

兰州地区玉米/大豆带状复合种植品种配置试验

温 健¹, 陈光荣², 樊廷录², 王立明², 杨如萍², 董 博², 张国宏², 杨桂芳³, 南琴霞⁴, 牛建彪⁵

(1. 甘肃省永登县农业技术推广中心, 甘肃 永登 730030; 2. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃环科雅农业科技有限公司, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省皋兰县农牧局, 甘肃 皋兰 730020; 5. 甘肃省榆中县农业技术推广中心, 甘肃 榆中 730010)

摘要: 在兰州市皋兰县城关镇明星村(海拔 1 754 m)、榆中县城关镇李家庄(海拔 1 879 m)和永登县柳树镇柳树村(海拔 2 032 m)不同海拔条件下, 以玉米/大豆带状复合种植模式为研究对象, 3 个紧凑型玉米品种(巡天 1102、金穗 3 号和龙源 3 号)和 6 个熟期接近的大豆品种(系)(冀豆 17、中黄 30、齐黄 36、陇黄 2 号、晋豆 19 和 XD2015-6)为试验材料, 采用单因素随机区组设计, 筛选兰州市不同海拔条件下适宜于机械化作业的玉米、大豆间作品种, 以期提高生产效率和经济效益。试验结果表明, 因生育特性的差异, 各品种农艺性状及产量在不同海拔条件下不同, 间作玉米品种金穗 3 号在皋兰、榆中和永登表现均最好, 产量平均分别为 12 561.8 kg/hm²、11 954.3 kg/hm² 和 11 011.8 kg/hm², 间作大豆品种晋豆 19 在皋兰和榆中产量最高, 分别为 1 941.7 kg/hm² 和 1 691.7 kg/hm²; 中黄 30 和 XD2015-6 在较高海拔的永登县则表现较好, 产量分别是 1 523.1、1 505.2 kg/hm²。综合考虑玉米、大豆适宜机械收获的农艺指标及产值和效益, 建议在该区域选用玉米品种金穗 3 号和大豆品种中黄 30 或 XD2015-6 间作组合较好。

关键词: 玉米/大豆复合种植; 品种配置; 海拔; 效益; 兰州地区

中图分类号: S513; S565.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)07-0025-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.07.008

Experiment of Cultivars Configuration of Corn Intercropping Soybean in Strip Planting of Lanzhou Areas

WEN Jian¹, CHEN Guangrong², FAN Tinlu², WANG Liming², YANG Ruping², DONG Bo², ZHANG Guohong², YANG Guifang³, NAN Qinxia⁴, NIU Jianbiao⁵

(1. Yongdeng Agricultural Technology Extension Center, Yongdeng Gansu 730030, China; 2. Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Gansu Central Keya Green Agriculture Technology Ltd., Lanzhou Gansu 730070, China; 4. Farming and Animal Husbandry Bureau of Gaolan County, Gaolan Gansu 730020, China; 5. Yuzhong Agricultural Technology Extension Center, Yuzhong Gansu 730010, China)

Abstract: Under corn /soybean intercropping system, using 3 compact-type corn cultivars (Xuntian 1102, Jinsui 3 and Longyuan 3), and 6 soybean cultivars (Jidou 17, Zhonghuang 30, Qihuang 36, Longhuang 2, Jindou 19 and XD2015-6), single radom-plot design is conducted to screen suitable corn and soybean cultivars for corn /soybean intercropping system in different altitudes in Lanzhou city. The result indicates that the yield of Jinsui 3 in Gaolan, Yuzhong and Yongdeng are higher than Xuntian 1102 and Longyuan 3, which are 12 561.8 kg/hm², 11 954.3 kg/hm² and 1101.8 kg/hm², respectively. For the soybean cultivars, the yield of Jindou 19 in Gaolan and Yuzhong are higher than other soybean cultivars, which are 1 941.7 kg/hm² and 1 691.7 kg/hm², respectively. The yield of Zhonghuang 30 and XD2015-6 are higher in yongdeng, which are 1 523.1 kg/hm² and 1 505.2 kg/hm², respectively. Take main economic characters and agronomic traits for mechanical work, corn cultivars Jinsui 3 and soybean cultivars Zhonghuang 30, XD2015-6 are the moderate system which can be extention in Gansu irrigation districts along Yellow River. The high yield of crop production can be got by improving the photo syrathetic.

Key words: Corn intercropping soybean; Cultivars allocation; Altitudes; Benefit; Lanzhou areas

玉米是目前世界上产量最高的谷类粮食作物, 同样也是禾谷类作物中增产潜力最大的作物。玉

收稿日期: 2017-05-31

基金项目: 兰州市农业科技专项(2015-3-37), 甘肃省农业科学院中青年基金(2015GAAS20), 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-CES17)。

作者简介: 温 健(1981—), 男, 甘肃永登人, 高级农艺师, 从事农业高效栽培技术研究与推广工作。E-mail: iwenjian@163.com。

通信作者: 陈光荣(1980—), 男, 甘肃皋兰人, 博士, 主要研究作物高产高效栽培理论与技术。E-mail: chengr516@163.com。

米具有粮食、饲料、工业原料等多种用途,在农业生产中起到非常重要的作用。玉米/大豆带状复合种植技术是在传统间套作的基础上创新发展而来,利用生物多样性抑制病虫害、通过豆科根瘤固氮减少氮肥施用,实现减药减肥^[1-3]。玉米/大豆复合种植增加了地面覆盖,减少地膜使用,不仅能达到土壤保墒效果,还能减少白色污染^[4-5]。该技术充分利用边行优势、年际间交替轮作解决玉米、大豆争地矛盾及连作障碍,达到两作物协同高产的目的^[6-7]。另外,该技术可实现全程机械化,提高生产效率^[8-9]。因此,在兰州市不同海拔地区筛选出适宜于机械化操作的玉米、大豆品种,充分发挥其产量潜力十分必要,同时也能够为该区建立现代农作物高产高效技术体系和该模式下实现作物增产、土壤培肥、环境友好的“三赢”局面提供支持。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于 2016 年分别在甘肃省兰州市皋兰县城关镇明星村、榆中县城关镇李家庄和永登县柳树镇柳树村进行,试验点基本情况见表 1。

1.2 试验材料

供试的玉米品种为巡天 1102、金穗 3 号、龙源 3 号,大豆品种(系)为冀豆 17、中黄 30、齐黄 36、陇黄 2 号、晋豆 19、XD2015-6。

1.3 试验设计

采用随机区组设计,玉米 3 个品种,分别为巡天 1102(A1)、金穗 3 号(A2)、龙源 3 号(A3);大豆 6 个品种,分别为冀豆 17 (B1)、中黄 30 (B2)、齐黄 36 (B3)、陇黄 2 号 (B4)、晋豆 19 (B5)、XD2015-6 (B6)。配置成 18 个处理,每处理 1 小区,小区面积为 26.4 m² (6.6 m×4.0 m),3 次重复。玉米带与大豆带间套种植,幅宽 2.2 m,玉米带 2 行(行间距 40 cm),玉米带间种 1 带大豆(2 行,行间距 40 cm),玉米带与大豆带间距为 70 cm。4 月 20 日玉米、大豆同时播种,玉米、大豆穴距分别为 15 cm 和 13 cm,玉米穴留 1 株,密度为 6 万

株/hm²;大豆穴留 2 株,密度为 13.5 万株/hm²。不施用农家肥,N、P、K 施肥量为 N 225 kg/hm²、P₂O₅ 为 150 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²,其中 40%氮肥、70%钾肥、全部磷肥作为基肥,60%氮肥、30%钾肥作为花期追肥。肥水及大田管理同当地生产。

1.3 调查测定项目

1.3.1 玉米调查测定项目 生长过程中记载各品种生育时期、品种特性。成熟时每小区取 10 株进行考种。测定株高、穗位、有效穗数、双穗率,室内测定穗长、秃顶长度、千粒重等项目,并计算各小区产量。

1.3.2 大豆调查测定项目 生长过程中记载各品种生育时期、品种特性。成熟时每小区取 20 株进行考种,测定株高、有效株数,室内测定底荚高度、主茎节数、分枝数、有效荚数、无效荚数、单株粒数、百粒重等,并计算各小区产量。

1.3.3 数据分析 用 Microsoft Excel 和 DPS 统计软件进行试验数据汇总与统计分析。

2 结果与分析

2.1 海拔高度对间作玉米农艺性状及产量构成因素的影响

从表 2 可以看出,各玉米品种生育期从长到短依次为巡天 1102、金穗 3 号和龙源 3 号,金穗 3 号和龙源 3 号在 3 个试验点均能正常成熟,巡天 1102 在皋兰(海拔 1 754 m)能正常成熟,在榆中(海拔 1 879 m)和永登(海拔 2 032 m)早霜来临较晚的情况下勉强成熟。各个品种株高、穗位、穗粒数、千粒重均随海拔增高而呈现降低的趋势。其中,株高变幅为 1.94~2.64 m,巡天 1102 最高,其次是金穗 3 号,最矮的是龙源 3 号。穗粒数变幅为 459~574 粒,表现最好的是金穗 3 号,在皋兰可达到 574 粒,较差的是龙源 3 号;千粒重变幅为 348.3~387.6 g,金穗 3 号千粒重较高,龙源 3 号偏低。

2.2 海拔高度对间作大豆农艺性状及产量构成因素的影响

从表 3 可以看出,随海拔的升高各大豆品种

表 1 试验点概况

试验点	经度	纬度	海拔/m	年均温度/℃	年均降水量/mm	年蒸发量/mm	无霜期/d	土壤类型	有机质/(g/kg)	碱解氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)
皋兰县	104.35	35.23	1 754	7.1	263	1 750	144	粉质壤土	23.5	67.4	8.7	164.3
榆中县	104.12	35.85	1 879	6.5	427	1 550	137	灰钙土	17.9	53.4	11.5	135.7
永登县	103.27	36.73	2 032	5.9	304	1 447	126	灌淤土	21.5	62.8	13.8	149.2

表 2 海拔高度对间作玉米农艺性状及产量构成因素的影响

品种	试验点	株高/cm	穗位/cm	生育期/d	有效穗数/(穗/hm ²)	穗粒数/粒	千粒重/g	双穗率/%	穗长/cm	秃顶/cm
巡天1102	皋兰	264	142	157	59 595	529	362.5	2.7	18.5	2.1
	榆中	258	139	164	59 130	487	358.1	3.1	17.7	3.7
	永登	247	137	170	59 355	459	357.9	2.4	17.2	3.2
金穗3号	皋兰	2.57	1.38	152	59 730	574	387.6	1.4	19.8	1.9
	榆中	2.49	1.37	159	59 640	532	379.2	1.9	19.1	2.2
	永登	2.42	1.37	163	59 595	517	374.5	1.6	19.2	2.7
龙源3号	皋兰	2.28	1.29	149	59 310	473	348.3	2.1	16.4	0.7
	榆中	1.97	1.17	153	59 505	468	349.2	1.7	15.7	0.8
	永登	1.94	1.17	155	58 080	459	351.8	1.3	16.4	0.5

表 3 海拔高度对间作大豆农艺性状及产量构成因素的影响

品种	试验点	株高/cm	底荚高/cm	生育期/d	有效株数/(株/hm ²)	分枝数/(个/株)	有效荚数/(个/株)	荚粒数/粒	单株粒数/粒	百粒重/g
冀豆17	皋兰	72	17.5	146	8 479	3.2	26.2	2.4	62.7	21.3
	榆中	68	15.4	151	8 732	2.7	23.1	2.3	53.1	21.5
	永登	69	14.7	157	8 629	2.5	17.2	2.1	36.1	19.2
中黄30	皋兰	68	17.8	141	8 739	1.9	22.4	2.4	53.7	20.6
	榆中	69	18.3	146	8 803	1.7	23.4	2.4	56.1	19.7
	永登	68	17.3	148	8 791	1.7	22.1	2.3	50.8	19.3
齐黄36	皋兰	73	11.3	145	8 693	2.8	31.1	2.2	68.4	20.1
	榆中	67	12.7	151	8 747	2.7	26.3	2.3	60.5	20.4
	永登	65	10.7	159	8 801	2.1	20.3	2.3	46.7	19.5
陇黄2号	皋兰	66	13.9	144	8 769	2.4	22.5	2.4	54.0	20.7
	榆中	67	12.4	149	8 835	2.3	21.2	2.3	48.7	19.5
	永登	65	10.8	153	8 806	2.3	20.1	2.3	46.2	19.3
晋豆19	皋兰	73	11.4	148	8 791	3.2	32.7	2.4	78.5	21.4
	榆中	67	10.3	151	8 802	3.1	26.5	2.4	63.6	20.1
	永登	65	9.4	159	8 794	3.2	21.5	2.3	49.4	19.3
XD2015-6	皋兰	69	21.5	142	8 896	2.8	27.4	2.4	65.7	19.1
	榆中	67	20.4	149	8 904	2.6	24.7	2.4	59.2	18.5
	永登	66	19.4	152	8 918	2.6	21.6	2.3	49.6	18.1

生育期逐渐延长, 变幅在 7~14 d。其中, 中黄 30 变幅最小, 齐黄 36 变幅最大; 中黄 30、陇黄 2 号 和 XD2015-6 在 3 个试验点均能正常成熟, 冀豆 17、齐黄 36 和晋豆 19 在皋兰和榆中能正常成熟, 在永登勉强成熟。各大豆品种株高、底荚高度、分枝数、有效荚数、荚粒数、百粒重均随海拔增

高而呈现降低的趋势, 其中, 株高为 65~73 cm, 各品种间株高差异不显著。底荚高度为 9.4~20.4 cm, XD2015-6 和中黄 30 底荚较高, 分别为 20.4 cm 和 18.3 cm, 适宜于大豆机械化收获。单株有效荚数为 17.2~32.7 个, 表现最好的是晋豆 19, 在皋兰为 32.7 个; 较差的是冀豆 17, 在永登为

17.2 个。百粒重为 18.1 ~ 21.5 g, 冀豆 17 较高, XD2015-6 偏低。

2.3 品种配置对玉米/大豆间作系统产量及经济效益的影响

根据试验数据和测产结果, 以及对各种农产品及农用生产资料的市场调查结果、机耕劳力折价的情况, 计算出的产值、投入及纯收入见表 4、5、6。由表 4~6 可知, 随海拔高度升高, 玉米/大豆间作系统产量和利润在降低。海拔 1 754 m 时, 玉米/大豆间作系统平均产量和利润较高, 分别为 12 947.9 kg/hm² 和 15 861.2 元/hm²; 海拔 1 879 m 时, 系统平均产量和利润比 1 754 m 降低了 7.9% 和 14.3%; 海拔 2 032 m 时, 系统平均产量和利润比 1 754 m 降幅达到 14.3% 和 24.9%。

在同一海拔条件下, 不同玉米、大豆品种配置对系统产量和利润的影响差异显著。由表 4 可知, 在海拔 1 754 m 时, 各间作玉米品种间产量差异显著, 产量为 9 289.5 ~ 12 942.0 kg/hm², 表现较好的是金穗 3 号, 产量均在 12 000 kg/hm² 以上, 较差的是龙源 3 号。各间作大豆品种间产量差异也达到显著水平, 产量为 1 409.6 ~ 1 978.5 kg/hm², 表现最好的是晋豆 19, 产量均在 1 900 kg/hm² 以

上, 其次是中黄 30、齐黄 36 和 XD2015-6, 表现较差的是冀豆 17。从玉米/大豆间作系统的产值与利润角度分析, 不同玉米、大豆品种配置间差异显著, 产值为 23 008.2 ~ 30 392.7 元/hm², 利润变幅为 12 258.6 ~ 19 643.1 元/hm²。表现最好的是金穗 3 号和晋豆 19 组合, 其次是金穗 3 号和中黄 30、金穗 3 号和 XD2015-6 间的组合, 表现较差是龙源 3 号和齐黄 36 的组合。

由表 5 可知, 在海拔 1 879 m 时, 各间作玉米品种间产量差异显著, 产量为 9 111.8 ~ 12 145.9 kg/hm², 表现较好的是金穗 3 号, 产量均在 11 000 kg/hm² 以上, 表现较差的是龙源 3 号。各间作大豆品种间产量差异也达到显著水平, 产量为 1 259.6 ~ 1 787.1 kg/hm², 表现最好的是晋豆 19, 产量均在 1 500 kg/hm² 以上; 其次是中黄 30、齐黄 36 和 XD2015-6, 表现较差的是陇黄 2 号。从玉米/大豆间作系统的产值与利润角度分析, 不同玉米、大豆品种配置间差异显著, 产值为 21 882.6 ~ 27 890.0 元/hm², 利润为 11 133.2 ~ 17 219.1 元/hm², 表现较好的是金穗 3 号和中黄 30、金穗 3 号和晋豆 19 组合, 其次是金穗 3 号和 XD2015-6 间的组合, 表现较差是龙源 3 号和冀豆 17 的组合。

表 4 不同品种组合的玉米/大豆系统产量及经济效益 (皋兰县)

处理	产量/(kg/hm ²)			产值 /(元/hm ²)	投入 /(元/hm ²)	利润 /(元/hm ²)
	玉米	大豆	玉米 + 大豆			
A1B1	11 403.5	1 548.6	12 952.1 bc	25 988.5 d	10 749.6	15 238.9 c
A1B2	11 795.7	1 757.9	13 553.6 b	27 662.4 c	10 749.6	16 912.8 b
A1B3	11 958.1	1 730.4	13 688.5 b	27 785.0 c	10 749.6	17 035.4 b
A1B4	11 275.2	1 409.6	12 684.8 bc	25 088.1 d	10 749.6	14 338.5cd
A1B5	11 384.9	1 909.5	13 294.4 b	27 763.3 c	10 749.6	17 013.7 b
A1B6	11 739.3	1 664.9	13 404.2 b	27 107.1 c	10 749.6	16 357.5 bc
A2B1	12 370.5	1 688.6	14 059.1 ab	28 235.6 b	10 749.6	17 486.0 b
A2B2	12 295.5	1 857.3	14 152.8 ab	28 959.3 b	10 749.6	18 209.7 ab
A2B3	12 469.5	1 585.7	14 055.2 ab	27 879.5 c	10 749.6	17 129.9 b
A2B4	12 436.5	1 556.7	13 993.2 b	27 681.9 c	10 749.6	16 932.3 b
A2B5	12 942.0	1 937.1	14 879.1 a	30 392.7 a	10 749.6	19 643.1 a
A2B6	12 856.5	1 767.6	14 624.1 a	29 408.4 a	10 749.6	18 658.8 ab
A3B1	9 411.8	1 761.0	11 172.8 c	23 862.6 ef	10 749.6	13 113.0 d
A3B2	9 579.0	1 944.2	11 523.2 c	25 047.2 d	10 749.6	14 297.6 cd
A3B3	9 289.5	1 629.0	10 918.5 d	23 008.2 f	10 749.6	12 258.6 e
A3B4	9 610.5	1 705.5	11 316.0 c	23 904.3 ef	10 749.6	13 154.7 d
A3B5	9 412.5	1 978.5	11 391.0 c	24 952.5 e	10 749.6	14 202.9 cd
A3B6	9 627.2	1 773.6	11 400.8 c	24 268.2 e	10 749.6	13 518.6 d

表 5 不同品种组合的玉米/大豆系统产量及经济效益 (榆中县)

处理	产量/(kg/hm ²)			产值 /(元/hm ²)	投入 /(元/hm ²)	利润 /(元/hm ²)
	玉米	大豆	玉米 + 大豆			
A1B1	10 173.9	1 398.6	11 572.5 c	23 270.5 d	10 749.6	12 520.7 e
A1B2	9 891.0	1 607.9	11 498.9 c	23 864.9 d	10 749.6	13 115.3 d
A1B3	10 114.3	1 580.4	11 694.7 c	24 085.2 c	10 749.6	13 335.4 d
A1B4	9 796.5	1 259.6	11 056.1 cd	21 972.2 ef	10 749.6	11 222.6 f
A1B5	9 738.0	1 759.5	11 497.5 c	24 378.3 c	10 749.6	13 628.7 d
A1B6	9 768.1	1 559.9	11 328.0 c	23 428.1 d	10 749.6	12 678.9 e
A2B1	11 920.5	1 538.6	13 459.1 b	26 765.6 ab	10 749.6	16 016.0 b
A2B2	12 145.9	1 707.3	13 853.2 a	27 969.3 a	10 749.6	17 219.7 a
A2B3	11 899.5	1 435.7	13 335.2 b	26 217.5 b	10 749.6	15 467.9 c
A2B4	12 016.5	1 406.7	13 423.2 b	26 259.9 b	10 749.6	15 510.3 c
A2B5	11 847.0	1 787.1	13 634.1 a	27 890.7 a	10 749.6	17 141.1 a
A2B6	11 896.5	1 617.6	13 514.1 ab	27 122.4 ab	10 749.6	16 372.8 b
A3B1	9 111.8	1 461.0	10 572.8 d	21 882.6 f	10 749.6	11 133.2 g
A3B2	9 279.0	1 644.2	10 923.2 d	23 067.2 d	10 749.6	12 317.6 ef
A3B3	9 139.5	1 479.0	10 618.5 d	22 018.2 e	10 749.6	11 268.6 g
A3B4	9 310.4	1 495.6	10 806.0 d	22 374.3 e	10 749.6	11 624.4 f
A3B5	9 262.5	1 528.5	10 791.0 d	22 462.5 de	10 749.6	11 712.9 f
A3B6	9 327.4	1 623.0	10 950.4 d	23 038.2 d	10 749.6	12 288.8 ef

表 6 不同品种组合的玉米/大豆系统产量及经济效益 (永登县)

处理	产量/(kg/hm ²)			产值 /(元/hm ²)	投入 /(元/hm ²)	利润 /(元/hm ²)
	玉米	大豆	玉米 + 大豆			
A1B1	9 483.3	1 248.7	10 732.0 c	21 416.6 d	10 749.7	10 666.7 d
A1B2	9 261.0	1 517.9	10 778.9 c	22 406.9 c	10 749.6	11 657.3 c
A1B3	9 364.5	1 280.4	10 644.9 c	21 385.2 d	10 749.6	10 635.9 d
A1B4	9 346.5	1 349.6	10 696.1 c	21 702.2 d	10 749.6	10 952.4 d
A1B5	9 288.0	1 459.5	10 747.5 c	22 158.1 c	10 749.6	11 408.7 c
A1B6	9 318.0	1 529.9	10 847.9 c	22 558.1 c	10 749.6	11 808.5 c
A2B1	10 870.5	1 388.6	12 259.1 ab	24 335.6 b	10 749.6	13 585.7 b
A2B2	11 095.5	1 557.3	12 652.8 a	25 539.2 a	10 749.6	14 789.7 a
A2B3	10 999.5	1 285.8	12 285.3 b	24 027.5 b	10 749.6	13 277.5 b
A2B4	11 461.5	1 376.7	12 838.2 a	25 221.9 a	10 749.6	14 472.3 a
A2B5	10 797.0	1 487.1	12 284.1 b	24 710.7 b	10 749.6	13 961.3 b
A2B6	10 846.5	1 527.6	12 374.1 b	24 992.4 b	10 749.6	14 242.8 a
A3B1	8 601.0	1 311.0	9 912.0 e	20 316.6 e	10 749.6	9 567.8 f
A3B2	9 129.0	1 494.2	10 623.2 c	22 077.3 c	10 749.6	11 327.6 c
A3B3	8 839.5	1 329.0	10 168.5 d	20 788.2 e	10 749.6	10 038.6 ef
A3B4	9 055.5	1 345.4	10 400.9 cd	21 216.3 d	10 749.6	10 466.3 e
A3B5	8 662.5	1 453.7	10 116.2 d	21 127.5 d	10 749.6	10 377.9 e
A3B6	9 027.0	1 458.0	10 485.0 cd	21 733.2 d	10 749.6	10 983.4

由表6可知,在海拔2 032 m时,各间作玉米品种间产量差异较小,产量为8 601.0~11 461.5 kg/hm²,表现较好的还是金穗3号,产量均在11 000 kg/hm²左右,巡天1102和龙源3号品种间差异不显著,产量均在9 000 kg/hm²左右。各间作大豆品种在高海拔区域内产量差异呈缩小的趋势,产量为1 248.7~1 557.3 kg/hm²,表现最好的是中黄30,产量均在1 500 kg/hm²左右;其次是晋豆19和XD2015-6,表现较差的是冀豆17和齐黄36。从玉米/大豆间作系统的产值与利润角度分析,不同玉米、大豆品种配置间差异显著,产值变幅为20 316.6~25 539.2元/hm²,利润为9 567.8~14 789.1元/hm²,表现较好的是金穗3号和中黄组合和金穗3号和陇黄2号组合,其次是金穗3号和晋豆19、金穗3号和XD2015-6间的组合,表现较差是龙源3号和冀豆17的组合。

3 小结与讨论

因品种生育特性的差异,各品种农艺性状及产量在不同海拔条件下不同。间作玉米品种金穗3号在皋兰县(1 754 m)、榆中县(1 879 m)和永登县(2 032 m)表现均最好,产量平均分别为12 561.8 kg/hm²、11 954.3 kg/hm²和11 011.8 kg/hm²。间作大豆品种晋豆19在皋兰县和榆中县产量最高,分别为1 941.7 kg/hm²和1 691.7 kg/hm²;中黄30和XD2015-6在海拔较高的永登县表现较好,产量分别是1 523.1 kg/hm²和1 505.2 kg/hm²。

间套作体系内作物合理的搭配和组合是其增产的重要保证,共生期体系内两种作物必然发生相互作用,且间套作作物的相对竞争能力受环境影响较大,特定环境条件下的最佳作物组合及品种搭配并不一定适应于所有的种植区域^[10-11]。大豆为喜光作物,在大豆的总干物质中,光合产物积累量占到了91.32%,且整个生育期对光照的反映都很敏感^[12]。而在玉米/大豆间作模式中,大豆处于群体光能截获的劣势,高层作物的遮荫是制约大豆增产的主要原因,因此本试验选择了3个株型紧凑的玉米与大豆间作,可减缓其弱光伤害,保证体系产量。

近年来,由于劳动力成本的上升和农村劳动力缺乏的局面逐渐加剧,农业生产机械化迫在眉睫。间套作种植充分的利用了光、热、水、肥时空生态位的差异,实现了多种作物在资源上的时空互补利用,提高了资源利用效率和土地生产率,

增加了农民收入,是生态农业与可持续农业发展的重要方向。本研究中涉及的玉米/大豆带状复合种植模式适宜于机械化作业,因此,对品种的选择更加严格。综合考虑玉米、大豆适宜机械收获的农艺指标及产值和利润,建议在该区域(海拔1 700 m~2 000 m)选用玉米品种金穗3号和大豆品种中黄30或XD2015-6间作组合为好。

参考文献:

- [1] PENG X B, ZHANG Y Y, CAI J, *et al.* Photosynthesis, growth and yield of soybean and maize in a tree-based agroforestry intercropping system on the Loess Plateau[J]. *Agroforestry Systems*, 2009, 76: 569-577.
- [2] 雍太文,刘小明,刘文钰,等. 减量施氮对玉米/大豆套作系统下作物氮素吸收和利用效率的影响[J]. *生态学报*, 2015, 35(13): 4473-4482.
- [3] 陈光荣,王立明,杨如萍,等. 平衡施肥对马铃薯-大豆套作系统中作物产量的影响[J]. *作物学报*, 2017, 43(4): 596-607.
- [4] LIU X J, ZHANG Y, HAN W X, *et al.* Enhanced nitrogen deposition over China[J]. *Nature*, 2013, 494: 459-462.
- [5] 肖炎波,李隆,张福锁. 豆科/禾本科间作系统中氮营养研究进展[J]. *中国农业科技导报*, 2003, 5(6): 44-49.
- [6] 陈光荣,王立明,杨如萍. 甘肃不同生态区豆科与非豆科间套作高效栽培技术及其应用前景[J]. *中国农业科技导报*, 2017, 19(3): 63-71.
- [7] MAO L L, ZHANG L Z, LI W Q, *et al.* Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop[J]. *Field Crops Research*, 2012, 138: 11-20.
- [8] 吴维雄,罗锡文,杨文钰,等. 小麦-玉米/大豆带状复合种植机械化研究进展[J]. *农业工程学报*, 2015, 31(Supp. 1): 1-7.
- [9] 李隆. 间套作强化农田生态系统服务功能的研究进展与应用展望[J]. *中国生态农业学报*, 2016, 24(4): 404-415.
- [10] 陈光荣,杨文钰,张国宏,等. 薯/豆套作模式下不同熟期大豆品种生长补偿效应[J]. *中国农业科学*, 2016, 49(3): 455-467.
- [11] 陈光荣,张国宏,王立明,等. 西北沿黄灌区不同作物间套作大豆产出效果分析[J]. *大豆科学*, 2013(5): 614-619.
- [12] 陈光荣,杨文钰,张国宏,等. 马铃薯/大豆套作对3个大豆品种光合指标与产量的影响[J]. *应用生态学报*, 2015, 26(11): 3345-3352.

(本文责编:陈珩)