

肥料与密度对玉米新品种郟单 21 农艺性状及产量的影响

周刚, 陈光勇, 杨虎, 李文品, 张世洪, 叶青松, 唐余成, 徐星华 (湖北省十堰市农业科学院, 湖北十堰 442000)

摘要 以玉米新品种郟单 21 为试验材料, 采用二因素随机区组设计, 主区为肥料因素(A), 副区为种植密度(B), 各设 4 个水平, 研究肥料和密度对其主要农艺性状和产量的影响。结果表明, 肥料和密度对郟单 21 的农艺性状和产量影响显著。在 4 个施肥水平中, A₃ 水平(复合肥 750 kg/hm²、尿素 450 kg/hm²) 在穗长、穗行、出籽率、千粒重、产量等方面均达到最大值。密度对穗长、穗粗、穗行、行粒数、千粒重及产量均有显著影响, 穗长、穗粗、穗行、行粒数、千粒重整体上均随密度的增高而降低, 产量却随密度的增高而逐渐增加, 当密度为 B₃ 水平(6.0 万株/hm²) 时产量最高。不同种植密度、施肥量及两者之间的互作效应, 导致产量存在显著差异。产量随种植密度和施肥量的增加而增加, 但当密度和施肥量太高时, 产量出现降低。综合考虑肥料和种植密度因子, 最佳处理组合为 A₃B₃, 即施肥量为复合肥 750 kg/hm²、尿素 450 kg/hm², 密度为 6.0 万株/hm²。

关键词 玉米; 郟单 21; 肥料; 种植密度; 农艺性状; 产量

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)24-0030-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Fertilizer and Planting Density on Agronomic Characters and Yield of New Maize Variety Yundan 21

ZHOU Gang, CHEN Guang-yong, YANG Hu et al (Shiyan Academy of Agricultural Sciences, Shiyan, Hubei 442000)

Abstract The new maize variety Yundan 21 was used as the experimental material, and a two-factor random block design was adopted. The main area was the fertilizer factor (A), and the subsidiary area was the planting density (B). Four levels were set to study the effects of fertilizer and planting density on agronomic characters and yield of Yundan 21. The results showed that fertilizer and planting density had significant effects on agronomic characters and yield of Yundan 21. Among the four fertilization levels, the A₃ level (compound fertilizer 750 kg/hm², urea 450 kg/hm²) reached the maximum in ear length, ear row, seed rate, 1 000-grain weight and yield. Density had a significant effect on ear length, ear diameter, ear row, grain number per row, 1 000-grain weight, and yield. The overall ear length, ear diameter, ear row, grain number per row and 1 000-grain weight decreased with the increase of density, but the yield increased with the increase of density. When the density was at B₃ level (60 000 plants/hm²), the yield was the highest. Different planting densities, fertilization rates and their interaction lead to significant differences in yield. The yield increased with the increase of planting density and fertilizer rate, but decreased when the planting density and fertilizer rate were too high. Comprehensive considering the factors of fertilizer and planting density, the best treatment combination was A₃B₃, which was compound fertilizer 750 kg/hm², urea 450 kg/hm², and density 60 000 plants/hm².

Key words Maize; Yundan 21; Fertilizer; Planting density; Agronomic character; Yield

玉米是重要的粮食和饲料作物, 其产量高低直接影响国家粮食安全^[1]。2012年, 我国玉米播种面积 3 494.9 万 hm², 总产量 20 812 万 t, 产量首次超过稻谷, 成为我国第一大粮食作物^[2]。培育并利用玉米新品种是最简单有效的增产途径, 针对不同品种采取相应的栽培技术是发挥新品种增产作用的重要保证^[3]。在生产实践中, 常因施肥量和播种密度不当, 造成品种产量潜力发挥不理想, 发挥不了良种的社会效益和经济效益, 因而良种与良法必须配套。施肥量过低, 满足不了玉米营养生长和生殖生长的需求, 产量达不到应有水平; 施肥量过高, 造成肥料浪费和品种抗逆性降低。密度过低, 产量达不到较高水平; 密度过高, 又增大倒伏和空秆^[4]。作物产量是各种因素的综合反映, 增加种植密度和提高施肥量是获得高产的主要栽培措施。在玉米栽培技术中, 密度是协调个体和群体的最有效措施, 而肥料则是玉米个体生长发育的保证, 因此, 密度和肥料是影响玉米产量的关键技术^[5]。目前, 有不少关于肥料与密度对玉米新品种的主要农艺性状及产量影响的报道, 其结论也不尽相同。

郟单 21 是十堰市农业科学院选育的玉米新品种, 具有

高产、稳产、抗病、抗倒等优点, 适宜湖北省丘陵平原地区春播种植。为了充分发挥郟单 21 玉米品种的增产潜力及增加该品种的推广应用面积, 进行了肥料与密度栽培试验。探讨不同施肥量及不同种植密度对郟单 21 的产量及农艺性状变化的影响, 明确该品种在湖北省丘陵平原地区种植的最佳密度和施肥量, 为郟单 21 玉米品种的高产高效栽培提供理论依据, 促进科技成果转化成为生产力, 促进农民增产增收。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况 试验在十堰市农业科学院技术开发中心中试基地进行。试验地位于房县红塔镇谢湾村, 110.71°E, 32.11°N, 海拔 429 m。试验地为近 10 年连续种植玉米的科研用地, 冬闲, 壤土, 地力均匀、平坦, 光照好, 排灌方便。

1.2 试验材料 供试品种为玉米单交种郟单 21。供试底肥为“鄂中”牌复合肥(N:P₂O₅:K₂O 为 15%:15%:15%); 追肥为“洞庭湖”牌尿素(总 N≥46%)。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计。 采用二因素随机区组设计, 主区为肥料因素, 副区为种植密度, 各设 4 个水平。设主区肥料因子为 A, 以复合肥为底肥、尿素为追肥, 分别为 A₁(复合肥 450 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²)、A₂(复合肥 600 kg/hm²、尿素 300 kg/hm²)、A₃(复合肥 750 kg/hm²、尿素 450 kg/hm²)、A₄(复合肥 900 kg/hm²、尿素 600 kg/hm²)。设副区种植密度因子为

基金项目 湖北省省农业科技创新中心项目(2016-620-000-001-063)。

作者简介 周刚(1975—), 男, 湖北房县人, 正高级农艺师, 从事玉米种质资源创新、玉米新品种培育、栽培技术研究及示范推广工作。

收稿日期 2020-06-16

B, 分别为 B_1 (3.0 万株/hm²)、 B_2 (4.5 万株/hm²)、 B_3 (6.0 万株/hm²)、 B_4 (7.5 万株/hm²)。共 16 个处理, 3 次重复, 小区面积为 20 m² (长 6.0 m, 宽 3.3 m), 每小区 5 行, 收获中间 3 行统计产量, 等行种植, 行距 0.67 m, 株距依密度而定。

1.3.2 田间管理。2019 年 4 月 13 日播种, 按照试验设计, 复合肥全作基肥在播种时一次施完, 严格播种质量, 用播种机规范播种, 将底肥置于种子间, 种肥安全隔离。

5 月 8 日田间苗并补种, 5 月 16 日定苗。追肥分苗肥和穗肥, 苗肥占 1/3, 穗肥占 2/3, 5 月 17 日分行追施苗肥; 6 月 19 日分行追施穗肥, 结合施肥中耕锄草。5 月 10 日, 喷施“地克虎-高效氯氟氰菊酯” 900 mL/hm², 防治地下害虫。9 月 5 日收获。

1.3.3 田间测量与考种。在生理成熟期调查每小区的空秆率、倒伏率和倒折率, 选择连续 10 株测量其株高、穗位高。成熟后收获小区中间 3 行计产, 在每小区连续收获 10 株, 测量其穗粗、穗长、穗行数、行粒数、千粒重、秃尖长等农艺性状, 晒干后计算其出籽率、小区产量。

1.4 数据分析 采用 Excel、DPS 数据处理系统等软件进行方差分析和多重比较, 进而对不同密度、施肥量下的产量均值进行差异显著性分析^[6]。

2 结果与分析

2.1 肥料、密度对邯单 21 农艺性状及产量构成因子的影响

由表 1 可知, 在植株方面, 株高和穗位高随着施肥量和种植密度的增大, 有所增高, 在 A_1B_1 处理时最低 (分别是 290.6 和 127.3 cm), 在 A_4B_4 处理时达到最大值 (分别是 330.5 和 146.2 cm)。在抗逆性方面, 倒伏率随着施肥量和种植密度的增大, 有所增大, 处理 A_1B_1 、 A_1B_2 、 A_2B_1 、 A_3B_1 、 A_4B_1 倒伏率为 0, 说明在 B_1 (3.0 万株/hm²) 水平下邯单 21 的倒伏概率最小, 在 A_4B_4 处理时达到最大值 (15.2%)。在生育期方面, 随着种植密度和施肥量的增加, 生育期都有所延长, 但是变幅不大。在产量方面, 各处理产量变幅为 5 407.5~10 327.5 kg/hm², 产量最高的处理是 A_3B_3 (10 327.5 kg/hm²), 其次是 A_3B_4 处理 (9 355.5 kg/hm²), 产量最低的处理是 A_1B_1 , 仅为 A_3B_3 处理产量的 52.36%, 说明肥料和种植密度对产量的影响非常巨大。

表 1 不同处理下邯单 21 农艺性状及产量构成因子

Table 1 Agronomic characters and yield components of Yundan 21 under different treatments

处理 Treat- ment	株高 Plant height cm	穗位 Ear position cm	生育期 Growth period d	倒伏率 Lodging percentage %	空秆 Empty plant %	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear diameter cm	秃尖 Barren ear tip cm	穗行 Ear row 行	行粒 Grain number per row 粒	千粒重 1 000- grain weight g	出籽率 Seed- producing percentage %	产量 Yield kg/hm ²
A_1B_1	290.6	127.3	110	0	0.2	18.3	4.7	0.5	17.9	32.3	278.6	87.9	5 407.5
A_1B_2	292.5	128.2	110	0	0.3	18.1	4.5	0.9	17.4	31.0	266.7	87.4	6 670.5
A_1B_3	296.1	130.4	110	0.8	0.8	17.8	4.3	1.2	17.5	30.0	255.2	87.1	7 179.0
A_1B_4	308.7	129.8	111	1.6	2.2	17.4	4.2	1.8	17.2	29.6	248.3	86.5	7 224.0
A_2B_1	311.2	131.6	111	0	0	19.5	5.4	0	19.2	37.6	300.6	87.8	6 839.1
A_2B_2	315.7	132.3	111	0.5	0	19.3	5.2	0	18.5	37.1	292.7	88.3	7 637.2
A_2B_3	310.6	133.4	112	1.1	1.1	19.2	5.3	1.5	18.4	36.5	289.6	88.7	8 207.5
A_2B_4	318.7	135.6	114	9.8	1.6	18.7	4.9	1.6	17.8	35.7	273.5	87.6	8 033.5
A_3B_1	312.4	128.7	114	0	0	19.8	5.3	0	19.3	37.6	307.9	87.9	7 674.0
A_3B_2	319.5	132.4	114	0.9	0.5	19.6	5.2	0	18.9	37.3	299.4	88.6	9 100.5
A_3B_3	315.2	134.3	115	1.6	0.6	19.3	5.1	1.7	18.6	36.8	291.7	88.4	10 327.5
A_3B_4	320.5	140.4	115	12.5	1.7	18.8	4.8	2.0	17.9	34.0	288.6	88.1	9 355.5
A_4B_1	318.2	136.7	115	0	0	21.0	5.5	0	19.8	38.9	280.3	89.5	7 815.5
A_4B_2	323.5	142.8	117	9.8	0.2	18.4	4.7	0.6	18.1	36.4	272.6	87.2	8 102.0
A_4B_3	326.4	144.6	117	11.3	1.5	17.9	4.5	1.9	17.7	31.0	266.8	87.1	8 988.5
A_4B_4	330.5	146.2	117	15.2	1.9	16.5	4.1	2.4	16.5	26.0	264.5	86.9	8 169.0

由表 2 可看出, 在同一密度水平下, 随着施肥量的增多, 在 $A_1 \sim A_3$ 范围内, 穗长、穗行、千粒重和出籽率均逐渐增大, 在 A_3 时达到最大值 (分别为 19.4 cm、18.7 行、296.9 g、88.3%), 在 A_4 时开始下降; 其中, 穗长、穗粗、穗行、行粒、千粒重、出籽率在 A_1 水平时均最低 (分别为 17.9 cm、4.4 cm、17.5 行、30.7 粒、262.2 g、87.2%)。这也充分说明肥料施用过低, 不能满足玉米生长的需要。

由表 2 还可看出, 在同一施肥水平下, 随着种植密度的增加, 穗长减短、穗粗减少、穗行数减少、行粒数减少、千粒重

降低、出籽率降低, 在 B_4 时达最小值 (分别为 17.9 cm、4.5 cm、17.4 行、31.3 粒、268.7 g、87.3%)。秃尖随着种植密度的增加而变长, B_1 时最短 (0.1 cm), B_4 时最长 (2.0 cm)。

2.2 不同处理下产量的方差分析 由表 3 可看出, 区组间的产量差异不显著, 而施肥量间、种植密度间以及施肥×密度间的产量差异达极显著。说明不同施肥量对玉米产量的影响不同, 不同种植密度对玉米产量的影响也不同, 因此要进一步作施肥量间、种植密度间、施肥与密度的互作的差异显著性分析。

表2 各因素水平农艺性状及产量构成因子

Table 2 Agronomic characters and yield components at each factor level

因素水平 Factor level	株高 Plant height cm	穗位 Ear position cm	倒伏率 Lodging percentage %	空秆 Empty plant %	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear diameter cm	秃尖 Barren ear tip cm	穗行 Ear row 行	行粒 Grain number per row 粒	千粒重 1 000-grain weight g	出籽率 Seed-producing percentage %	产量 Yield kg/hm ²
A ₁	297.0	128.9	0.6	0.9	17.9	4.4	1.1	17.5	30.7	262.2	87.2	6 620.3
A ₂	314.1	133.2	2.9	0.7	19.2	5.2	0.8	18.5	36.7	289.1	88.1	7 679.3
A ₃	316.9	133.9	3.8	0.7	19.4	5.1	0.9	18.7	36.4	296.9	88.3	9 114.4
A ₄	324.7	142.6	9.1	0.9	18.5	4.7	1.2	18.1	33.1	271.1	87.7	8 268.8
B ₁	308.1	131.1	0	0.1	19.7	5.3	0.1	19.1	36.6	291.9	88.3	6 934.0
B ₂	312.8	133.9	2.8	0.3	18.9	4.9	0.4	18.2	35.5	282.9	87.9	7 877.6
B ₃	312.1	135.7	3.7	1.0	18.6	4.8	1.6	18.1	33.6	275.8	87.8	8 675.6
B ₄	319.6	138.0	9.8	1.9	17.9	4.5	2.0	17.4	31.3	268.7	87.3	8 195.5

表3 产量的方差分析

Table 3 Analysis of variance of yield

变异源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
施肥 Fertilizer	3	39 550 000	13 180 000	121.452	0.000
种植密度 Planting density	3	19 450 000	6 483 265.085	59.735	0.000
施肥×种植密度 Fertilizer×Planting density	9	3 434 450.790	381 605.643	3.516	0.004
处理间 Among treatments	15	62 430 000	4 161 961.122	38.347	0.000
误差 Error	32	3 473 101.480	108 534.421		
总变异 Total variation	47	65 900 000			

2.3 施肥量对产量的影响 由表4可看出,不同施肥水平下,A₁(低施肥水平)与A₂、A₃、A₄水平的玉米产量差异均达极显著水平,说明肥料是玉米营养生长和生殖生长的前提,合适的施肥条件可以促进玉米产量的提高^[7-8]。在A₁~A₃的施肥水平范围内,玉米产量随着施肥量的增多而增加,在A₃水平时玉米产量最高(达9 114.4 kg/hm²),之后再增施肥料产量开始降低,并且A₄水平和A₃水平下玉米产量差异达极显著水平,说明增施肥料已无意义,可能是过量施肥导致植株营养生长过旺,产生倒伏,从而导致产量降低。

表4 不同施肥水平和不同种植密度的产量差异显著性

Table 4 Significant differences of yield under different fertilization levels and planting densities

处理 Treatment	平均产量 Average yeild kg/hm ²	处理 Treatment	平均产量 Average yeild kg/hm ²
A ₃	9 114.4 aA	B ₃	8 675.6 aA
A ₄	8 268.8 bB	B ₄	8 195.5 bB
A ₂	7 679.3 cC	B ₂	7 877.6 cB
A ₁	6 620.3 dD	B ₁	6 934.0 dC

注:同列数据后不同小写字母者表示在0.05水平差异显著,不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicate significant differences at 0.05 level, different capital letters indicate extremely significant differences at 0.01 level

2.4 密度对产量的影响 表4表明,不同种植密度水平下,B₁(低密度)水平下的玉米产量和B₂、B₃、B₄水平下的玉米产量差异均达极显著水平,说明一定的群体是玉米高产的保障,合适的种植密度可以促进玉米产量的提高^[9-10]。在B₁~

B₃的密度范围内,玉米产量随着种植密度的增加而增加,B₁、B₂、B₃水平间玉米产量差异均达极显著水平,在B₃水平时玉米产量最高(8 675.6 kg/hm²);之后再增加种植密度时,产量开始降低,并且B₄水平的玉米产量极显著地低于B₃水平,说明再增加种植密度不能增加玉米产量。

2.5 双因素下的产量比较 表5表明,各处理下产量差异达极显著水平。产量最高的是A₃B₃处理(10 327.5 kg/hm²),其次为A₃B₄处理(9 355.5 kg/hm²),两者间差异显著,且极显著地高于其他处理;A₃B₄、A₃B₂、A₄B₃处理间玉米产量差异不显著。产量最低的是A₁B₁处理(5 407.5 kg/hm²),与其他处

表5 不同肥料、密度处理下的产量差异显著性

Table 5 Significant difference in yield under different fertilizer and density treatments

处理 Treatment	平均产量 Average yeild kg/hm ²	处理 Treatment	平均产量 Average yeild kg/hm ²
A ₃ B ₃	10 327.5 aA	A ₄ B ₁	7 815.5cdC
A ₃ B ₄	9 355.5 bAB	A ₃ B ₁	7 674.0cdC
A ₃ B ₂	9 100.5 bB	A ₂ B ₂	7 637.2cdC
A ₄ B ₃	8 988.5 bB	A ₁ B ₄	7 224.0 dC
A ₂ B ₃	8 207.5 cBC	A ₁ B ₃	7 179.0 dC
A ₄ B ₄	8 169.0 cBC	A ₂ B ₁	6 839.1 dCD
A ₄ B ₂	8 102.0 cBC	A ₁ B ₂	6 670.5 dC
A ₂ B ₄	8 033.5 cdBC	A ₁ B ₁	5 407.5 eE

注:同列数据后不同小写字母者表示在0.05水平差异显著,不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicate significant differences at 0.05 level, different capital letters indicate extremely significant differences at 0.01 level

表 5 不同处理对杂交水稻制种父本机插秧秧苗根系性状的影响

Table 5 Effects of different treatments on the root system characters of hybrid rice

处理编号 Treatment code	总根数 Total root number 条	白根数 White root number 条	最长不定根 Longest adventitious root//cm	根鲜重 Root fresh weight g/株
A1B1	21.0 a	17.3 a	10.2 a	26.7 a
A1B2	17.7 b	8.1 d	11.3 a	20.3 c
A2B1	20.3 a	15.3 b	7.1 b	22.4 b
A2B2	15.7 c	9.7 c	8.4 b	16.7 e
CK	17.9 b	9.1 cd	8.5 b	18.6 d

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

大,成秧率高、播始历期短,地上部形态和根系性状表现良好。而 2 粒/穴播量结合自然土拌合育秧基质培育的秧苗出苗率高,但是其他性状表现较差。综合叶龄、播始历期、地上部形态与地下部性状等指标来看,2 粒/穴播量结合自然土是较理想的杂交水稻制种父本长秧龄机插秧苗的育秧方式。

培育高素质水稻秧苗是实现机插高产的首要条件,也是水稻全程机械化的基础环节^[8]。就不同育秧基质及不同播量对水稻机插秧苗素质的影响,各地已进行了大量的研究。张卫星等^[9]认为,不同播量对机插秧苗素质影响显著,不同育秧基质比例对机插秧苗素质同样影响显著,采用较少播量以及较适宜的基质比例所培育的机插秧苗素质较高,适合应用于水稻机插。于林惠等^[10]认为,适当降低播种量对机插秧苗的地上部形态及根系性状有利好作用,这与该试验结果

(上接第 32 页)

理间差异均达极显著水平。说明当密度较小时,增加施肥量可以获得较高产量;当密度较大时,施肥不足和过量施肥均导致产量降低;适当的密度、施肥量配置才能获得理想产量。

3 结论与讨论

玉米是需肥较多的作物,要获得玉米的高产必须要有肥料的支撑。调查表明,国内玉米对氮肥的利用率仅 35% 左右,67% 的农户凭经验施肥^[11]。该试验结果显示,试验中产量排名前 4 位的处理(A₃B₃、A₃B₄、A₃B₂、A₄B₃)都有较高的施肥水平,可见肥料是玉米苗壮生长及丰产的重要保障。在低施肥量时,即使提高种植密度也难以达到高产,可见在玉米生产中一定要合理的施用肥料^[7-8]。在同一种植密度水平下,在肥料各个处理中 A₁(复合肥 450 kg/hm²、尿素 150 kg/hm²)产量均最低,A₃(复合肥 750 kg/hm²、尿素 450 kg/hm²)产量均最高。表明玉米新品种邯单 21 最佳施肥量为复合肥 750 kg/hm²、尿素 450 kg/hm²。

种植密度对玉米农艺性状的影响主要通过影响植株生长发育来表现。随着种植密度的增加,玉米的穗长、穗粗、穗行数、行粒数整体呈下降的趋势,株高、穗位、秃尖则增加;玉米产量随着种植密度的增加而增加,密度增至一定程度时产量开始下降,这可能是由于生长过剩造成倒伏。在种植密度较小时,即使提高施肥量也难以达到高产,可见在玉米生产

一致。杨子峰等^[11]认为育秧基质的质量显著影响机插秧苗素质的的好坏,传统营养土培育的秧苗素质比育秧基质培育的秧苗素质差,育秧基质培育的秧苗素质具有明显优势。但是在长秧龄的条件下,育秧基质培育的秧苗会面临养分供应不足的问题。为了解决基质长秧龄育秧如何提供充足养分的问题,研究人员仍需进一步研究添加肥料、壮秧剂等技术措施。

参考文献

- [1] 陈惠哲,毛一剑,朱德峰,等.杂交水稻机械化制种技术初步研究[J].杂交水稻,2012,27(5):34-36.
- [2] 蒋继武,唐照锐,汪华春,等.杂交水稻母本工厂化育秧的机插制种模式探索[J].杂交水稻,2012,27(4):30-32.
- [3] 潘云青.杂交水稻制种母本机插技术推广的探讨[J].福建农机,2014(2):16-17.
- [4] 张琳,黄庭旭,张数标,等.杂交水稻制种母本机插主要技术措施总结[J].杂交水稻,2013,28(3):21-23.
- [5] 刘爱民,余雪晴,易图华,等.杂交水稻制种母本机插秧特性研究[J].杂交水稻,2015,30(1):19-24.
- [6] 刘爱民,廖翠猛,杨文星.杂交水稻种子生产面临的问题与技术创新[J].杂交水稻,2010,25(S1):459-461.
- [7] 谭长乐,王宝和,薛良鹏,等.杂交水稻机械化制种现状与技术思路[J].江苏农业科学,2011,39(6):98-100.
- [8] 付为国,汤涓涓,尹淇淋,等.不同基质育秧对机插秧秧苗素质的影响[J].江苏农业科学,2014,42(5):83-85.
- [9] 张卫星,朱德峰,林贤青,等.不同播量及育秧基质对机插水稻秧苗素质的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2007,28(1):45-48.
- [10] 于林惠,丁艳锋,薛艳凤,等.水稻机插秧田间育秧秧苗素质影响因素研究[J].农业工程学报,2006,22(3):73-78.
- [11] 杨子峰,杨祥田,马义虎.育秧基质对机插早秧秧苗素质及产量的影响[J].浙江农业科学,2014,55(6):818-820.

中一定要有合理的种植密度^[9-11]。在同一肥料水平下,在种植密度各个处理中 B₁(3.0 万株/hm²)产量均最低,B₃(6.0 万株/hm²)产量均最高。表明玉米新品种邯单 21 最佳种植密度为 6.0 万株/hm²。

综上所述,玉米新品种邯单 21 最佳施肥量为复合肥 750 kg/hm²、尿素 450 kg/hm²,最佳种植密度为 6.0 万株/hm²。

参考文献

- [1] 刘和平,刘培勋,罗仁革,等.山区玉米品种种植密度和施肥量研究[J].中国农学通报,2014,30(24):52-55.
- [2] 葛丹.玉米成我国第一大粮食作物[EB/OL].(2012-12-03)[2020-03-05].http://news.foodmate.net/2012/12/1919386.html.
- [3] 荣廷昭,李晚忱,潘光堂.新世纪初发展我国玉米遗传育种科学技术的思考[J].玉米科学,2003,11(S2):42-53.
- [4] 勾玲,黄建军,张宾,等.群体密度对玉米茎秆抗倒力学和农艺性状的影响[J].作物学报,2007,33(10):1688-1695.
- [5] 李万星,刘永忠,曹晋军,等.肥料与密度对玉米农艺性状和产量的影响[J].中国农学通报,2011,27(15):194-198.
- [6] 郭庆法,王庆成,汪黎明.中国玉米栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2004:400-406.
- [7] 周刚,吴承国,李永学,等.玉米新品种邯单 20 需肥规律研究[J].安徽农业科学,2017,45(15):154-156.
- [8] 周刚,吴平华,吴承国,等.玉米新品种邯单 19 追肥试验研究初报[J].中国种业,2013(11):52-53.
- [9] 唐余成,周刚,吴承国,等.玉米新品种邯单 20 适宜种植密度的筛选[J].安徽农业科学,2018,46(5):31-32,39.
- [10] 周刚,吴平华,吴承国,等.玉米新品种邯单 19 种植密度试验研究初报[J].农业科技通讯,2013(12):58-59,62.
- [11] 周灵芝.肥料与密度对玉米农艺性状和产量的影响[J].广东农业科学,2013,40(19):6-8.