

密度对高产春大豆生长动态及干物质积累分配的影响^{*}

章建新¹ 翟云龙² 薛丽华¹

(1. 新疆农业大学农学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 塔里木大学植物科技学院, 阿拉尔 843300)

摘要 以黑农 41 为材料研究了种植密度对高产春大豆株高、叶面积指数、光合势、干物质积累分配及产量的影响。结果表明: 随密度的增加, 株高、最大叶面积指数及光合势呈上升趋势, 处理间光合势在鼓粒期差异最大, 处理间群体干物质积累量的差异主要出现在鼓粒后; 提高鼓粒期群体的光合势, 增加鼓粒期间的物质生产是实现大豆高产的关键。以 45 万株/hm² 处理产量最高 (5547.81 kg/hm²), 干物质积累总量为 14663.1 kg/hm²。

关键词 春大豆; 密度; 生长动态; 干物质积累

中图分类号 S 565.104.7 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2006)01-0001-05

新疆气候条件独特, 近年出现了大豆高产纪录^[1], 前人对大豆生长发育规律已有较多研究^[2-5], 但对这种高产条件下大豆的生长发育规律缺乏系统研究^[6], 本文通过对新疆不同密度高产群体大豆生长动态及干物质积累与分配进行研究, 以期新疆大豆高产栽培提供一些理论依据。

1 材料和方法

试验于 2003~2004 年在新疆农业大学试验农场进行, 两年结果基本一致, 现用 2004 年数据进行分析。试验地土壤为壤土, 有机质 65.3 g/kg, 速效氮 70.3 mg/kg, 速效磷 48.9 mg/kg, 速效钾 266.6 mg/kg。

试验地区 5 月至 9 月 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 3016.6 $^{\circ}\text{C}$, 同期的日照时数为 1448.9 h, 降雨量为 263.5 mm, 无霜期 152 d 左右。

1.1 供试材料

供试品种黑农 41。

1.2 试验设计

本试验设 22.5 万株/hm²、30 万株/hm²、37.5 万株/hm²、45 万株/hm²、52.5 万株/hm²、60 万株/hm² 6 种密度。田间按随机区组设计, 3 次重复, 0.4 m 等行距种植, 行长 5 m, 每小区 7 行, 小区面积

14 m²。始花期施尿素 225 kg/hm², 整个生育期灌水 5 次, 4 月 11 日播种, 8 月 20 日收获。

1.3 测定方法

田间每处理固定 5 株, 从始花期开始, 每隔 15 d 测 1 次株高。每隔 15 d 取样 1 次, 每次所取的样品, 将子叶节以上部分各器官分开烘干称重, 叶面积测定采用干重法。成熟期每小区实收中间 5 行 8 m² 计产, 然后将其折算成 kg/hm²。同时每小区选取具代表性 15 株考种。

2 结果与分析

2.1 密度对春大豆株高动态变化的影响

株高是大豆植株的重要性状之一, 株高与结英习性和抗倒伏性关系较密切。不同密度下株高生长趋势一致(图 1), 生长初期不同密度间差异很小, 开花以后株高生长迅猛, 随着密度的加大, 株高显著增加, 株高与种植密度呈极显著正相关关系 ($r = 0.990^{**}$)。密度从 22.5 万株/hm² 增加到 60.0 万株/hm², 株高增加了 45.35%。

2.2 密度对春大豆叶面积指数和光合势的影响

不同密度下高产春大豆叶面积指数的发展过程大致呈单峰曲线。各处理大约在始粒期出现高峰, 而后呈下降趋势。各生育时期叶面积指数随密度增

* 收稿日期: 2005-07-08

基金项目: 新疆维吾尔自治区高校科研项目(XJEDU2004G07); 新疆维吾尔自治区科技兴农办项目。

作者简介: 章建新(1962-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事作物栽培生理教学和科研工作。

加则呈增加趋势(图2)。叶面积指数峰值出现的52.5万株/hm²和60万株/hm²,分别为6.09和6.26,30万株/hm²、37.5万株/hm²和45万株/hm²

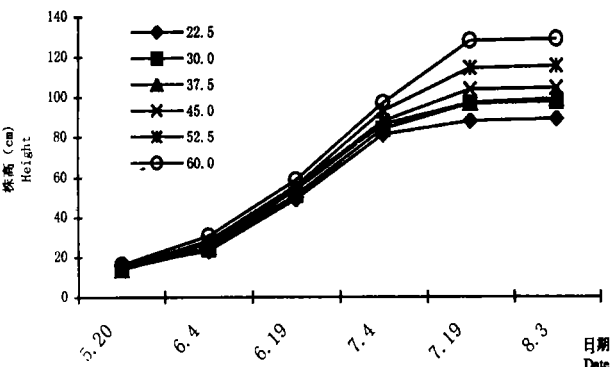


图1 不同密度下春大豆株高动态变化

Fig. 1 The changing trends of height of spring soybean in different density

光合势是表示群体光合性能的重要参数。不同密度下春大豆光合势(图3),随着生育进程的推进,各处理光合势逐渐增加,到鼓粒期达最大值,此后迅速下降。

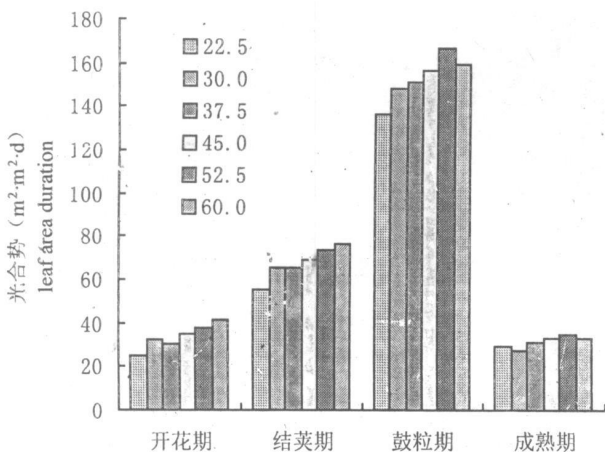


图3 不同密度下春大豆各生育时期光合势动态

Fig. 3 The changing trends of leaf area duration of spring soybean in different density

2.3 密度对春大豆干物质积累的影响

不同密度下春大豆各生育阶段的单株干物质积累(表1),随密度的增加呈减小趋势。生育前期干物质积累量较少,积累速率也较低。随着生育进程的推进,干物质积累速率逐渐加快,45万株/hm²和52.5万株/hm²二处理在成熟期达最大值,其它处理鼓粒期达最大值。阶段最大积累量和最大日积累量有随

的最大叶面积指数相差不大,分别为5.53、5.58和5.67;22.5万株/hm²的最大叶面积指数出现较晚,且最小,为4.81,趋势平缓。

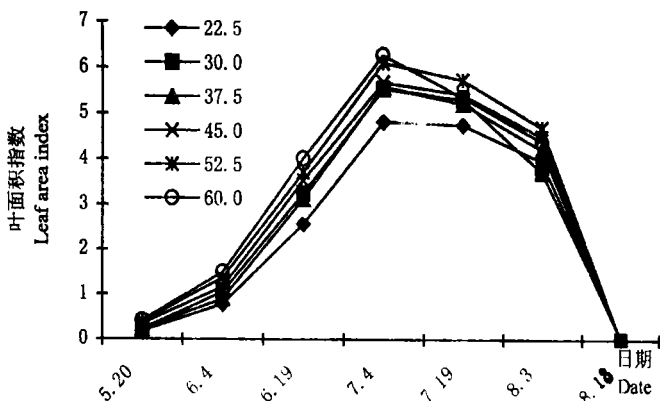


图2 不同密度下春大豆叶面积指数动态

Fig. 2 The changing trends of LAI of spring soybean in different density

各生育时期光合势随密度大体呈增加趋势,并且各处理间以鼓粒期光合势差异最大,其中以52.5万株/hm²处理的光合势最大。因此,保证鼓粒期的高光合势是高产的基础。

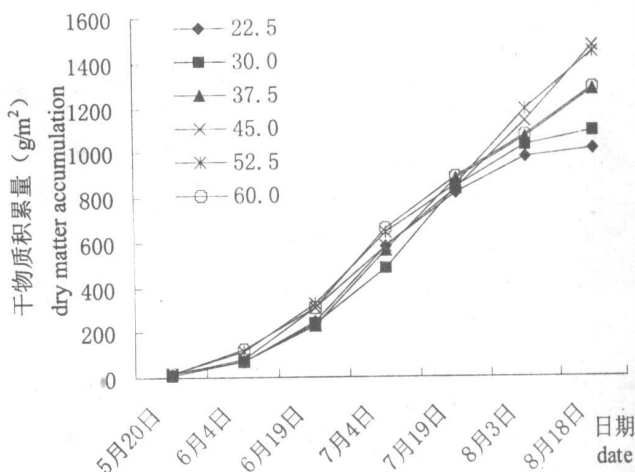


图4 不同密度下春大豆单位面积干物质积累动态

Fig. 4 The changing trends of dry matter accumulation of spring soybean in different density

密度增加而减小的趋势,密度从22.5万株/hm²增加到60万株/hm²,阶段最大积累量和最大日积累量均降低了61.98%。45万株/hm²和52.5万株/hm²二处理成熟期干物质积累量占全生育期总积累量的比例大于其它处理。各处理的单位土地面积总干物质积累量在鼓粒期前差异不大,此后差异逐渐增大,最终的干物质积累量随密度的增加而增加,以

表 1 不同密度下春大豆单株干物质积累状况(单位: g)

Table 1 The dry matter accumulation status of spring soybean in different plant density

生育时期	密度(万株/hm ²)	22. 5	30. 0	37. 5	45. 0	52. 5	60. 0
Stage of growing	Density(10 ⁴ plants per hm ²)						
苗期 Seedling	阶段积累 Phase accumulation	0. 460	0. 436	0. 491	0. 433	0. 407	0. 355
	占总量 Percent of gross	1. 023	1. 196	1. 444	1. 329	1. 486	1. 661
	日积累 Accumulation per day	0. 018	0. 017	0. 019	0. 017	0. 016	0. 014
开花期 Flowering	阶段积累 Phase accumulation	2. 750	1. 947	1. 465	1. 261	1. 689	1. 732
	占总量 Percent of gross	6. 114	5. 339	4. 306	3. 870	6. 164	8. 097
	日积累 Accumulation per day	0. 183	0. 130	0. 098	0. 084	0. 113	0. 115
结荚期 Podding	阶段积累 Phase accumulation	7. 560	5. 533	4. 113	5. 188	4. 116	2. 983
	占总量 Percent of gross	16. 807	15. 171	12. 089	15. 923	15. 021	13. 945
	日积累 Accumulation per day	0. 504	0. 369	0. 274	0. 346	0. 274	0. 199
鼓粒期 G raining	阶段积累 Phase accumulation	25. 413	20. 168	17. 450	11. 643	10. 066	9. 662
	占总量 Percent of gross	56. 496	55. 300	51. 291	35. 734	36. 734	45. 169
	日积累 Accumulation per day	0. 847	0. 672	0. 582	0. 388	0. 336	0. 322
成熟期 Maturity	阶段积累 Phase accumulation	8. 789	8. 374	10. 488	14. 044	11. 109	6. 642
	占总量 Percent of gross	19. 539	22. 961	30. 828	43. 103	40. 541	31. 051
	日积累 Accumulation per day	0. 293	0. 279	0. 350	0. 468	0. 370	0. 221

表 2 不同密度下春大豆各生育期的物质分配(单位: g)

Table 2 The spring soybean matter distribution of different stage in different plant density

生育时期	密度(万株/hm ²)	22. 5	30. 0	37. 5	45. 0	52. 5	60. 0
Stage of growing	Density(10 ⁴ plants per hm ²)						
苗期 Seedling	干物质重 Dry matter weight	0. 460	0. 436	0. 490	0. 433	0. 407	0. 354
	叶 Leaf	0. 334	0. 311	0. 351	0. 300	0. 290	0. 255
	柄 Stipe	0. 040	0. 033	0. 040	0. 036	0. 035	0. 031
	茎 Stem	0. 086	0. 092	0. 099	0. 097	0. 082	0. 068
开花期 Flowering	干物质重 Dry matter weight	3. 211	2. 382	2. 057	2. 034	1. 938	1. 701
	叶 Leaf	2. 000	1. 546	1. 248	1. 254	1. 251	1. 061
	柄 Stipe	0. 421	0. 279	0. 253	0. 238	0. 221	0. 218
	茎 Stem	0. 790	0. 557	0. 556	0. 542	0. 466	0. 422
结荚期 Podding	干物质重 Dry matter weight	10. 771	7. 915	6. 882	6. 210	6. 068	5. 070
	叶 Leaf	5. 301	3. 800	3. 317	3. 000	2. 888	2. 296
	柄 Stipe	2. 021	1. 427	1. 323	1. 198	1. 192	1. 030
	茎 Stem	3. 344	2. 591	2. 142	1. 964	1. 946	1. 723
鼓粒期 G raining	英 Pod	0. 105	0. 097	0. 100	0. 048	0. 042	0. 021
	干物质重 Dry matter weight	36. 185	28. 083	23. 519	17. 524	15. 877	15. 531
	叶 Leaf	10. 261	7. 995	6. 429	4. 807	4. 675	4. 637
	柄 Stipe	4. 461	3. 526	2. 978	2. 080	2. 328	2. 432
成熟期 Maturity	茎 Stem	9. 188	7. 050	6. 150	4. 012	4. 662	4. 612
	英 Pod	12. 275	9. 512	7. 962	6. 625	4. 212	3. 850
	干物质重 Dry matter weight	32. 220	27. 800	26. 680	25. 420	20. 780	15. 340
	茎 Stem	6. 320	5. 880	5. 640	5. 720	5. 280	4. 380
	英皮 Pod	7. 500	6. 660	6. 240	5. 700	4. 460	3. 140
	粒 Seed	18. 400	15. 260	14. 800	14. 000	11. 040	7. 820

45 万株/hm² 和 52.5 万株/hm² 处理最大, 再增加密度则呈下降趋势 (图 4)。

2.4 密度对春大豆干物质阶段分配的影响

对不同密度处理各生育阶段干物质在不同器官间的分配进行了统计, 结果如表 2 所示。由表可以看出, 生育前期密度对各器官干物质积累量的影响不太明显, 开花后, 各器官干物质积累量随密度增加而减小。苗期、开花期干物质主要分配给叶片, 22.5 万株/hm² 处理叶片所占比例高达 72.61%; 结荚期茎、叶柄的营养物质分配开始上升, 同时荚出现和增大, 表现出了大豆植株生长中心的转移, 开始由叶转向茎及叶柄进而向荚的过渡; 鼓粒期叶片、茎、叶柄所占比率均大幅度下降, 而荚所占比重大幅上升, 显示该时期的物质分配中心已经转移到荚上, 主要用于荚果的生长。开花期以前, 密度对单株干物质在

植株不同部位分配比率影响不大。结荚期以后, 随着密度的增加, 单株叶片所占比率有减小的趋势, 茎及叶柄所占比重有增大的趋势, 荚粒所占比率也有减小的趋势。

2.5 密度对春大豆产量及构成因素的影响

密度对春大豆产量性状的影响(表 3), 低密度处理 22.5 万株/hm² 个体指标均明显高于其它处理, 高密度处理 60 万株/hm² 最低, 随着密度的增加, 单株有效结荚数、粒数、籽粒重减少的幅度均呈下降的趋势, 三项指标总的减少幅度分别为 64.35%、63.55%和 63.72%。在本试验条件下, 百粒重与种植密度关系不显著。随种植密度的增加, 籽粒产量逐渐增加, 到 45 万株/hm² 达到最大值, 而后随密度的增加又逐渐减小, 45 万株/hm² 处理比 22.5 万株/hm² 处理增加了 20.73%。

表 3 不同密度下春大豆产量及构成因素

Table 3 The yield and its constitute factors of spring soybean in different plant density

密度(万株/hm ²) Density (10 ⁴ plants per ha)	单株荚数(个) Pods number per plant	单株粒数(个) Grains number per plant	单株籽粒重(g) Seeds weight per plant	百粒重(g) 100 seeds weight	产量(kg/hm ²) Yield (kg/hm ²)
22.5	56.33A	140.29A	26.60A	19.79A	4595.21
30.0	39.33B	99.62B	18.98B	19.78A	4724.30
37.5	35.00BC	90.04B	16.88B	19.33A	5156.40
45.0	27.58CD	70.58C	13.32C	19.31A	5547.81
52.5	24.50D	61.12CD	11.69CD	19.32A	5273.17
60.0	20.08D	51.13D	9.65D	19.46 A	4795.59

注: LSD 法, a=0.01。 Note: LSD method, a=0.01.

3 讨论

密度通过影响株高、群体叶面积指数、光合势等的动态变化, 进而影响到群体的干物质积累和最终的产量形成。春大豆高产条件下, 在 22.5~60.0 万株/hm² 范围内, 随着密度增加, 株高、最大叶面积指数及光合势均呈现增加趋势; 干物质积累随密度增加先增加至 45.0~52.5 万株/hm² 达最大值 (为 14663.1kg/hm²), 而后下降; 最高产量 (为 5547.81 kg/hm²) 的密度为 45.0 万株/hm² 左右。

作物经济产量= 花后光合积累量+ 花前贮藏物质× 花前物质的再分配率^[7], 揭示了作物产量主要决定于花后光合生产积累能力的本质。不同密度群体春大豆的光合势鼓粒期达最大值, 各处理间的差异此期也最大, 此后降低, 其差异也变小, 这与各处

理之间的干物质积累在鼓粒期以前差异不大, 在鼓粒期以后差异逐渐增大相一致。因此, 提高大豆的产量的关键是在提高鼓粒期群体光合势, 即在较高的叶面积指数的基础上, 进一步延长叶片的功能期。本研究中, 鼓粒期群体光合势最大的密度(52.5 万株/hm²) 高于最高产量的密度(45 万株/hm²)。这可能是由于种植密度进一步增大, 降低了群体光合速率的缘故。有关种植密度对高产春大豆群体光合速率的影响及如何提高大豆鼓粒期间物质生产能力有待进一步研究。种植密度对春大豆干物质积累分配的影响主要体现在生育中后期, 随着种植密度的增加, 群体结构有变劣的趋势, 导致个体生长量减少、叶片过早脱落、茎秆所占比重偏大的趋势, 种植密度过大常常会出现倒伏现象。在 7 月中旬连续出现 1 周 40℃以上高温天气, 可能对研究结果产生了一定的影响。

参 考 文 献

1

罗赓彤. 新大豆 1 号和石大豆 1 号高产纪录的创造[J] . 大豆科学, 2001, 20(4) : 272 – 273.

2

邓贵仁, 侯敏. 大豆不同株型干物质积累动态与产量的关系[J] . 大豆科学, 1996, 15(3) : 269 – 273.

3

张敬涛. 密植条件下矮秆大豆合交 9525 – 1 生育动态分析[J] . 黑龙江农业科学, 2000, (3) : 9 – 11.

4

刘丽君, 祖伟, 张瑞忠. 大豆窄行平播密植条件下的干物质积累规律[J] . 东北农业大学学报, 2000, 31(1) : 26 – 31.

5

A. C. Carpenter, J. E. Board. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations[J] . Crop Science, 1997, 37(5) : 1520 – 1526.

6

章建新, 倪丽, 翟云龙. 施氮对高产春大豆氮素吸收分配的影响[J] . 大豆科学, 2005, 24(1) : 38 – 42.

7

凌启鸿. 作物群体质量[M] . 上海, 上海科学技术出版社, 2000.

EFFECT OF PLANT DENSITY ON GROWTH TENDENCY, DRY MATTER ACCUMULATION AND DISTRIBUTION IN HIGH YIELD SPRING SOYBEAN

Zhang Jianxin¹ Zhai Yunlong² Xue Lihua¹

(1. College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, 830052;
2. College of Plant Science and Technology, Tarim University, Alaer, 843300)

Abstract The effect of plant density on the changing trends of plant height and leaf area index(LAI), leaf area duration, dry matter accumulation and distribution, yield of Heinong41 were studied under the condition of high yield in Xinjiang in this experiment. The result showed that plant height, LAI and leaf area duration were heightened along with the increase of density. The difference of leaf area duration of different managements was the largest while podding. The colony accumulation difference of different managements appeared after podding. Improving the leaf area duration of colony and increasing the matter product while podding are the key for obtaining high yield of soybean. The comprehensive performance of 45×10^4 plants per hm^2 was the best, with the yield of 5547. 81kg per hm^2 and dry matter accumulation of 14663. 1 kg per hm^2 .

Key words Spring soybean; Plant density; Growth tendency; Dry matter accumulation