

密度和施肥量对杂交棉产量及其构成因素的影响

杨健, 黄鑫, 罗新宁* (塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300)

摘要 以新疆阿克苏一杆旗乡试验站 2017 年度杂交棉 3414 田间试验数据为依据, 研究密度、氮肥和磷肥施用量对杂交棉产量及其构成因素的影响。结果表明, 加大种植密度可显著提高产量, 杂交棉的产量构成与氮、磷的吸收量具有协同效应, 但密度过量增加, 氮、磷投入过多改变了棉田的群体结构, 导致棉铃早衰, 造成产量及其构成因素呈负增长。当种植密度为 28.5 万株/hm²、尿素施用量为 750 kg/hm²、磷肥施用量为 337.5 kg/hm² 时, 豫杂 37 号能获得较好的产量结构。

关键词 杂交棉; 密度; 氮肥; 磷肥; 产量

中图分类号 S562 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)09-0053-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.09.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Density and Fertilization Amount on Yield and Its Component Factors of Hybrid Cotton
YANG Jian, HUANG Xin, LUO Xin-ning (College of Plant Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract Based on the field test data of hybrid cotton in 3414 test in 2017 at Yiganqi Township test station in Aksu of Xinjiang, we studied the effects of density, nitrogen and phosphorus fertilizer amount on the yield and its component factors of hybrid cotton. The results showed that increasing the planting density had a significant effects on the increase of yield, and the yield composition of hybrid cotton had a synergistic effect with the absorption of nitrogen and phosphorus. However, the excessive increase of density and the over input of nitrogen and phosphorus changed the population structure of cotton field, reduced the photosynthetic capacity, led to the premature senescence of cotton boll, and caused negative growth of yield and its component factors. When the planting density was 285 000 plants/hm², the urea application was 750 kg/hm² and the phosphorus application was 337.5 kg/hm², Yuza 37 could get a better yield structure.

Key words Hybrid cotton; Density; Nitrogen; Phosphorus; Yield

棉花是当今世界上需求量较多的经济作物,也是纺织工业不可或缺的主要原料。受到植棉区向西北迁移的影响,棉花产区面积降低,因此其节本增效栽培手段需要进一步摸索。西北内陆气候环境条件特殊,干旱、盐碱等在极大程度上限制了西北内陆棉花产区的生产力,利用合理的栽培手段打破局限是关键。经过长久发展,新疆植棉很早就具有了“早、密、矮、膜”的技术特色,密植是新疆棉花增产的主要途径,但并不意味着栽培密度越大收获的产量就越高,合理密植才是植棉增产的技术关键。棉花高密度种植模式的出现给棉花生产再夺高产能带来了希望和可能^[1]。目前,各种先进植棉技术在棉花生产上广泛应用起来,棉花的单产水平也随之不断提高,栽培技术在总增产份额中占比 35%^[2]。在生产上,不仅密度对产量有影响,施肥处理对棉花增产效果也很明显。在适当的范围内,随着施氮量的增多,棉花产量呈增高的趋势^[3],过量的追施氮肥虽然会使棉花在花铃期间扩大叶面积和冠层对光能的截获率,但同样会使棉花后期叶面积指数迅速下降^[4]。李春燕等^[5]在研究探索密度与氮肥对机采棉叶铃分布的影响及与产量的关系时,指出在同一种栽培密度下,随着施氮量的增加,单株结铃数、单铃重、衣分、籽棉产量、皮棉产量均呈上升趋势。在新疆南疆棉区,棉花合理栽培密度与当地气候、棉花品种、土壤条件及管理栽培措施等相关。而在实际生产当中,棉花种植户为了提高产量,除了调节种植密度,往往都不会考虑施肥量的投入和对周边

环境所带来的影响。因此,在杂交棉大面积推广之前必须在当地进行密度及相应的高产栽培技术措施的摸索。为充分发掘南疆光照和热量资源潜力,发挥杂交棉的杂种优势,笔者进行了杂交棉密度和施肥措施的研究,探索密度、氮肥和磷肥施用量对杂交棉产量及其构成因素的影响,为良种良法配套、实现南疆棉花持续高产稳产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为豫杂 37 号。

1.2 试验方法 试验于 2017 年在新疆阿克苏市一杆旗乡进行,共设密度、氮肥、磷肥 3 个因素,采用 3414 试验设计,试验设置 14 个处理,每处理重复 3 次。通过探索 3 因素的不同组合对杂交棉生物性状、产量和品质的影响,筛选出适合南疆生态条件的杂交棉密度、施肥措施,以充分发挥杂交优势,实现皮棉单产 2 700 kg/hm² 的目标。试验于 4 月 24 日播种,采用人工穴播,播种配置方式(20+40+20+60) cm×10 cm,密度分别为 16.5 万、22.5 万、28.5 万、34.5 万株/hm²,肥料配置方案见表 1。试验过程中,在关键生育时期进行形态指标和植株干物质及养分测定,在收获期调查产量构成因素,同时进行棉花品质分析。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 农艺性状 收获期从每个小区选择连续 10 株长势均匀的棉株,测定果枝长度,果枝结铃数(1~3 台果枝结铃为棉花下部铃,4~6 台果枝结铃为棉花中部铃,7 台果枝及以上的结铃为棉花上部铃)。

1.3.2 产量及其构成因素 吐絮初期在每个小区测量记录 6.67 m² 内的棉花株数与结铃数,选择具有代表性的棉株,采摘棉株上部、中部、下部正常吐絮棉花各 50 朵,测定单铃重和衣分。

基金项目 棉花生物学国家重点实验室开放课题(CB2016A17)。
作者简介 杨健(1997—),男,新疆阿克苏人,硕士研究生,研究方向:旱区作物高产优质高效栽培理论与技术。*通信作者,副教授,博士,硕士生导师,从事旱区作物高产优质高效栽培理论与技术研究。
收稿日期 2020-02-17

1.4 数据统计与分析 采用 Excel 软件对试验数据进行初步统计和整理分析。

表 1 密度、氮肥、磷肥 3 因素 3414 试验方案设计
Table 1 Design of density, N and P application amounts in 3414 test

处理编号 Treatment code	密度 Density 万株/hm ²	尿素 Urea kg/hm ²	P ₂ O ₅ kg/hm ²
1	16.5	750	337.5
2	22.5	750	337.5
3	28.5	750	337.5
4	34.5	750	337.5
5	28.5	450	337.5
6	28.5	600	337.5
7	28.5	900	337.5
8	28.5	750	112.5
9	28.5	750	225.0
10	28.5	750	450.0
11	22.5	600	337.5
12	22.5	750	225.0
13	28.5	600	225.0
14	16.5	450	112.5

2 结果与分析

2.1 密度对杂交棉产量及其构成因素的影响 由表 2 可知,尿素用量为 750 kg/hm² 时,杂交棉产量随着密度的增长而增加,当密度增加到一定程度时,又随着密度的增加产量逐渐下降。当尿素用量为 750 kg/hm² 时,由密度与产量的数据结果模拟出密度、产量的二次方程 $y = -7\,719.76 + 1\,066.28x - 19.47x^2$ 。从方程可以推出,当密度为 27.38 万株/hm² 时,杂交棉可获得较高产量,为 6 881.3 kg/hm²。

表 2 密度对杂交棉产量及其构成因素的影响
Table 2 Effects of density on the yield and its component factors of hybrid cotton

密度 Density 万株/hm ²	单株铃数 Boll number per plant 个	单铃重 Single boll weight g	衣分 Fiber yield percentage %	皮棉产量 Yield of lint cotton kg/hm ²	籽棉产量 Yield of unginned cotton kg/hm ²
16.5	5.9	5.99	0.43	2 005.2	4 663.5
22.5	5.6	6.10	0.43	2 643.9	6 148.8
28.5	5.2	6.01	0.44	3 135.2	7 125.5
34.5	4.2	5.01	0.44	2 555.3	5 807.6

2.2 氮肥施用量对杂交棉产量及其构成因素的影响 氮肥的施用对杂交棉的产量的形成具有决定性的影响。从表 3 可以看出,当杂交棉种植密度为密度 28.5 万株/hm² 时,随着氮肥施用量的增加,单铃重呈增加的趋势。杂交棉有生长旺盛的特点,必须保证大量的养分供应才能维持强烈的生长势,因此氮肥施用量比常规棉大。密度为 28.5 万株/hm² 时,氮肥用量与产量拟合方程为 $y = 3\,602.68 + 11.04x - 0.008\,3x^2$,从方程可以推出,当尿素施用量为 661.2 kg/hm² 时,杂交棉产量最高,为 7 253.5 kg/hm²。

2.3 磷肥施用量对杂交棉产量及其构成因素的影响 从表 4 可以看出,当杂交棉密度为 28.5 万株/hm² 时,磷肥的施用同样可使单铃重增加,但对杂交棉单株结铃数和衣分的影响

不显著。磷肥的施用量和产量之间的关系可以拟合为 $y = 6\,143.049\,1 + 6.36x - 0.009\,8x^2$,从方程可以推出,当磷肥施用量为 324.8 kg/hm² 时,杂交棉产量最高,为 7 175.9 kg/hm²。

表 3 氮肥施用量对杂交棉产量及其构成因素的影响
Table 3 Effects of N application amount on the yield and its component factors of hybrid cotton

尿素用量 Urea appli- cation amount kg/hm ²	单株铃数 Boll number per plant 个	单铃重 Single boll weight g	衣分 Fiber yield percentage %	皮棉产量 Yield of lint cotton kg/hm ²	籽棉产量 Yield of unginned cotton kg/hm ²
450	5.3	5.71	0.44	3 036.0	6 900.0
600	5.4	5.82	0.45	3 224.5	7 165.6
750	5.2	6.11	0.44	3 187.4	7 244.0
900	5.2	5.70	0.44	2 973.5	6 757.9

表 4 磷肥施用量对杂交棉产量及其构成因素的影响
Table 4 Effects of P application amount on the yield and its component factors of hybrid cotton

磷肥用量 P applica- tion amount kg/hm ²	单株铃数 Boll number per plant 个	单铃重 Single boll weight g	衣分 Fiber yield percentage %	皮棉产量 Yield of lint cotton kg/hm ²	籽棉产量 Yield of unginned cotton kg/hm ²
112.5	5.2	5.70	0.45	3 041.1	6 757.9
225.0	5.3	5.80	0.45	3 153.9	7 008.7
337.5	5.2	6.11	0.44	3 187.4	7 244.0
450.0	5.3	5.79	0.45	3 149.6	6 999.1

3 结论与讨论

棉花不同生育阶段对养分的需求和分配不同,前期主要是以促进棉花的生长发育为主,后期棉花吸收氮、磷、钾的效果对于产量及其构成因素至关重要^[6]。但过量使用氮肥一方面会造成棉株奢侈吸收、营养生长过旺,导致贪青晚熟、产量明显下降;另一方面,大水漫灌可能使氮淋洗到土壤深层,造成环境污染。棉株不同部位的成铃分布及其所占经济产量的份额与铃重存在一定的相关关系,并与最终产量密切相关^[7]。在该研究条件下,随着密度、氮施用量、磷施用量的增加,杂交棉产量及其构成因素均呈线性增高,但过量时会产生抑制作用,后期棉铃吸肥量过多,造成贪青晚熟、产量降低。

高密度会造成各果枝,尤其是下部果枝营养早衰、铃重降低,这与高密度群体叶面积过大、冠层通风透光差,特别是群体下部隐蔽等息息相关,从而严重影响群体下部叶片的光合作用,使其下部棉铃有机养分供应不足。在盛铃期以前,随着种植密度的增加,叶面积指数增大,冠层对光能的截获率增加,群体光合速率明显增强^[8]。在一定范围内,单位面积的群体产量会随栽培密度、总铃数的增加呈直线增长趋势,但单株结铃数却随着栽培密度的增加而减少^[9-10]。该研究结果显示,种植密度对杂交棉产量的形成有显著影响,随着种植密度的增加,单铃重和衣分随之增加,而当密度超过一定范围时,可能由于棉株之间的养分竞争、空间过于密闭、冠层结构通风效果差、群体间光合作用能力降低,导致群体

(下转第 58 页)

变化能用一元二次方程拟合,但由于袋料中棉籽壳的占比也在下降;而用棉秆^[15]、稻壳^[16]等其他有机物料替代棉籽壳的试验表明,完全替代可能不利于食用菌的生长。此外,在该试验中,秸秆袋料占比还与平菇的 Mg、Cu、P 和 K 含量呈显著或极显著负相关关系,而在笔者采用不改变培养料组分,通过喷施硒生产富硒双孢菇的试验中,也出现了喷施硒浓度与双孢菇 P 和 K 含量呈显著负相关关系的结果,说明 P 和 K 含量降低与秸秆替代棉籽壳引起的养分供应不足可能无必然的联系;而从理论上分析,硒对生物吸收养分的抑制效应应表现于其高浓度水平下,故而,根据该试验结果,还不能完全确定平菇生物量的增减是袋料中硒含量变化的效应,其内在的机制有待深入研究。研究认为,当添加硒含量为 0.52 mg/kg 的小麦秸秆替代棉籽壳时,其最佳占比以不超过袋料总重的 52.4% 为宜。

参考文献

- [1] BHATIA P, PRAKASH R, PRAKASH T. Selenium uptake by edible oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.) from selenium-hyperaccumulated wheat straw [J]. Journal of nutritional science and vitaminology, 2013, 59(1): 69-72.
- [2] BHATIA P, PRAKASH R, TEJO PRAKASH N. Enhanced antioxidant properties as a function of selenium uptake by edible mushrooms cultivated on selenium-accumulated waste post-harvest wheat and paddy residues [J]. International journal of recycling of organic waste in agriculture, 2014, 3(4): 127-132.

(上接第 54 页)

营养早衰、棉株单株结铃降低,最终降低群体产量。因此,针对杂交棉种植管理,施用合适的水肥管理措施,配合上特有的“矮、密、早”种植模式,对新疆棉植区提高肥料利用率、降低棉田生产成本、提升产量具有重要意义。

综上所述,在南疆的光热条件下,当种植密度为 28.5 万株/hm²、尿素施用量为 750 kg/hm²、重过磷酸钙施用量为 337.5 kg/hm² 时,杂交棉获得较好的产量结构和较高的产量。在此条件下,杂交棉要达到单产 2 700 kg/hm² 皮棉的产量是完全可以实现的。

参考文献

- [1] 夏永强. 棉花高产栽培密度的探讨[J]. 新疆农业科学, 2008, 45(S1): 70-71.
- [2] 毛树春. 我国棉花种植技术的应用和发展[J]. 中国棉花, 2009, 36(9):

- [3] TSIVILEVA O, PERFILEVA A. Selenium compounds biotransformed by mushrooms; Not only dietary sources, but also toxicity mediators [J]. Current nutrition & food science, 2017, 13: 82-96.
- [4] KAUR G, KALIA A, SODHI H S. Selenium biofortification of *Pleurotus* species and its effect on yield, phytochemical profiles, and protein chemistry of fruiting bodies [J]. Journal of food biochemistry, 2018, 42(2): 1-7.
- [5] 胡婷, 惠改芳, 赵桂慎, 等. 富硒食用菌研究进展 [J]. 食用菌学报, 2019, 26(1): 68-76.
- [6] 向成莲, 张驰. 高等食用真菌集硒特性研究进展 [J]. 湖北农业科学, 2019, 58(6): 5-8, 12.
- [7] 王新风, 戴传超, 蒋海龙, 等. 硒对栽培平菇产量及营养成分影响的研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(8): 91-95.
- [8] 侯江文, 祁周约, 刘斌峰, 等. 饲喂高硒玉米对山羊的毛、血、组织中含硒量的影响 [J]. 中国动物营养学报, 1993, 5(1): 64.
- [9] 刘碧容, 温海洋, 萧洪东. 富硒平菇菌种的筛选 [J]. 中国食用菌, 2007, 26(3): 14-16.
- [10] 徐暄, 顾艳, 孙其文. 硒元素对平菇液体深层发酵的影响研究 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40(31): 15121-15122.
- [11] 李华为, 铁梅, 张崑, 等. 金针菇子实体富硒栽培特性及 HPLC-ICP-MS 法对硒的分布研究 [J]. 菌物学报, 2012, 31(1): 86-91.
- [12] 鲁璐, 季英苗, 李莉蓉, 等. 不同地区、不同品种(系)小麦锌、铁和硒含量分析 [J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(5): 646-649.
- [13] 刘红恩, 李金峰, 赵鹏, 等. 施硒对冬小麦产量及硒吸收转运的影响 [J]. 麦类作物学报, 2017, 37(5): 694-699.
- [14] 唐玉霞, 王慧敏, 吕英华, 等. 冬小麦硒素吸收积累特性及叶面喷硒效应的影响 [J]. 华北农学报, 2010, 25(S1): 198-201.
- [15] 彭学文, 周廷斌, 解文强, 等. 棉柴部分代替棉籽壳栽培杏鲍菇技术研究 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44(17): 33, 119.
- [16] 张恒. 稻壳替代棉籽壳栽培平菇研究 [J]. 中国食用菌, 1998, 17(6): 15-16.

17-22.

- [3] DEVKOTA M, MARTIUS C, LAMERS J P A, et al. Tillage and nitrogen fertilization effects on yield and nitrogen use efficiency of irrigated cotton [J]. Soil & tillage research, 2013, 134: 72-82.
- [4] 张旺锋, 王振林, 余松烈, 等. 氮肥对新疆高产棉花群体光合性能和产量形成的影响 [J]. 作物学报, 2002, 28(6): 789-796.
- [5] 李春艳, 张巨松, 石洪亮, 等. 密度与氮肥对机采棉叶铃分布的影响及与产量的关系 [J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(11): 47-59.
- [6] 娄善伟, 高云光, 郭仁松, 等. 不同栽培密度对棉花植株养分特征及产量的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 953-958.
- [7] 徐娇, 孟亚利, 睢宁, 等. 种植密度对转基因棉氮、磷、钾吸收和利用的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(1): 174-181.
- [8] 张旺锋, 王振林, 余松烈, 等. 种植密度对新疆高产棉花群体光合作用、冠层结构及产量形成的影响 [J]. 植物生态学报, 2004, 28(2): 164-171.
- [9] 万素梅, 郑德明, 翟云龙, 等. 新疆棉田不同产量构成因素及棉铃空间分布特征研究 [J]. 中国棉花, 2006, 33(8): 8-9.
- [10] 曹雯梅, 刘松涛, 王汉民. 常规棉与杂交棉产量构成因素的偏相关和通径分析 [J]. 中国种业, 2006(10): 35-36.