

高纬度生态区不同类型花生单粒精播密度研究

杨富军, 刘海龙, 陈小姝, 高华援*, 王绍伦*, 李春雨, 孙晓苹, 周玉萍

(吉林省农业科学院花生研究所, 吉林公主岭 136100)

摘要: 在田间试验条件下, 以珍珠豆型花生品种‘吉花4号’和普通型花生品种‘吉花19’为研究材料, 研究不同单粒精播密度对花生苗情况、植株性状和产量效益的影响, 确定两者适宜的精播密度。结果表明: 随种植密度的增加, 两花生品种的主茎高和侧枝长表现相对稳定, 分枝数、单株结果数和单株荚果产量相应降低, 饱果率、果重、荚果产量和产值则呈先增加后降低变化趋势。在密度 18.00 万穴/hm² 时, 两花生品种荚果产量最高, 较对照分别增产 7.73% 和 8.05%, 均达到极显著水平, 且节种 20%; 在密度 15.75 万穴/hm² 和 18.00 万穴/hm² 时总效益最大, 较对照分别增收 11.13% 和 11.71%。本试验利用密度—产量回归方程得到珍珠豆型吉花4号最高产量是 4744.18kg/hm², 相应密度为 18.69 万穴/hm²; 普通型吉花19最高产量是 5982.02kg/hm², 相应密度为 19.19 万穴/hm², 较吉花4号高产、高效、耐密。

关键词: 花生; 单粒精播; 密度; 吉林省; 高纬度生态区

中图分类号: S565.202; S352.3 **文献标识码:** A

Study on the Density of Single-seed Precision Sowing of Different Peanut at High Latitude Region

YANG Fu-jun, LIU Hai-long, CHEN Xiao-shu, GAO Hua-yuan*, WANG Shao-lun*, LI Chun-yu, SUN Xiao-ping, ZHOU Yu-ping

(Peanut research institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling, 136100)

Abstract: Under single seed precision sowing pattern, the Spanish-type peanut variety ‘Jihua4’ and the common-type peanut variety ‘Jihua19’ as experimental material, a field experiment was conducted to study the effects of different densities on peanut seedling, plant traits and yield, and determined the appreciate density of single seed precision sowing. The results showed: main stem height and lateral branch length of each variety were relatively stable with the increase of planting density, and the branch number, the number of pods per plant, and pod yield per plant were decreased with the increase of planting density, and the trends of percentage of plumpness, weight of single pod, pod yield and output value were first increased and then decreased with the increase of planting density. The pod yield of each variety at the 180,000 plant/ha was higher than other densities, compared with the control, the yield increased by 7.73% and 8.05% respectively, which reached a very significant level, and fertilizer saving 20.00%. The Spanish-type peanut variety ‘Jihua4’ got a maximum total benefit at the 157,000 plant/ha, compared with the control, the total benefit increased by 11.13%, but the common-type peanut variety ‘Jihua19’ got a maximum total benefit at the 180,000 plant/ha, and the total benefit increased by 11.71%. Under the conditions of single seed precision sowing of different densities, the regression equation of density - yield can be concluded that the maximum yield of ‘Jihua4’ was 4744.18kg/ha with corresponding density of 186,900 hill/ha, and the maximum yield of ‘Jihua19’ was 5982.02 kg/ha, with corresponding density of 191,900 hill/ha. The yield, benefit and suitable planting density of ‘Jihua19’ was higher than that of ‘Jihua4’.

Key words: peanut; single-seed precision sowing; density; jilin province; high latitude region

花生 (*Arachis hypogaea* L.) 是我国重要的油料作物和经济作物, 全国年均种植面积 4600

基金项目: 国家花生产业技术体系(CARS-14); 吉林省科技支撑计划(20150204012NY); 吉林省科技发展计划(20150412005XH); 长春市科技计划(14NK023)

作者简介: 杨富军(1986-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事花生栽培生理生态研究。Tel: 0434-6283165; E-mail: fjiang1986@sina.com

***通讯作者:** 高华援, 男, 硕士, 研究员, E-mail: ghy6413@163.com

王绍伦, 男, 学士, 副研究员, E-mail: 13634346436@163.com

khm²，总产量 16500kt，总产居世界首位^[1-2]。花生是一种用种量较大的作物，生产上习惯于每穴播种 2 粒种子，中（早）熟大花生用种量一般需 300-375kg/hm²，早熟小花生一般需 225-260kg/hm²，每年用于种子的花生约占全国花生产量的 10%左右^[3]。在一定程度上，花生一穴两粒可降低缺穴率，但若在保持产量不减的情况下，减少用种量，便可降低花生生产成本，提高效益^[2-4]。近年来，改双粒为单粒的试验成功，使其成为一项新的节本增效的生产栽培技术^[3-4]。在全国其他花生生产区，从单粒单作花生到单粒麦套花生，前人研究了种植模式、密度、肥料与产量之间的配置关系，及其不同种植方式下花生根系发育、冠层特征、群体特性、光合特性及产量性状的差异，明确了每垄 2 行单粒种植比 3 行单粒种植更适合精播栽培，并指出小粒花生的适宜单粒精播密度大于大粒花生^[2-13]。但高纬度生态区宽垄单行模式下，不同类型花生单粒精播密度研究未见报道。为此本研究旨在单粒精播模式下，比较研究不同种植密度花生苗情况、植株性状和产量差异，与常规种植方式比较效益差异，并利用 Excel-VBA 计算花生密度—产量回归曲线方程^[14-16]，确定该种植模式下不同类型花生适宜精播密度，形成单粒精播实用技术，指导吉林省花生生产，节本增效增加农民收入。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验田设在吉林省扶余市弓棚子镇城山村（125°44′E、45°12′16″N），该地区花生常年连作，前茬种植扶余四粒红花生，沙壤土，耕层深 0.25m，地势平坦，地力均匀一致，土壤基本肥力状况见表 1。

表 1 供试土壤养分含量

土层	速效氮	速效磷	速效钾	有机质	pH
0-0.2	79.56	47.53	136.48	11.02	7.87
0.2-0.4	58.77	25.49	94.07	9.18	8.15

1.2 试验设计与安排

供试花生品种为吉花 4 号（珍珠豆型）和吉花 19（普通型），均为疏枝直立型品种，每个品种按种植密度不同设 11.25 万穴/hm²、13.50 万穴/hm²、15.75 万穴/hm²、18.00 万穴/hm²和 20.25 万穴/hm²5 个密度水平，以生产上种植密度 11.25 万穴/hm²一穴 2 粒播种为对照；分别用 JH4-1、JH4-2、JH4-3、JH4-4、JH4-5、CK₁ 和 JH19-1、JH19-2、JH19-3、JH19-4、JH19-5、CK₂ 表示。

试验田按花生专用肥 750.00kg 做底肥一次性施入，施肥深度 0.12m，起垄规格为 0.60m 等行距宽垄。播种前精选种子，确保种子质量，保证全苗。5 月 21 日，按各设计密度坐水播种，精播处理每穴 1 粒，对照处理每穴 2 粒。每个小区 4 垄，小区面积 14.40m²，采用随机区组设计，重复 3 次。播种后选晴朗无风天气，喷施封闭除草剂，1.30m 宽幅地膜（2 垄并 1 膜）覆盖；生育期内人工除草，按需防治病虫害，以高产田进行管理；9 月 20 日收获。

1.3 测定项目与方法

收获前，各小区调查实收穴数。收获时，每个小区内选取长势均匀有代表性的植株 10 株，调查主茎高、侧枝长、分枝数、单株结果数，每株花生荚果单收装袋、晒干，称量单株荚果产量。按小区实收计产，并进行室内考种，调查饱果数、千克果数，计算饱果率、产值及经济效益。

$$\text{节种率} = [(\text{对照播种粒数} - \text{处理播种粒数}) / \text{对照播种粒数}] \times 100\%$$

$$\text{增穴率} = [(\text{处理播种粒数} - \text{对照播种粒数} / 2) / (\text{对照播种粒数} / 2)] \times 100\%$$

$$\text{缺穴率} = [(\text{理论穴数} - \text{实收穴数}) / \text{理论穴数}] \times 100\%$$

1.4 数据统计与分析

采用 Excel 2010 进行数据统计分析，用 DPS 软件数据处理系统进行数据方差分析（Duncan 新复极差法），试验指标以平均值 ± 标准误（Mean ± SE）表示。

2 结果与分析

2.1 花生单粒精播节种增穴效果及成苗情况

由表 2 可知，单粒公顷播种 11.25 万穴、13.50 万穴、15.75 万穴、18.00 万穴和 20.25 万穴，较对照分别增穴 0.00%、20.00%、40.00%、60.00%和 80.00%，节种 50.00%、40.00%、30.00%、20.00%和 10.00%。生产上以单粒精播替代一穴 2 粒播种，即便再增加一定的播种密度，仍可起到减少用种量、节约成本的效果。

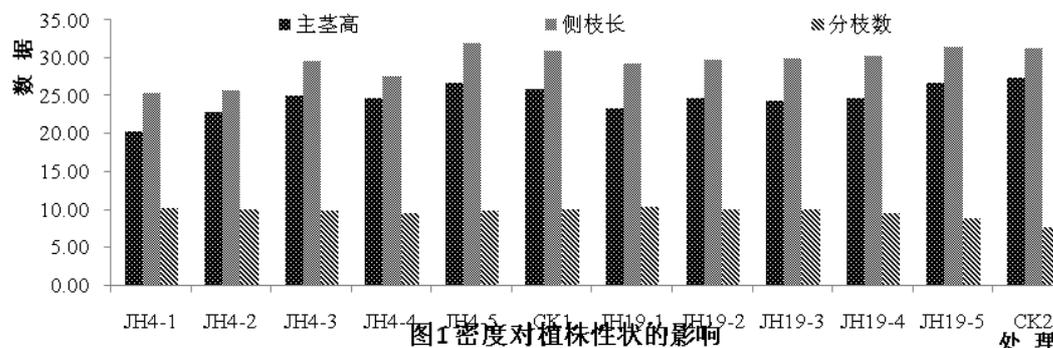
收获前，对小区实收穴数调查发现，不同密度处理的缺穴数各异，随种植密度增加，缺穴数增加，两花生品种各处理的缺穴数依次为 3300 穴/hm²、3700 穴/hm²、3800 穴/hm²、4300 穴/hm²、5800 穴/hm²和 3700 穴/hm²、4400 穴/hm²、4800 穴/hm²、5300 穴/hm²、9200 穴/hm²；同一播种密度下，珍珠豆型吉花 4 号的缺穴率高于普通型吉花 19；两者单粒精播各密度缺穴率分别是对照的 3.37~4.13 倍和 2.75~4.24 倍。

表 2 单粒精播花生缺穴情况调查

处理	播种密度 (万穴/hm ²)	播种粒数 (千粒/hm ²)	节种率 (%)	增穴率 (%)	实收穴数 (万穴/hm ²)	缺穴率 (%)
JH4-1	11.25	112.50	50.00	0.00	10.92	2.93
JH4-2	13.50	135.00	40.00	20.00	13.13	2.74
JH4-3	15.75	157.50	30.00	40.00	15.37	2.41
JH4-4	18.00	180.00	20.00	60.00	17.57	2.39
JH4-5	20.25	202.50	10.00	80.00	19.67	2.86
CK ₁	11.25	225.00	0.00	0.00	11.17	0.71
JH19-1	11.25	112.50	50.00	0.00	10.88	3.29
JH19-2	13.50	135.00	40.00	20.00	13.06	3.26
JH19-3	15.75	157.50	30.00	40.00	15.27	3.05
JH19-4	18.00	180.00	20.00	60.00	17.47	2.94
JH19-5	20.25	202.50	10.00	80.00	19.33	4.54
CK ₂	11.25	225.00	0.00	0.00	11.13	1.07

2.2 收获期两试验品种植株性状

收获时植株性状调查可知，吉花 4 号和吉花 19 的整体植株高度较矮（图 1），在 11.25~15.75 万穴/hm² 密度范围内，吉花 4 号的主茎高和侧枝长随密度增加而增加，增幅却不显著，最值出现在高密度（20.25 万穴/hm²）处理时。在本试验密度范围内，吉花 19 的主茎高和侧枝长亦随密度增加而增加，高密度处理时主茎最高、侧枝最长，两者增幅亦不明显。对照处理的主茎高和侧枝长与单粒精播高密度（20.25 万穴/hm²）时的表现相近。两试验品种的分枝数随种植密度增加呈逐渐减少的趋势，其中吉花 4 号的减少幅度较小，两者降幅分别为 0.22~0.66 个和 0.44~1.56 个。



2.3 密度对产量和效益的影响

密度是影响花生实际产量最敏感因素之一^[17]，如表 3 所示，在单粒精播条件下，不同种植密度荚果产量各异，在中低密度（11.25~18.00 万穴/hm²）范围内两试验品种荚果产量随密度的增加而提高，在 JH4-4 和 JH19-4 处理时达到最高，较 CK₁ 和 CK₂ 分别增产 7.73% 和 8.05%，均达到极显著水平，之后密度再增加产量反而下降。

花生种植密度增加，播种量加大，种子费用增加，成本提高，相同播种穴数时一穴 2 粒较单粒精播成本加倍。随单粒精播密度增加，两花生品种荚果产值呈倒“V”型变化趋势（表 3），峰值出现在密度 18.00 万穴/hm² 时，最大产值较对照分别增收 2450.00 元和 3243.38 元；总效益则在 JH4-3 和 JH19-4 处理时达到最高，较两对照分别增收 11.13% 和 11.71%。两品种间存在明显的产量和效益差距，相同种植密度下吉花 19 较吉花 4 号高产高效。

表 3 密度对产量和效益的影响

处理	荚果产量 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)	产值比 CK±%	用种量 (kg/hm ²)	种子费用 (元/hm ²)	总效益比 CK±%
JH4-1	4150.46±81.44dC	29053.22	-8.39	105.00	1680.00	-3.46
JH4-2	4377.15±31.82cdBC	30640.05	-3.39	126.00	2016.00	0.95
JH4-3	4837.18±33.84abA	33860.26	6.77	147.00	2352.00	11.13
JH4-4	4880.55±104.10aA	34163.85	7.73	168.00	2688.00	11.01
JH4-5	4613.82±103.97bcAB	32296.74	1.84	189.00	3024.00	3.24
CK ₁	4530.55±57.74cAB	31713.85		210.00	3360.00	
JH19-1	5083.33±288.23dC	35583.31	-11.65	145.00	2320.00	-6.65
JH19-2	5506.67±202.18cdBC	38546.69	-4.29	174.00	2784.00	0.36
JH19-3	6126.67±17.64abAB	42886.69	6.49	203.00	3248.00	11.24
JH19-4	6216.67±132.96aA	43516.69	8.05	232.00	3712.00	11.71
JH19-5	5766.67±61.73bcAB	40366.69	0.23	261.00	4176.00	1.56
CK ₂	5753.33±137.15bcAB	40273.31		290.00	4640.00	

注：不同大、小写字母分别表示处理间差异极显著 ($p<0.01$) 和显著 ($p<0.05$)。下同。

产值和种子费用以花生荚果价格 7 元/kg，花生种子价格 16 元/kg 计算。

2.4 密度对产量性状的影响

如表 4 所示，随着单粒精播密度的增加，吉花 4 号和吉花 19 的单株结果数和单株荚果产量逐渐降低，当密度由 11.5 万穴/hm² 增至 20.25 万穴/hm² 时，两者分别降低 39.00%、40.34% 和 35.29%、37.21%，达到极显著水平。高密度（20.25 万穴/hm²）时单粒精播单株结果数和单株荚果产量与对照处理表现接近。荚果总数和果重随种植的密度增加呈倒“V”型变化趋势，峰值分别出现在 JH4-4、JH19-3 和 JH4-4、JH19-4 处理时，此时荚果总数低于对照，而果重则高于对照，两者之积（荚果产量）明显高于对照。在 11.25~18.00 万穴/hm² 密度范围内，吉花 4 号和吉花 19 的饱果率均随密度增加亦呈倒“V”型变化趋势，峰值均出现在密度 18.00 万穴/hm² 和 15.75 万穴/hm² 时，此时饱果率高于单粒高密度（20.25 万穴/hm²）处理和对照处理。

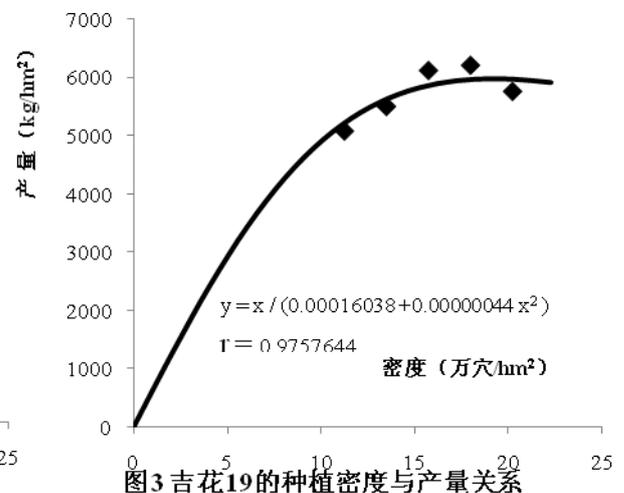
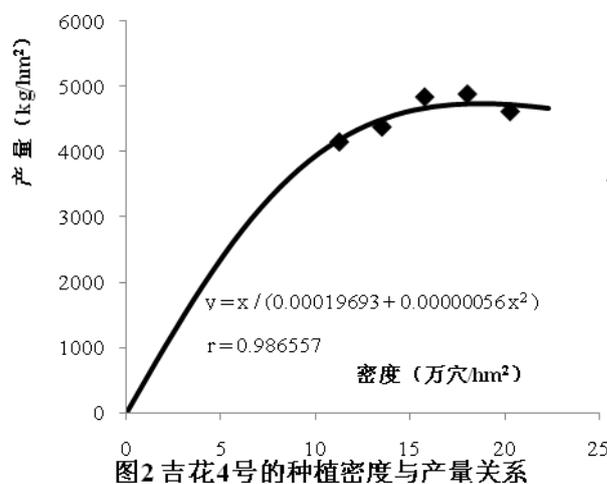
表 4 密度对产量构成因素的影响

处理	播种密度 (万穴/hm ²)	单株结果数 (个)	单株荚果产量 (g/株)	饱果率 (%)	公斤果数 (个)
JH4-1	11.25	31.33±0.88aA	41.20±3.88aA	72.52±3.69b	698.70±12.50a
JH4-2	13.50	28.22±1.09abAB	39.14±1.61aAB	80.43±2.88ab	684.39±38.15ab
JH4-3	15.75	24.78±0.62bcBC	35.05±2.75abABC	80.82±2.33ab	657.40±11.12ab
JH4-4	18.00	22.33±0.84cdC	29.07±0.18bcBC	84.30±4.77a	628.50±9.06b
JH4-5	20.25	19.11±2.19dC	26.66±1.37cC	75.46±2.48ab	629.34±8.40b

CK ₁	11.25	19.44±1.23dC	27.28±1.36cC	79.40±0.64ab	642.54±4.30ab
JH19-1	11.25	25.33±0.69aA	50.42±3.81aA	82.55±5.13	442.67±2.67a
JH19-2	13.50	23.44±1.25abA	39.07±7.79abAB	86.91±0.96	434.67±3.53ab
JH19-3	15.75	22.67±1.17bA	39.15±2.39abAB	87.71±2.34	429.33±3.53ab
JH19-4	18.00	18.22±0.48cB	34.57±2.14bAB	87.10±2.45	424.00±6.11b
JH19-5	20.25	15.11±0.59dB	31.66±1.20bB	87.18±4.50	436.00±6.11ab
CK ₂	11.25	15.67±1.07dB	27.98±1.73bB	84.01±0.74	437.33±3.53ab

2.5 密度与产量关系

利用密度与产量的数学模型可以计算出吉花 4 号单粒精播产量达到最高时的密度是 18.69 万穴/hm²，最高产量为 4744.18kg/hm²（图 2）；吉花 19 单粒精播产量达到最高时的密度是 19.19 万穴/hm²，最高产量为 5982.02 kg/hm²（图 3）。由上可知，两者单粒精播最高产密度相差不大，吉花 19 的密度略高 5000 穴/hm²，而产量却增加 1237.84kg/hm²。这表明吉花 19 具有增产潜力大、耐密性强。



3 讨论

花生单粒精播是一项新的减粒增穴、节本增效的生产栽培技术^[3,5]，生产上的缺穴断垄影响其效果。本研究调查表明，珍珠豆型吉花 4 号和普通型吉花 19 各处理的缺穴数随密度增加而增加，缺穴率分别为 2.39%~2.93%和 2.94%~4.54%，是对照的 3.37~4.13 倍和 2.75~4.24 倍，其中普通型吉花 19 缺穴较严重，但整体而言所有处理的苗情表现均能保证密度试验的设计需要。因此，推广单粒精播技术需要进一步严格要求种子质量，保证其出苗率。

单粒精播由于条件改善，种子质量提高，可保证苗期苗壮，充分发挥单株生产潜力，起到节约用种、便于机械化设计的应用效果^[5,11]。在适宜的密度范围内，单粒植栽培可以超过双粒植栽培产量水平^[5,13]。本研究显示，在中低（11.25~18.00 万穴/hm²）密度范围内，相比于对照，单粒精播的主茎高和侧枝长降低，分枝数较多，起到壮苗效果，且各密度间主茎高和侧枝长相对稳定。花生的荚果产量由单位面积株数、和果重三因素构成^[7-8,12,17-18]。在低密度时，花生单株生产潜力得到充分发挥，单株结果数最多，而过多的荚果数量造成饱果率低、果重小，群体产量较低，随播种密度增加，单株结果数逐渐降低，而单位面积荚果总数和果重则逐渐增加，群体生产力增加量明显超过单株生产力下降量总和，表现为持续增产；当达到一定密度时，密度增加带来的群体产量提高与单株产量降低带来的损失之间趋于平稳，此时单位面积荚果总数和果重均处于较高水平，群体产量达到最高；当再增大密度时，由密度增加带来的产量提高不足以抵消单株产量降低带来的损失，致使群体产量开始逐渐降低。利用花生密度—产量回归方程曲线分析发现，单粒精播产量随密度增加的变化趋势与试验规律

表现一致,故在高纬度生态区宽垄单行模式下,珍珠豆型吉花4号和普通型吉花19单粒精播高产种植密度分别为18.69万穴/hm²和19.19万穴/hm²,其中吉花19花生品种高产高效且耐密。

本研究是吉林省高纬度生态区花生单粒精播试验初步探索,试验地点扶余市的生态光热条件和土壤肥力状况与吉林省其他花生产区存在一定差异,加之不同花生品种之间亦存在品种特性差异,故本省其他产区单粒精播最适种植密度尚需在此基础上进一步研究。

参考文献:

- [1]万书波.花生产业经济学[M].北京:中国农业出版社,2010.
- [2]赵长星,邵长亮,王月福,等.单粒精播模式下种植密度对花生群体生态特征及产量的影响[J].农学学报,2013,3(02):1-5.
- [3]李安东,任卫国,王才斌,等.花生单粒精播高产栽培生育特点及配套技术研究[J].花生学报,2004,33(2):17-22.
- [4]邵长亮.花生单粒精播节种高产理论与技术研究[D].莱阳:莱阳农学院,2005.
- [5]王才斌,成波,迟玉成,等.高产花生单粒精播植群体密度研究[J].花生科技,1996(3):17-19.
- [6]万书波,郑亚萍,刘道忠,等.精播麦套花生套期、肥料与密度优化配置[J].中国油料作物学报,2006,28(3):319-322.
- [7]郑亚萍,王才斌,成波,等.不同品种类型花生精播肥料与密度的产量效应及优化配置研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):201-205.
- [8]王才斌,成波,郑亚萍,等.高产条件下不同种植方式和密度对花生产量、产量性状及冠层特征的影响[J].花生科技,1999(1):12-13.
- [9]郑亚萍,许婷婷,郑永美,等.不同种植模式的花生单粒精播密度研究[J].亚热带农业研究,2012,8(2):82-84.
- [10]冯焯,郭峰,李宝龙,等.单粒精播对花生根系生长、根冠比和产量的影响[J].作物学报,2013,39(12):2228-2237.
- [11]冯焯,李宝龙,郭峰,等.单粒精播对花生活性氧代谢、干物质积累和产量的影响[J].山东农业科学,2013,45(8):42-46.
- [12]沈毓骏,安克,王铭伦,等.夏直播覆膜花生减粒增穴的研究[J].莱阳农学院学报,1993,10(1):1-4.
- [13]郭峰,万书波,王才斌,等.不同类型花生单粒精播生长发育、光合特性的比较研究[J].花生学报,2008,37(4):18-21.
- [14]罗洋,岳玉兰,郑金玉,等.玉米品种郑单958合理种植密度的研究[J].吉林农业科学,2008,33(6):11-12.
- [15]莫惠栋.种植密度和作物产量-产量和密度的数量关系及其分析[J].作物学报,1980,6(2):65-75.
- [16]佟屏亚,程延年.玉米密度与产量因素关系的研究[J].北京农业科学,1995,13(1):23-25.
- [17]陈四龙,李玉荣,程增书,等.用GGE双标图分析种植密度对高油花生生长和产量的影响[J].作物学报,2009,35(7):1328-1335.
- [18]杨富军,王绍伦,高华援,等.吉花3号对四粒红衰老特性及产量性状改良研究[J].花生学报,2015,44(4):53-57.