

双季糯高粱间作大豆群体优化技术研究

尹学伟, 张晓春, 王红梅, 王培华, 李泽碧, 钟巍然

(重庆市农业科学院 特色作物研究所, 重庆 402160)

摘 要:为了明确南方双季糯高粱与大豆间作模式下最优群体配置结构,以常规双季糯高粱国窖红 1 号和大豆品种南豆 12 为试验材料,比较分析糯高粱和大豆不同密度配置对作物主要农艺性状、产量构成因素、产量及效益的影响。结果表明:同一大豆密度下,随糯高粱密度的增加,两季糯高粱株高均增加,穗长、千粒重、穗粒重降低,产量表现为先增后减;随两作物密度的增加,大豆株高、底荚高度增加,有效分枝数、单株有效荚数、单株粒数和百粒重降低,产量先增加后降低;糯高粱总产以高粱 9 万株·hm⁻²、大豆 9 万株·hm⁻²密度处理最高,达 8 701.39 kg·hm⁻²;大豆产量以糯高粱 7.5 万株·hm⁻²、大豆 10.5 万株·hm⁻²密度处理最高,达 1 875 kg·hm⁻²;两季作物总产量、总产值、净收益、产投比均以糯高粱 9 万株·hm⁻²、大豆密度 10.5 万株·hm⁻²密度处理最高,分别为 10 097.22 kg·hm⁻²、46 511.1 元·hm⁻²、29 193.6 kg·hm⁻²、2.69。双季糯高粱、大豆 1.8 m 开厢,“2:2”间作模式下,国窖红 1 号、南豆 12 密度分别为 9 万和 12 万株·hm⁻²是常规双季糯高粱、大豆高产高效最优群体配置结构。

关键词:双季糯高粱;大豆;间作;群体优化

中图分类号:S532 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2015.02.0233

Group Improvement of Double – Season Waxy Sorghum and Soybean Intercropping Pattern

YIN Xue-wei, ZHANG Xiao-chun, WANG Hong-mei, WANG Pei-hua, LI Ze-bi, ZHONG Wei-ran

(Institute of Feature Crops, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 402160, China)

Abstract: In order to definite the best structure of group configuration under double-season waxy sorghum and soybean intercropping pattern, Guojiaohong 1 and Nandou 12 were used as materials, through field experiment, to compare and analyze the effect of main traits, yield components, yield and benefit of different waxy sorghum and soybean densities. The result showed that under the same soybean density, as waxy sorghum density increased, double-season waxy sorghum plant height increased, ear length, 1000-kernel weight, grain number per spike decreased and yield manifested first increased and then decreased, effective pod per plant, grain number per plant, soybean plant height, bottom pod height increased, effective branches and 100-grain weight decreased, yield manifested first increased and then decreased as the two crops density increased. When waxy sorghum and soybean densities were respectively 9×10^4 plant·ha⁻¹ and 9×10^4 plant·ha⁻¹, double season waxy sorghum yield was the highest, reached 8 701.39 kg·ha⁻¹; When waxy sorghum and soybean densities are respectively 7.5×10^4 plant·ha⁻¹ and 10.5×10^4 plant·ha⁻¹, soybean yield was the highest, reached 1 875 kg·ha⁻¹; When waxy sorghum and soybean densities are respectively 9×10^4 plant·ha⁻¹ and 10.5×10^4 plant·ha⁻¹, two crops total yield, total output value, net income and VCR are highest, respectively 10 097.22 kg·ha⁻¹, 46 511.1 yuan·ha⁻¹, 29 193.6 kg·ha⁻¹, 2.69. Guojiaohong 1 and Nandou 12 densities, respectively 9×10^4 plant·ha⁻¹ and 10.5×10^4 plant·ha⁻¹ is the best structure of group configuration under double-season waxy sorghum and soybean wide row 1.8 m, ‘2:2’ planting intercropping pattern.

Keywords: Double-season waxy sorghum; Soybean; Intercropping; Group improvement

玉米(高粱)/大豆(马铃薯、红苕)间套作模式在我国西南地区十分普遍,合理的间套复种可提高耕地的总体生产能力,增强作物抗病能力和增加经济产出^[1-2]。高粱是我国酿造工业的主要原料,享誉中外的八大名酒均以南方优质糯高粱为主要原料,需求量逐年增加,随着糯高粱再生基因的发掘

利用,双季糯高粱逐渐发展成为中国南方积温较高地区的一个高效生产系统,种植面积逐年增加。大豆作为豆科作物与其它禾本科作物间套作,对提高粮食生产的可持续性以及粮食安全具有重要意义^[3]。李川东等^[4]、彭秋等^[5]认为高粱/大豆种植模式可有效增强高粱抗病能力、改善品质,提高周

收稿日期:2014-07-30
基金项目:重庆市科技攻关计划项目(CSTC2012ggB80055);重庆市应用开发计划项目(CSTC2013yykfA80021);基本科研业务科研费(2013cste-jbky-00510);种三产四高产高效关键技术集成与示范项目。
第一作者简介:尹学伟(1985-),男,助理研究员,硕士,主要从事作物育种与耕作技术研究。E-mail:446118766@qq.com。
通讯作者:张晓春(1967-),男,研究员,硕士,主要从事作物育种与耕作栽培研究。E-mail:1546688922@qq.com。

年产量及效益。前人套作大豆方面的研究,主要集中在玉米套作大豆方面,套作大豆产量形成除受自身品种特性^[6](耐荫与不耐荫)、密度^[7]等因素影响外,玉米密度^[8]、田间配置结构^[9]、两作物播期^[10]等也是影响其产量的重要因素,通过优化玉米、大豆田间配置结构、播期、密度等对改善共生期环境,缓和作物种间、种内矛盾,对提高作物周年产量及效益具有意义。栽培因素中,密度对作物产量的影响较大,复合群体下作物产量形成同时受两种作物密度及其互作的影响,双季糯高粱全生育期(3~11月)较传统玉米(单季高粱)长3~4个月,与大豆共生期长,特别是再生季糯高粱苗期受大豆的影响较大,前人研究主要集中在玉米、大豆(马铃薯)复种模式下,而在双季糯高粱、大豆间作方面的研究鲜见报道。本试验结合前期开展的双季糯高粱大豆间作模式带宽优化的基础上,通过研究南方双季糯高粱、大豆间作模式下作物密度对产量及效益的影响,旨在优化复合群体结构,缓和两作物种间种内矛盾,形成双季糯高粱、大豆周年高产高效的群体优化技术,为南方双季糯高粱、大豆生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试糯高粱品种为四川农业科学院水稻高粱研究所提供的常规糯高粱品种国窖红1号,大豆品种为南充农科所提供的国审夏大豆品种南豆12。

1.2 试验设计

试验于2013年3~11月在重庆市农业科学院渝西作物试验站进行,该区海拔325 m,土壤肥力中上、沙质,种植模式为马铃薯/高粱-再生高粱/大豆。

在前期开展的糯高粱间作大豆1.5,1.6,1.7,1.8,1.9和2 m开厢模式优化试验的基础上,继续探索糯高粱、大豆密度试验。试验采用两因素随机区组设计,双季糯高粱密度分别设置为7.5万株·hm⁻²(A1)、9万株·hm⁻²(A2)、10.5万株·hm⁻²(A3);大豆密度分别设置为9万株·hm⁻²(B1)、10.5万株·hm⁻²(B2)、12万株·hm⁻²(B3),共9个处理,3次重复,小区面积3.6 m×4 m=14.4 m²。高粱、大豆采用1.8 m开厢,“2:2”种植,高粱带内种植2行,窄行行距为40 cm,大豆带内种植2行,窄行行距40 cm,每个处理连续种植2带,高粱、大豆每穴两苗,施肥、管理措施一致。

头季糯高粱施养分含量40%的三元复合肥(N:P:K有效成份含量为16:6:18)600 kg·hm⁻²作

基肥,拔节期追施尿素150 kg·hm⁻²,再生季糯高粱施复合肥300 kg·hm⁻²,150 kg·hm⁻²尿素作发苗肥;大豆施过磷酸钙600 kg·hm⁻²,氯化钾225 kg·hm⁻²,开花前7 d追施尿素150 kg·hm⁻²。高粱采用育苗移栽,3月13日育苗,4月17日移栽,7月25日收获头季高粱,次日,在离地面1~2个节间处砍秆,大豆播种日期为6月24日,其它管理措施同大田生产。

1.3 测定项目与方法

头季、再生季糯高粱收获期,选取各小区长势均匀且连续的3穴(6株),分别进行株高、穗长、穗粒重、千粒重等考种;大豆收获期选取各小区连续均匀的3穴(6株)测量株高、底荚高度、有效分枝数、单株粒数、百粒重等进行考种,实收计产,按当年市场价格计算产值、成本投入,纯收益等。

1.4 数据分析

用DPS 7.05和Excel 2003分析处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同处理对高粱主要农艺性状及产量的影响

由表2可知,两季糯高粱株高随高粱密度的增加而增加,再生季糯高粱株高随大豆密度的增加而降低,处理间差异不显著;穗长随两作物密度的增加而降低,头季、再生季均以A1B1处理最高,达34.27和32.26 cm,A3B3最低,分别为30.75和27.29 cm;头季糯高粱千粒重以A1B2最高,再生季糯高粱以A1B1最高,分别为15.67和15.17 g;头季糯高粱穗粒重随两作密度的增加而降低,同一高粱密度下,再生季糯高粱穗粒重随大豆密度的增加而降低,处理间差异显著;头季、再生季糯高粱产量均以A2处理最高,平均产量分别为4 504.63和3 912.04 kg·hm⁻²,同一大豆密度下,两季糯高粱产量随密度的增加表现为先增后降,同一高粱密度下,两季糯高粱产量随大豆密度的增加而降低。

2.2 不同处理对大豆主要性状及产量的影响

大豆产量及其构成因素受间作模式下两作物密度的共同影响,由表2可知,大豆株高随两作物密度的增加而增高,最高为A3B3处理,达76.7 cm,显著高于A1B1、A1B2处理,其它处理间差异不显著;底荚高度随两作物密度增加而增加,最高为A3B3处理,达22.4 cm,最低为A1B1处理,仅为17.8 cm,处理间差异较大;有效分枝数随密度的增加而降低,A1B1处理较A3B3处理差异极显著,其它处理间差异不显著;单株有效荚数随密度的增加而减少,最高为A1B1处理,达71.6个,最小为A3B3处

理,仅 54.6 个;单株粒数、百粒重分别以 A1B1 处理最高,达 102.2 个、18.4 g, A3B3 处理最低,分别为 74.7 个、16.4 g。产量随高粱密度的增加而降低,随

大豆密度的增加先增加后降低, A1B2 处理最高,达 1 875 kg·hm⁻², A3B1 处理最低,为 1 180.56 kg·hm⁻²。

表 1 双季糯高粱主要性状及产量

Table 1 Main traits and yield of double-season waxy sorghum

处理 Treatment	株高		穗长		千粒重		穗粒重		产量	
	Plant height/cm		Spike length/cm		1000-kernel weight/g		Grain weight per spike/g		Yield/kg·hm ⁻²	
	头季	再生季	头季	再生季	头季	再生季	头季	再生季	头季	再生季
	1st-season	2nd-season	1st-season	2nd-season	1st-season	2nd-season	1st-season	2nd-season	1st-season	2nd-season
A1B1	247.3 aA	219.8 aA	34.27 aA	32.26 aA	15.61 aA	15.17 aA	53.04 aA	48.62 aA	3888.89 bcAB	3513.89 bcABC
A1B2	245.9 aA	218.6 aA	34.16 aA	31.10 babA	15.67 aA	14.86 abA	52.87 aA	46.35 abAB	3847.22 bcAB	3291.67 cdBC
A1B3	246.5 aA	216.4 aA	33.80 abAB	30.58 abAb	15.55 aA	14.38 abA	52.72 aA	43.58 bcBC	3770.83 cB	2937.50 dC
A2B1	247.4 aA	220.1 aA	33.04 abcAB	31.76 abA	15.63 aA	14.97 abA	50.80 aAB	46.37 abAB	4597.22 aA	4104.17 aA
A2B2	247.6 aA	218.4 aA	32.90 abcAB	30.48 babA	15.40 abA	14.63 abA	50.36 aABC	44.61 bcAB	4500.00 abAB	3861.11 abAB
A2B3	248.3 aA	217.3 aA	32.57 abcAB	29.04 bbcA	15.15 abA	14.16 abA	50.27 abABC	42.38 cdBC	4416.67 abcAB	3770.83 abcAB
A3B1	249.5 aA	223.3 aA	31.64 abcAB	29.87 babcA	14.73 abA	14.51 abA	47.03 bcBC	44.64 bcAB	4104.17 abcAB	3555.56 bcABC
A3B2	251.4 aA	221.6 aA	31.24 bcAB	28.64 bbcA	14.64 abA	14.20 abA	46.61 cC	42.18 cdBC	4062.50 abcAB	3472.22 bcABC
A3B3	250.5 aA	220.7 aA	30.75 cB	27.29 cB	14.35 bA	13.84 bA	46.46 cC	39.96 dC	4000.00 abcAB	3263.89 cdBC

表中同列数字后不同大小写字母分别表示 0.01 和 0.05 水平差异显著,下同。

Values in the same line followed by different capital and lowercase letters are significantly different at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. The same below.

表 2 大豆主要性状及产量

Table 2 Main traits and yield of soybean

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	底荚高度 Bottom pod height/cm	有效分枝数 Effective branches	单株有效荚数 Effective pods per plant	单株粒数 Grain number per plant	百粒重 100-grain weight/g	产量 Yield/ kg·hm ⁻²
A1B1	69.8 bA	17.8 cC	5.2 aA	71.6 aA	102.2 aA	18.4 aA	1458.33 bcdBCD
A1B2	70.2 bA	18.5 cC	5.0 abAB	69.0 abA	98.8 abAB	18.1 abAB	1875.00 aA
A1B3	72.3 abA	19.3 bcBC	4.8 abAB	63.8 abcABC	86.3 bcdeBCD	17.3 abcdABC	1597.22 abcABC
A2B1	72.4 abA	18.6 cC	4.9 abAB	70.4 abA	96.7 abAB	17.8 abcABC	1319.44 cdCD
A2B2	73.6 abA	20.9 abAB	4.7 abAB	66.4 abAB	91.5 abcABC	17.6 abcABC	1736.11 abAB
A2B3	75.7 abA	21.3 aAB	4.5 abAB	57.0 cdBC	78.0 deCD	17.2 bedABC	1458.33 bcdBCD
A3B1	73.6 abA	19.2 bcBC	4.7 abAB	65.2 abcAB	89.2 bcdABCD	17.4 abcdABC	1180.56 dD
A3B2	74.5 abA	21.7 aA	4.6 abAB	62.8 bcdABC	83.4 cdeBCD	16.9 cdBC	1388.89 cdBCD
A3B3	76.7 aA	22.4 aA	4.3 bB	54.6 dC	74.7 eD	16.4 dC	1250.00 dCD

2.3 不同处理产量及经济效益分析

表 3 可知,双季糯高粱间作大豆复种模式下,双季糯高粱总产、效益最高处理为 A2B1,分别为 8 701.39 kg·hm⁻²和 38 286.12 元·hm⁻²,最低为 A1B3 处理,分别为 6 708.33 kg·hm⁻²和 29 516.65 元·hm⁻²;大豆产量、效益以 A1B2 处理最高,分别为 1 875 kg·hm⁻²和 10 500 元·hm⁻²; B3A1 处理最低,仅为 1 180.56 kg·hm⁻²和 6 611.14 元·hm⁻²;两季作物总产量、总产值、净收益、产投比均以 A2B2 处理最高,分别为 10 097.22 kg·hm⁻²、46 511.1 元·hm⁻²、29 193.6 kg·hm⁻²、2.69,通过两作物密度优化,可显著提高两作物经济效益和产投比。

表3 不同处理经济效益分析
Table 3 Analysis on economic benefit of different treatments

处理 Treatment	产量 Yield/ kg·hm ⁻²			产值/元·hm ⁻² Output value / yuan·hm ⁻²			成本投入 Cost input /yuan·hm ⁻²	净收益 Net income /yuan·hm ⁻²	产投比 VCR
	两季糯高粱	大豆	总产量	两季糯高粱	大豆	总产值			
	D-season sorghum	soybean	Total yield	D-season sorghum	Soybean	Total value			
A1B1	7 402.78	1 458.33	8 861.11	32 572.23	8 166.65	40 738.88	17 317.50	23 421.38	2.35
A1B2	7 138.89	1 875.00	9 013.89	31 411.12	10 500.00	41 911.12	17 317.50	24 593.62	2.42
A1B3	6 708.33	1 597.22	8 305.55	29 516.65	8 944.43	38 461.08	17 317.50	21 143.58	2.22
A2B1	8 701.39	1 319.44	10 020.83	38 286.12	7 388.86	45 674.98	17 317.50	28 357.48	2.64
A2B2	8 361.11	1 736.11	10 097.22	36 788.88	9 722.22	46 511.10	17 317.50	29 193.60	2.69
A2B3	8 187.50	1 458.33	9 645.83	36 025.00	8 166.65	44 191.65	17 317.50	26 874.15	2.55
A3B1	7 659.73	1 180.56	8 840.29	33 702.81	6 611.14	40 313.95	17 317.50	22 996.45	2.33
A3B2	7 534.72	1 388.89	8 923.61	33 152.77	7 777.78	40 930.55	17 317.50	23 613.05	2.36
A3B3	7 263.89	1 250.00	8 513.89	31 961.12	7 000.00	38 961.12	17 317.50	21 643.62	2.25

按当年市场价格,常规糯高粱4.4元·kg⁻¹;大豆5.6元·kg⁻¹计;人工费用按人均45元·d⁻¹计;成本投入17 317.5元,包括地膜375元、人工11 887.5元、农药480元、种子肥料4 575元。

The market price of waxy sorghum, soybean and labor cost respectively valued 4.4 yuan·kg⁻¹, 5.6 yuan·kg⁻¹ and 45 yuan·kg⁻¹. Cost input 17 317.5 yuan, including mulch cost 375 yuan, labor cost 11 887.5 yuan, pesticide cost 480 yuan, seed and fertilizer cost 4 575 yuan.

3 结论与讨论

双季糯高粱、大豆间作模式下,密度对两季作物产量及其产量构成因素影响较大,丁国祥等^[11]研究认为,种植密度对高粱品种国窖红1号植株生育及产量的影响较大,9万~10万株·hm⁻²为该品种合理种植密度。赵甘霖等^[12]研究宽窄行和等行距栽培条件下高粱密度与产量的关系,结果表明,宽窄行栽培较等行距栽培增产极显著,平均增产7%~11%,获得同一产量水平下宽窄行栽培较等行距栽培降低10%左右的种植密度,可有效防止倒伏,提高产品质量。本试验结果表明,双季糯高粱大豆间作模式下,糯高粱品种国窖红1号最优种植密度为9万株·hm⁻²,当密度为7.5万株·hm⁻²、10.5万株·hm⁻²时,产量出现明显降低,这由于双季糯高粱/大豆间作模式下,糯高粱单株占有空间降低,适宜降低高粱密度对其产量形成,提高产量具有重要意义;再生季糯高粱平均株高、穗粒重、产量等较头季糯高粱显著下降,这由于头季糯高粱在双季糯高粱、大豆间作模式下具有较强的作物优势,受大豆的影响较小,再生季受大豆的遮阴作用较大,且随大豆密度的增加而增加,加之,受重庆地区10、11月份雨水的影响,温、光资源不足引起高粱产量及主要性状降低。复合种植模式下,套作大豆产量受田间配置,作物密度、带宽等共同决定,朱星陶等^[13]对玉米与大豆“1:2”间作种植的株行距优化配置研究,

结果表明,玉米大豆密度分别为4.71万株·hm⁻²、23.54万株·hm⁻²,复合群体产值、效益最高。张明荣等^[14]研究认为,玉米套作大豆“2:2”种植模式下,玉米6万株·hm⁻²、大豆9.9万株·hm⁻²是玉米大豆双高产高效的最优复合群体配置。本研究结果表明,双季糯高粱、大豆“2:2”间作模式下,糯高粱、大豆密度分别为9万株·hm⁻²、大豆为10.5万株·hm⁻²,两作物产值、效益最高,这由于常规糯高粱、玉米两作物植株主要性状差异较大,在相同密度条件下高粱对大豆的遮阴作用较玉米小,加之,受带宽、行比及品种的差异,导致双季糯高粱、大豆间作模式下两作物最适宜密度存在较大差异。

双季糯高粱、大豆1.8m开厢,行比“2:2”种植模式下,常规糯高粱国窖红1号、南豆12分别9万株·hm⁻²、10.5万株·hm⁻²,两作物总产量、总产值最大,分别为10 097.22kg·hm⁻²、46 511.1元·hm⁻²,该群体配置是双季糯高粱、大豆间作最优群体配置方式。

参考文献

[1] 郑顺森,袁继超,李德林,等. 马铃薯,玉米套作模式下田间配置及群体优化[J]. 中国马铃薯,2010,24(6):80-83. (Zheng S S, Yuan J C, Li D L, et al. Optimum plant patterns and group control under relay cropping mode of potatoes and corns[J]. Chinese Potato Journal, 2010,24(6):80-83.)

[2] 宁堂原,焦念元,安艳艳,等. 间套作资源集约利用及对产量品质影响研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(4):159-163. (Ning T Y, Jiao N Y, An Y Y, et al. Advances in resources in-

tensive utilization, yield and quality in intercropping or relay cropping systems[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2007,23(4):159-163.)

[3] Watson C A, Atkinson D, Gosling P, et al. Managing soil fertility in organic farming systems[J]. Soil Use and Management, 2002, 18:239-247.

[4] 李川东,李建农,沈益新. 收获时间对饲用高粱和野生大豆单、混表贮品质的影响[J]. 中国草地学报,2008,30(5):75-79. (Li C D, LI J N, Shen Y X. Influence of harvest date on quality of direct and mixed silage of forage sorghum and wild soybean[J]. Chinese Journal of Grassland,2008,30(5):75-79.)

[5] 彭秋,雷文权,何庆才,等. 高粱-大豆间作对高粱螟虫发生的影响[J]. 农技服务,2008,25(9):69. (Peng Q, Lei W Q, He Q C, et al. Effect on sorghum borer of sorghum and soybean intercropping pattern [J]. Agricultural Technology Service, 2008, 25(9):69.)

[6] 于晓波,张明荣,吴海英,等. 净套作下不同耐阴性大豆品种农艺性状及产量分布的研究[J]. 大豆科学,2012,31(5):757-761. (Yu X B, Zhang M R, Wu H Y, et al. Agronomic characters and yield distribution of different shade tolerance soybean under monoculture and relay strip intercropping systems[J]. Soybean Science, 2012,31(5):757-761.)

[7] 张正翼. 不同密度和田间配置对套作大豆产量和品质的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2008:31-35. (Zhang Z Y. Effects of different density and field distribution on yield and quality of relay-cropping soybean[D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2008:31-35.)

[8] 王竹,杨继芝,杨文钰. 套作模式下玉米播期和密度对后作大豆茎叶形态及产量的影响[J]. 西南农业学报,2014,27(2):549-554. (Wang Z, Yang J Z, Yang W Y. Effect of maize sowing time and density on stem and leaf morphological characters of soybean in relay-cropping system[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2014,27(2):549-554.)

[9] 陈颖,邹超亚. 玉米大豆间作复合群体优化配置与生产力研究[J]. 资源科学,1999,21(4):75-79. (Chen Y, Zou C Y. Study on optimum structure disposition of intercropping of maize/soybean complex and its productivity [J]. Resources Science, 1999,21(4):75-79.)

[10] 雍太文,杨文钰,向达兵,等. 玉/豆套作模式下玉米播期与密度对大豆农艺性状及产量的影响[J]. 大豆科学,2009,28(3):439-444. (Yong T W, Yang W Y, Xiang D B, et al. Effect of maize sowing time and density on the agronomic characters and yield of soybean in relay-planting system of maize and soybean [J]. Soybean Science,2009,28(3):439-444.)

[11] 丁国祥,赵甘霖,刘天朋,等. 种植密度对高粱国窖红1号生育及产量的影响研究[J]. 中国种业,2010(2):43-44. (Ding G X, Zhao G L, Liu T P, et al. Effects of different planting density on the growth and yield in Guojiaohong No. 1[J]. Seed Industry, 2010(2):43-44.)

[12] 赵甘霖,丁国祥,刘天朋,等. 宽窄行和等行距栽培条件下高粱种植密度与产量的关系研究[J]. 农学学报,2013,3(8):11-13. (Zhao G L, Ding G X, Liu T P, et. Studied on relationship on the sorghum density and yield under different width row space with narrow row space and same row space culture[J]. Journal of Agriculture,2013,3(8):11-13.)

[13] 张明荣,何泽民,吴海英,等. 玉米套作大豆模式复合群体高产高效优化配置技术研究[J]. 大豆科学,2012,31(4):575-578. (Zhang M R, He Z M, Wu H Y, et al. Optimal allocation technology for compound population of relay-intercropping maize with soybean[J]. Soybean Science,31(4):575-578.)

[14] 朱星陶,陈佳琴,谭春燕,等. 玉米与大豆“1:2”间作种植的株行距优化配置研究[J]. 大豆科学,2014,33(1):35-40. (Zhu X T, Chen J Q, Tan C Y, et al. Optimization on plant row and spacing configuration of maize and soybean under 1:2 intercropping planting model [J]. Soybean Science,2014,33(1):35-40.)

(上接第 232 页)

[20] 台莲梅,郭永霞,林纯刚,等. 不同农业措施对重茬大豆根腐病及大豆生育的影响[J]. 大豆科学,2002,21(4):298-300. (Tai L M,Guo Y X,Lin C G,et al. Effect on agronomic practices to soybean root rot and soybean growth in condition of continuous cropping[J]. Soybean Science,2002,21(4):298-300.)

[21] 薛兰兰. 秸秆覆盖保护性种植的土壤养分效应和作物生理生化响应机制研究[D]. 重庆:西南大学,2011. (Xue L L. The effect of straw mulch conservative cultivation on soil nutriens and crop physio-biochemical mechanisms[J]. Chongqing:Southwest University,2011.)

[22] 叶志明,李志强,张宝龙. 不同耕作方式对大豆产量的影响[J]. 现代化农业,2011(7):43. (Ye Z M,Li Z Q,Zhang B L. Effects of different tillage on soybean yield[J]. Modernizing Agriculture, 2011(7):43.)

[23] 王丽学,高园园. 保护性耕作对土壤含水率、大豆生长发育及产量的影响研究[J]. 中国农村水利水电,2013(9):37-40. (Wang L X,Gao Y Y. Reserch on the influence of conservation tillage on soil moisture content,soybean growth and yield[J]. Chi-na Rural Water and Hydropower,2013(9):37-40.)

[24] 许艳丽,刘晓冰,韩晓增,等. 大豆连作对生长发育动态及产量的影响[J]. 中国农业科学,1999,32(S1):64-68. (Xu Y L,Liu X B,Han X Z,et al. Effect of continuous-cropping on yield and growth-development of soybean [J]. Scientia Agricultura Scinica, 1999,32(S1):64-68.)

[25] 王丽君,王佐魁. 大豆轮作方式与生育性状及病虫害发生的关系[J]. 内蒙古农牧学院学报,1997,18(4):107-111. (Wang L J,Wang Z K. Study on relationship of rotation regime and growth character with plant disease and insect pests on soybean[J]. Journal of Inner Mongolia Institute of Agriculture and Animal Husbandry,1997,18(4):107-111.)

[26] 王孟雪,张玉先. 麦/玉/豆轮作制度下不同施肥措施对大豆产量的影响[J]. 大豆科学,2009,28(6):1040-1043. (Wang M X, Zhang Y X. Fertilization measures affects soybean yield under wheat-maize- soybean rotation cropping [J]. Soybean Science, 2009,28(6):1040-1043.)