大豆新品种产量的影响

不同种植密度对圣豆16号产量及产量构成因素具有显著影响（表1）。从产量来看，随着种植密度的增加，大豆产量呈现先

升高后降低的趋势，其中D3处理（28万株/hm²）产量最高，达228.6 kg/667m²，显著高于D1、D2和D4处理；D2处理（23万株/hm²）产量次之，为209.3 kg/667m²，显著高于D1和D4处理；D4处理（33万株/hm²）产量最低，仅为186.8 kg/667m²，显著低于其他处理；D1处理（18万株/hm²）产量为195.2 kg/667m²，显著低于D2和D3处理^[6]。

从产量构成因素来看，随着种植密度的增加，单株有效荚数、单株粒数、百粒重均呈现显著降低趋势。D1处理单株有效荚数最多，为68.9个，显著高于其他处理；D3处理单株有效荚数为48.7个，显著高于D4处理，低于D1和D2处理；D4处理单株有效荚数最少，仅为36.2个。单株粒数变化趋势与单株有效荚数一致，D1处理单株粒数为139.8个，D4处理为86.8个，两者差异显著^[7]。百粒重方面，D1处理最高，为29.1g，D4处理最低，为17.4g，各处理间差异均达到显著水平。群体有效荚数则呈现先升高后降低的趋势，D3处理群体有效荚数最多，这也是其产量最高的主要原因，而D4处理虽然种植密度最高，但由于单株有效荚数大幅减少，导致群体有效荚数下降，产量降低。

表1 不同种植密度对大豆产量及产量构成因素的影响

种植密度（万株/hm ² ）	单株有效荚数（个）	单株粒数（个）	百粒重（g）	产量（kg/667m ² ）
D1（18）	68.9 $\pm$ 3.2a	139.8 $\pm$ 6.5a	29.1 $\pm$ 1.1a	195.2 $\pm$ 8.3c
D2（23）	59.3 $\pm$ 2.8b	118.5 $\pm$ 5.8b	24.7 $\pm$ 0.9b	209.3 $\pm$ 7.6b
D3（28）	48.7 $\pm$ 2.5c	98.6 $\pm$ 4.2c	21.3 $\pm$ 0.7c	228.6 $\pm$ 9.1a
D4（33）	36.2 $\pm$ 2.1d	86.8 $\pm$ 3.9d	17.4 $\pm$ 0.6d	186.8 $\pm$ 7.9d

注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著（ $P<0.05$ ），下同。

（二）不同种植密度对大豆新品种农艺性状的影响

不同种植密度对圣豆16号农艺性状具有显著调控作用，随着种植密度的增加，各农艺性状呈现明显的规律性变化（表2）。

株高方面，随着种植密度的增加，大豆株高显著升高，呈现明显的正相关关系。D4处理株高最高，达84.3cm，显著高于其他处理；D3处理株高为78.6cm，显著高于D1和D2处理；D1处理株高最低，为56.4cm，与其他处理差异显著。这是因为随着种植密度增加，植株间竞争加剧，为争夺光照资源，大豆植株会通过伸长生长来提高自身高度，导致株高增加。

茎粗方面，随着种植密度的增加，大豆茎粗显著降低，呈现负相关关系。D1处理茎粗最粗，为10.10mm，显著高于其他处理；D2处理茎粗为8.95mm，显著高于D3和D4处理；D4处理茎粗最细，仅为6.05mm，与其他处理差异显著。主要原因是高密度条件下，植株间养分和水分竞争激烈，植株生长受到抑制，茎秆发育不良，导致茎粗减小，同时也增加了倒伏的风险^[8]。

底荚高度随着种植密度的增加而显著升高，D4处理底荚高度最高，为22.00cm，D1处理最低，为8.45cm，各处理间差异显著。这是因为高密度下植株群体密闭，下部通风透光性差，底部节位的花芽分化受到抑制，有效荚果多集中在中上部，导致底荚高度升高。

有效分枝数和主茎节数均随着种植密度的增加而显著降低。有效分枝数方面，D1处理最多，为2.5个，D4处理最少，为1.0个，各处理间差异显著；主茎节数方面，D1处理为17.90个，D4处理为13.80个，两者差异显著，但D2和D3处理间差异不显著。这是因为高密度条件下，植株营养生长受到抑制，分枝萌发和生长受阻，主茎节数也随之减少，从而形成紧凑的株型，以适应群体生长环境。

表2 不同种植密度对大豆农艺性状的影响

种植密度 (万株 / hm ²)	株高 (cm)	茎粗 (mm)	扁荚高度 (cm)	有效分枝数 (个)	主茎节数 (个)
D1 (18)	56.4 ± 2.1d	10.10 ± 0.32a	8.45 ± 0.51d	2.5 ± 0.3a	17.90 ± 0.65a
D2 (23)	65.7 ± 2.3c	8.95 ± 0.28b	10.82 ± 0.48c	1.8 ± 0 T	16.35 ± 0.58b
D3 (28)	78.6 ± 2.5b	7.68 ± 0.25c	15.63 ± 0.55b	1.3 ± 0.2c	15.42 ± 0.52b
D4 (33)	84.3 ± 2.7a	6.05 ± 0.21d	22.00 ± 0.62a	1.0 ± 0.1d	13.80 ± 0.49c

(三) 大豆农艺性状与产量的相关性分析

为明确大豆农艺性状与产量之间的关系，对各农艺性状与产量进行 Pearson 相关性分析（表4）。结果表明，单株有效荚数、单株粒数、百粒重与产量呈显著正相关（P<0.05），相关系数分别为0.923、0.908、0.876，说明这三个性状是影响大豆产量的主要正向因素，单株有效荚数和单株粒数越多、百粒重越大，大豆产量越高。

株高与产量呈显著负相关（P<0.05），相关系数为-0.852，说明株高过高会导致产量降低，这是因为株高过高时，植株茎秆纤细，抗倒伏能力下降，同时养分更多分配到营养生长，生殖生长受到抑制，导致产量降低。茎粗与产量呈显著正相关（P<0.05），相关系数为0.835，说明茎粗越粗，植株长势越健壮，抗倒伏能力越强，有利于养分运输和积累，从而提高产量。

有效分枝数、主茎节数与产量呈显著正相关（P<0.05），相关系数分别为0.798、0.765，说明有效分枝数和主茎节数越多，植株的生殖生长空间越大，有效荚果数量越多，进而提高产量。底荚高度与产量呈显著负相关（P<0.05），相关系数为-0.721，说明底荚高度过高时，植株底部通风透光性差，有效荚果数量减少，导致产量降低^[9]。

表4 大豆农艺性状与产量的相关性分析

性状	株高	茎粗	底荚高度	有效分枝数	主茎节数	单株有效荚数	单株粒数	百粒重	产量
株高	1.000	-0.887	0.912	-0.824	-0.789	-0.896	-0.875	-0.843	-0.852
茎粗	-0.887	1.000	-0.856	0.867	0.832	0.898	0.872	0.851	0.835
底荚高度	0.912	-0.856	1.000	-0.801	-0.776	-0.865	-0.842	-0.813	-0.721
有效分枝数	-0.824	0.867	-0.801	1.000	0.903	0.931	0.915	0.887	0.798
主茎节数	-0.789	0.832	-0.776	0.903	1.000	0.892	0.878	0.856	0.765
单株有效荚数	-0.896	0.898	-0.865	0.931	0.892	1.000	0.967	0.924	0.923
单株粒数	-0.875	0.872	-0.842	0.915	0.878	0.967	1.000	0.935	0.908
百粒重	-0.843	0.851	-0.813	0.887	0.856	0.924	0.935	1.000	0.876
产量	-0.852	0.835	-0.721	0.798	0.765	0.923	0.908	0.876	1.000

注：*表示 P<0.05，显著相关；**表示 P<0.01，极显著相关。

三、讨论与结论

种植密度是影响大豆生长发育和产量形成的关键栽培因子，其通过调控群体结构，影响田间光照、水分和养分的分配，进而改变大豆农艺性状和产量。本试验结果表明，随着种植密度的增加，大豆株高显著升高，茎粗、有效分枝数、主茎节数显著降低，这与李效朋等研究结果一致，主要是因为高密度条件下，植株间竞争加剧，为争夺光照资源，植株会通过伸长生长提高株高，同时养分分配向营养生长倾斜，导致茎粗减小、分枝减少，形成紧凑的株型以适应群体环境^[10]。底荚高度随种植密度增加而升高，这是因为高密度下群体密闭，下部通风透光性差，底部花芽分化受到抑制，有效荚果集中在中上部，与相关研究结论相符。

产量方面，本试验中大豆产量呈现先升高后降低的趋势，适宜种植密度（D3，28万株/hm²）下产量最高，这是因为适宜密度能够协调个体生长与群体发育，使群体结构合理，既保证了足够的群体数量，又能使个体得到充足的光照、水分和养分，促进生殖生长，增加群体有效荚数，从而提高产量。当密度过低（D1，

18万株/hm²)时,群体数量不足,虽然个体生长健壮,单株产量较高,但群体总产量较低;当密度过高(D4,33万株/hm²)时,植株间竞争激烈,个体生长受到抑制,单株有效荚数、单株粒数和百粒重显著降低,群体有效荚数减少,导致产量下降,这与Weaver等提出的“密度与产量存在阈值效应”的结论一致。

相关性分析表明,单株有效荚数、单株粒数、百粒重、茎粗、有效分枝数、主茎节数与产量呈显著正相关,株高、底荚高度与产量呈显著负相关,说明这些农艺性状是影响大豆产量的重要因素。其中,单株有效荚数与产量的相关系数最高,是影响产量的核心因素,这与相关研究结果一致,表明通过调控种植密

度,优化单株有效荚数等产量构成因素,可实现大豆高产。

本试验仅以圣豆16号为材料,在山东省嘉祥县试验基地进行,试验结果具有一定的地域性和品种特异性。不同大豆品种的耐密性存在差异,且不同地区的气候、土壤条件也会影响大豆对种植密度的响应,因此,后续应扩大试验品种范围,在不同生态区域开展试验,进一步验证适宜种植密度,为大豆新品种的规范化栽培提供更全面的科学依据。同时,可结合施肥、播期等其他栽培措施,开展多因子试验,探究不同栽培措施对大豆产量和农艺性状的交互影响,构建大豆高产优质栽培技术体系。

参考文献

[1] 曾凯,柴语潼,牛静,等. 区域试验中不同种植密度大豆品种产量与农艺性状相关性分析 [J]. 大豆科技, 2025, (04): 29-34.

[2] 蔺玉军,任红晓,胡吉水,等. 不同种植密度对玉米新品种纪元168农艺性状及产量的影响 [J]. 农业科技通讯, 2024, (04): 45-47.

[3] 钟林,李润,龙永昌,等. 不同环境、种植密度对玉米新品种凉单14农艺性状和产量的影响 [J]. 农业科技通讯, 2022, (10): 72-75.

[4] 王致云,李永鹏. 不同种植密度对玉米新品种翔玉18主要农艺性状及产量的影响 [J]. 农业科技通讯, 2022, (02): 71-73.

[5] 李成焕,郭俊红,程相武,等. 种植密度对不同玉米新品种农艺性状和产量性状的影响 [J]. 现代农业科技, 2021, (13): 24-27.

[6] 樊海潮,张继雨,王俊涛,等. 种植密度对大豆新品种产量及农艺性状的影响 [J]. 山东农业科学, 2020, 52 (02): 38-42.

[7] 王晓乐,侯兴松,高伟德. 种植密度对不同玉米新品种农艺性状及产量的影响 [J]. 农业科技通讯, 2017, (07): 61-63.

[8] 叶翠玉,张春原,张华生. 不同种植密度对玉米新品种京农科728主要农艺性状及产量的影响 [J]. 中国种业, 2015, (01): 50-51.

[9] 陈海军. 不同种植密度对早熟玉米新品种边单3号产量和农艺性状的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 2011, (03): 35-36.

[10] 陆建勋,邓展云,刘晓静,等. 不同种植密度对桂糖系列甘蔗新品种农艺性状及产量的影响 [J]. 广西农业科学, 2010, 41 (11): 1170-1172.