

秸秆还田条件下玉米-高粱(玉米)-大豆轮作的产量与效益分析

盖志佳^{1,2} 刘婧琦² 蔡丽君² 杜佳兴² 谷 维³ 张敬涛^{1,2} 吴俊江⁴

(¹ 黑龙江省农业科学院博士后科研工作站,哈尔滨 150086; ² 黑龙江省农业科学院佳木斯分院,佳木斯 154007; ³ 黑龙江省农业科学院植物保护研究所,哈尔滨 150086; ⁴ 黑龙江省农业科学院大豆研究所/农业农村部大豆栽培重点实验室,哈尔滨 150086)

摘要:为明确不同轮作模式的籽粒产量与经济效益差异,推广合理的轮作种植模式,试验设置玉米-高粱-大豆、玉米-玉米-大豆、连作玉米、连作大豆4种植模式。研究结果表明:玉米-高粱-大豆、玉米-玉米-大豆中大豆籽粒产量较连作大豆籽粒产量分别增加23.88%和17.55%,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式年净收益比连作玉米分别高1377元/hm²和336元/hm²,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式年净收益比连作大豆分别高2279元/hm²和1237元/hm²,玉米-高粱-大豆轮作年净收益比玉米-玉米-大豆轮作高1041元/hm²。

关键词:玉米;大豆;高粱;轮作;产量;效益

黑龙江省是我国重要的商品粮基地,粮食总产实现十二连增,突破600亿kg,为保障国家粮食安全作出了巨大贡献。但不能否认近年来黑龙江省粮食的大幅度增长是以扩大种植面积和连续种植高产作物实现的。受政策和市场的影响,黑龙江省的轮作体系在不断变化中,轮作形式主要经历了20世纪50、60年代的主谷式轮作——以大豆为中心的轮作方式;20世纪70年代以大豆为中心的轮作方式被打破,轮作体系受到作物布局的冲击而变得不稳定。在作物布局和作物结构变化上,以绥化为界,小麦、大豆北移情况更加明朗,20世纪60年代至70年代,由于玉米双交种和单交种先后被广泛采用,单位面积产量提高,作物构成逐渐发生变化,即玉米播种面积逐渐增加,高粱、谷子逐渐减少。20世纪80年代以后主产区玉米和大豆重迎茬加剧,造成大豆重迎茬的主要原因是市场价格拉力作用,同时期水稻面积也快速增加。20世纪90年代后,大量以水稻、玉米、大豆种植为主的种植方式在原有的以玉米和小麦种植为主的地区出现,同时以水稻种植为主地

区的面积显著扩大,这一变化趋势表明在某种原因的影响之下,喜暖的作物开始了北移的过程。2000年以后,水稻、玉米、大豆种植面积进一步扩大,小麦面积进一步萎缩,仅在大兴安岭地区以小麦种植为主。到2015年黑龙江省玉米、大豆、水稻3种作物占农作物的播种面积超过了90%。以大豆为主的轮作体系被打破,当前是主栽作物产区玉米连作或大豆连作或水稻连作与一些地区各种轮作共存的局面,新的较合理的轮作体系有待进一步完善。黑龙江省北部地区是省内大豆主产区,大豆连作现象十分突出,大豆对连作反应十分敏感,连作减产明显,连作时间越长大豆减产越明显^[1-2]。玉米是调剂茬口,在轮作制中占有重要地位。由于近年来对其需求增多,导致玉米种植比例迅速扩大,连作现象明显。虽然玉米具备一定耐连作能力,但应该注意,玉米过度集中种植其抗灾能力下降,加上耕作管理不当,引起土壤有机质快速消耗,土壤肥力降低,土壤侵蚀加剧,病虫害严重,产量降低。

当前,农民只注重当年作物收益,忽视长远作物生产总收益。鉴于此,本试验以连作大豆和连作玉米为对照,对玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆两种轮作模式的产量与经济效益进行分析,为今后采取合适的轮作模式提供依据,为农业持续发展提供参考。

基金项目:黑龙江省“头雁”团队-作物栽培技术创新研究团队;黑龙江省农业科学院院级科研项目(2019YYF016);黑龙江省博士后基金(LBH-Z18268);黑龙江省现代农业产业技术创新推广体系项目大豆高产栽培岗位;国家大豆产业技术体系佳木斯综合试验站

通信作者:张敬涛

1 材料与方法

1.1 试验地概况 本试验于2017–2019年在黑龙江省农业科学院佳木斯分院实验基地进行(46°47'N, 130°24'E), 试验所在地属于寒温带大陆性季风气候, 雨热同期, 无霜期为130d左右, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温为2500℃左右, 年平均降雨量为500mm。土壤类型为草甸黑土, 肥力均匀。

1.2 试验设计 试验采用大区对比法设计, 设置玉米–玉米–大豆、玉米–高粱–大豆、连作玉米、连作大豆4种轮作模式。试验小区均为12行区, 行长20m, 小区面积163.2m²。2017年建立轮作区, 前茬作物为大豆, 2017–2019年的品种选择、种植方式、施肥方式、秸秆处理、播种、收获等信息见表1。

表1 2017–2019年的品种选择、耕作方式、播种、收获等信息

年份	轮作模式	种植作物	品种	密度 (万株/hm ²)	种植 方式	行距 (cm)	施肥方式	秸秆处理	播种日期 (年–月–日)	收获日期 (年–月–日)
2017年	玉米–高粱–大豆	玉米	垦沃3	7	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2017–5–3	2017–10–3
	玉米–玉米–大豆	玉米	垦沃3	7	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2017–5–3	2017–10–3
	连作玉米	玉米	垦沃3	7	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2017–5–3	2017–10–3
	连作大豆	大豆	合丰55	23	垄作	65	种肥	翻埋还田	2017–5–3	2017–10–3
2018年	玉米–高粱–大豆	高粱	齐杂5号	14	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2018–5–12	2017–10–1
	玉米–玉米–大豆	玉米	垦沃3	7	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2018–5–2	2017–10–1
	连作玉米	玉米	垦沃3	7	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2018–5–2	2017–10–1
	连作大豆	大豆	合丰55	23	垄作	65	种肥	翻埋还田	2018–5–2	2017–10–1
2019年	玉米–高粱–大豆	大豆	佳密豆9号	23	垄作	65	种肥	翻埋还田	2019–5–10	2019–10–12
	玉米–玉米–大豆	大豆	佳密豆9号	23	垄作	65	种肥	翻埋还田	2019–5–10	2019–10–12
	连作玉米	玉米	垦沃3	7	垄作	65	种肥+追肥	翻埋还田	2019–5–10	2019–10–12
	连作大豆	大豆	佳密豆9号	23	垄作	65	种肥	翻埋还田	2019–5–10	2019–10–12

1.3 测定项目 大豆、玉米、高粱产量测定方法为每个处理取3点, 每点2m², 按标准水分计算产量; 每个处理取3点, 每点连续取5株, 室内考种测定株(穗)粒重、百粒重。经济效益分析: 详细计算投入成本, 包括地租、种子、化肥、农药、整地、播种、田间管理、收获以及其他投入, 最后计算总投入(成本核算以当地生产田为准), 并统计经济收入, 计算经济效益。

2 结果与分析

2.1 轮作方式对作物产量及产量构成因子的影响

2017年是轮作模式研究的第1年, 前茬作物为大豆。方差分析表明, 玉米–玉米–大豆、玉米–高粱–大豆、连作玉米中玉米籽粒产量、百粒重以及穗粒重差异不显著(表2)。2018年为轮作模式研究的第2年, 玉米–玉米–大豆与连作玉米中玉米籽粒产量、百粒重以及穗粒重差异不显著。对比分析发现,

表2 轮作方式对作物产量及产量构成因子的影响

年份	轮作模式	种植作物	株(穗)粒重(g)	百粒重(g)	产量(kg/hm ²)
2017年	玉米–高粱–大豆	玉米	175.85 ± 10.61Aa	31.99 ± 1.52Aa	9987.60 ± 85.52Aa
	玉米–玉米–大豆	玉米	170.65 ± 9.22Aa	31.52 ± 2.13Aa	9921.30 ± 65.78Aa
	连作玉米	玉米	160.32 ± 13.62Aa	31.25 ± 3.65Aa	9856.80 ± 102.14Aa
	连作大豆	大豆	18.25 ± 1.68	23.12 ± 4.23	2865.40 ± 65.35
2018年	玉米–高粱–大豆	高粱	45.52 ± 5.65	2.42 ± 0.13	6452.52 ± 49.52
	玉米–玉米–大豆	玉米	140.65 ± 14.12Aa	30.01 ± 4.62Aa	9601.25 ± 99.52Aa
	连作玉米	玉米	138.21 ± 10.62Aa	29.98 ± 3.25Aa	9551.40 ± 101.32Aa
	连作大豆	大豆	15.52 ± 1.35	22.69 ± 1.65	2690.20 ± 54.65
2019年	玉米–高粱–大豆	大豆	15.65 ± 2.21Aa	20.98 ± 1.12Aa	3141.60 ± 65.21Aa
	玉米–玉米–大豆	大豆	14.67 ± 2.23Bb	20.64 ± 1.13Aa	2981.25 ± 59.65Bb
	连作玉米	玉米	125.36 ± 8.65	28.95 ± 2.01	8455.90 ± 88.41
	连作大豆	大豆	14.23 ± 1.21Cc	20.74 ± 1.89Aa	2536.05 ± 48.97Cc

大写字母代表0.01水平显著性, 小写字母代表0.05水平显著性

2018年连作大豆产量比2017年连作大豆产量低175.20kg/hm²,减产率为6.51%。

2019年为轮作模式研究的第3年。方差分析显示,玉米-高粱-大豆、玉米-玉米-大豆、连作大豆中的大豆株粒重以及籽粒产量差异达到显著水平,且玉米-高粱-大豆、玉米-玉米-大豆模式中大豆籽粒产量显著高于连作大豆籽粒产量。通过计算发现,玉米-高粱-大豆、玉米-玉米-大豆中大豆籽粒产量较连作大豆籽粒产量分别增加23.88%和17.55%,这说明玉米-高粱-大豆比玉米-玉米-大豆轮作模式更有利于大豆籽粒产量的增加。

2.2 不同轮作模式的投入、产出及经济效益分析

从表3可知,3年连作玉米田间作业成本最高为5740元/hm²,3年连作大豆田间作业成本最低为4890元/hm²,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式的田间作业总成本处于中间水平,连作玉米田间作业成本高主要是由于玉米收获费用高于高粱和大豆。3年连作玉米农资成本最高为7800元/hm²,3年连作大豆农资成本最低为3830

元/hm²,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式的农资成本处于中间水平,连作玉米农资成本高主要是由于化肥和玉米种子费用要明显高于高粱和大豆。3年连作玉米总成本最高为34540元/hm²,3年连作大豆总成本最低为29720元/hm²,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式的农资成本处于中间水平。不同轮作模式的总收益按照作物产量与当年谷物单价计算而来,玉米-高粱-大豆轮作模式3年总收益最高为37547元/hm²,玉米-玉米-大豆和3年连作玉米差异不明显,3年连作大豆总收益最低为28171元/hm²。玉米-高粱-大豆轮作模式3年净收益最高为5287元/hm²,玉米-玉米-大豆收益为2163元/hm²,3年连作玉米净收益为1154元/hm²,3年连作大豆净收益为-1549元/hm²。通过计算发现,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式年净收益比连作玉米分别增效1378元/hm²和336元/hm²,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式年净收益比连作大豆分别增效2279元/hm²和1237元/hm²。

表3 2017-2019年轮作模式的投入、产出及经济效益分析

(元/hm²)

轮作模式	3年田间作业总成本						3年农资成本				地租	3年总成本	3年总收益	3年净收益
	整地	播种	喷药	趟地	收获	小计	农药	化肥	种子	小计				
玉米-高粱-大豆	1600	750	420	570	1900	5240	890	3400	1730	6020	21000	32260	37547	5287
玉米-玉米-大豆	1600	750	420	570	2150	5490	920	3500	2080	6500	21000	32990	35153	2163
连作玉米	1600	750	420	570	2400	5740	900	4500	2400	7800	21000	34540	35694	1154
连作大豆	1500	750	420	570	1650	4890	930	1500	1400	3830	21000	29720	28171	-1549

3 结论与讨论

黑龙江省是我国重要的商品粮基地和国家粮食安全的压仓石^[3]。当前存在的问题是黑龙江省部分地区连作玉米、黑龙江北部冷凉区连作大豆问题尤为突出,严重制约了黑龙江农业持续发展,不利于黑龙江省粮食稳产以及国家粮食安全。对农民而言,作物效益是否采取轮作起到决定性的因素,合理轮作是一项长期的行之有效的管理措施,对改善和平衡作物生长发育的养分以及促进作物生长和高产尤为重要,实行合理轮作有利于实现农机、化肥、农药等生产资源有机配合,并形成一套高产增收的轮作技术体系^[4]。本研究结果显示,玉米-高粱-大豆、玉米-玉米-大豆轮作模式中大豆籽粒产量较连作大豆籽粒产量分别增加23.88%和17.55%;

玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式年净收益比连作玉米分别增效1377元/hm²和336元/hm²,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆轮作模式年净收益比连作大豆分别增效2279元/hm²和1237元/hm²。因此,从长远经济效益来看,玉米-高粱-大豆和玉米-玉米-大豆比连作玉米和连作大豆增收明显,符合农民利益,同时也有利于建立合理的农业种植结构。但是,当前黑龙江省高粱种植面积较少,无法充分实现玉米-高粱-大豆轮作模式,只能进行玉米-玉米-大豆轮作种植模式。为提高玉米-高粱-大豆轮作模式的应用面积,直接有效的方法是提高高粱种植面积;间接办法是增加高粱加工企业(酒厂)的数量,减费降税,激发企业活力,实现高粱订单生产,进而增加高粱种植面积

玉米品种富农玉 6 号的选育与栽培要点

彭绪冰 彭绪伟 覃远照 李大伟 刘宗坤 彭绪朋 彭勇宜

(湖北康农种业股份有限公司, 长阳 443500)

摘要:湖北康农种业股份有限公司于 2014 年利用 SCL05 为母本、自育系 FL2764 为父本杂交组配出富农玉 6 号, 2018 年通过湖北省农作物品种审定委员会审定(鄂审玉 2018016)。该品种丰产性好, 综合抗性好。

关键词:玉米; 富农玉 6 号; 选育; 栽培

富农玉 6 号是湖北康农种业股份有限公司用 SCL05 作母本、FL2764 作父本配组育成的杂交玉米品种, 该品种于 2018 年 8 月通过湖北省农作物品种审定委员会审定, 适于湖北省海拔 1000m 以下的低山及二高山地区作春玉米种植。

1 选育过程

1.1 母本 SCL05 用掖 478 和 P178 构建基础群体, 2004–2007 年在湖北长阳和海南乐东两地, 每年两季连续自交 7 代。分别从株型、抗逆性等方面加大选择力度, 针对掖 478 矮秆基因性状遗传变异为主线进行跟踪选择, 分别在 S6 和 S7 先后用 5 个测验种进行测配, 筛选保留多个高配合力穗行, 系谱为 478/P178-5-11-6-7-3-1-2。母本株高 195cm, 穗位高 90cm, 株型半紧凑, 雄穗分枝中等, 花粉量大, 散粉期较集中, 花丝青色, 穗轴白色, 籽粒齿深、马齿型。

1.2 父本 FL2764 2010 年引进缅甸杂交种(编号 2764); 2010–2013 年在湖北长阳和海南乐东两地连续自交 7 代选育而成。性状选择主要侧重抗病性筛选, 系谱为 MD2764-1-4-3-2-7-1-2。父本株高

190cm, 穗位高 90cm, 株型半紧凑, 雄穗分枝中等, 花粉量大, 散粉期较长, 花丝青色, 果穗结实好, 籽粒黄色、硬粒型, 穗轴白色。

2 品种特征特性

富农玉 6 号株型半紧凑, 植株、穗位较高。幼苗叶鞘紫色, 成株叶片数 20 片左右, 穗上叶 6 片左右。雄穗分枝数 8~17 个, 花药、花丝均为浅红色。果穗筒型, 苞叶包被较完整, 穗轴白色, 籽粒黄色、马齿型。区域试验中株高 298.9cm, 穗位高 135.1cm, 空秆率 1.0%, 穗长 18.7cm, 穗粗 5.8cm, 秃尖长 1.0cm, 穗行数 19.5, 行粒数 36.7, 千粒重 341.7g, 干穗出籽率 86.5%, 生育期 130.9d。田间灰斑病 5 级, 穗腐病 3 级, 纹枯病 9 级, 茎腐病病株率 1.4%。田间倒伏(折)率 2.3%。经农业部谷物品质监督检验测试中心测定: 容重 736g/L, 粗蛋白(干基)含量 9.63%, 粗脂肪(干基)含量 4.85%, 粗淀粉(干基)含量 71.48%。

3 产量表现

2016–2017 年参加湖北省玉米山区组品种区域试验, 2 年区域试验每 667m² 平均产量为

积。此外, 应培育适宜黑龙江省北部区域早熟玉米和高粱品种, 打破黑龙江冷凉区连作大豆障碍, 实现合理轮作。

参考文献

- [1] 郑慧, 杨继峰, 董汉文, 王雪娇, 张静媛, 朱知运, 苏二虎, 李强. 轮作和连作对大豆农艺性状及产量的影响. 大豆科技, 2016 (5): 14–17

- [2] 崔张佳卉. 连作对不同年代育成大豆品种农艺性状和产量形成规律的影响. 沈阳: 沈阳农业大学, 2018
- [3] 盖志佳, 赵文军, 刘婧琦, 蔡丽君, 杜佳兴, 赵桂范, 张敬涛. 美国俄亥俄州保护性耕作体系情况与黑龙江省农业持续发展建议. 黑龙江农业科学, 2017 (8): 125–129
- [4] 郝旺林, 梁银丽, 朱艳丽, 吴兴, 林兴军, 罗安荣. 农田粮—菜轮作体系的生产效益与土壤养分特征. 水土保持通报, 2011, 31 (2): 46–51

(收稿日期: 2019-11-14)