

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2009)02-0082-05

宁夏引黄灌区玉米马铃薯不同间作方式研究

左 忠^{1,2*}, 冯立荣³, 王 峰¹, 张亚红², 梁永生⁴

(1. 宁夏农林科学院荒漠化治理研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021;
3. 宁夏中宁县大战场乡政府, 大战场 755100; 4. 宁夏永宁县农机局, 宁夏 永宁 750100)

摘 要: 以玉米和马铃薯不同间作处理为研究对象, 对间作后的作物产量、经济效益、节水效果等综合性状对比分析。结果表明, 在各立体复合种植处理中, 以 2 行玉米间作 3 行马铃薯(用地比例为 1:1.5)处理经济效益最高, 每 667 m² 产值可达 1 703.0 元, 分别是单种玉米和单种马铃薯产值的 130.75%、107.7%, 每 667 m² 获得了 1 517.1~1 703 元 的经济效益和每立方米 3.78~3.79 元的单方水生产率, 其节水效果、经济效益等综合表现均高于现有灌区主栽作物及其间作模式, 在宁夏黄灌区是一项很值得进一步深入探讨的栽培措施。

关键词: 玉米; 马铃薯; 间作; 节水

高效用水型立体复合栽培技术是生态农业集约化生产的重要举措之一, 也是有效提高单位面积作物光合净效率、实现农业节本增收重要环节之一。玉米与马铃薯间作可改善通风透光条件, 有利于提高单位面积上的总产量, 特别是玉米与马铃薯间作矛盾小, 互利多, 两者又都是高产作物, 增产效果显著。玉米喜高温, 前期因气温低生长慢, 而马铃薯喜凉爽耐低温, 前期生长快, 且耐荫能力强, 能在玉米之下正常生长发育。马铃薯薯块膨大期, 适当降低地温, 有利于积累干物质, 提高马铃薯的品质和产量, 减少浇水次数^[1]。

玉米、马铃薯同为宁夏节水型优势作物, 近年来, 宁夏马铃薯产业特别是南部旱区发展很快, 但在引黄灌区(主要是平罗县和永宁县部分乡镇)主要种植菜用型早熟品种, 晚熟马铃薯品种立体复合种植较为少见。另外, 随着黄灌区水资源的日益紧张, 传统的灌区以麦套玉米或单作水稻的种植模式必将遭受历史的考验, 而马铃薯间作玉米是一种很节水的栽培方式, 因此很有必要对其具体的栽培模

式、节水效果及经济效益等进行对比研究。

本研究从提高单位面积土壤合理用地比例角度出发, 以经济收入为主要衡量指标, 开展玉米间作马铃薯栽培技术研究, 寻求基于有限土地资源的最大可能的经济效益, 以确定不同种植制度中最佳经济效益和农艺节水效果, 探讨在有效增收的基础上取代引黄灌区传统的麦套玉米种植模式, 从根本上提高水资源利用率, 缓解农业用水压力。

1 材料与方 法

1.1 试验区基本概况

试验分别选择了扬黄灌区代表性的盐池县和引黄灌区代表性的永宁县进行。盐池县地处宁夏中东部干旱风沙区, 属鄂尔多斯台地中南部、毛乌素沙地西南缘, 为宁夏中部干旱带的主要组成部分, 以天然降雨量为主要农业水资源来源的旱农作为主。按气候类别划分, 属干旱半干旱气候带。年降水量为 230 mm~300 mm, 降水年变率大, 潜在蒸发量为 2 100 mm, 干燥度 3.1; 年均气温 7.6℃, 年温差 31.2℃, ≥10℃积温 2 944.9℃, 无霜期 138 d; 年均每秒风速 2.8 m, 年均大风日数 25.2 d, 主害风为西北风、南风次之, 俗有“一年一场风, 从春刮到冬”之称; 土壤以淡灰钙土和沙壤土为主, 主要自然灾害为春夏旱和沙尘暴。农业发展相对滞后, 种植结构单一, 区域经济十分薄弱, 是宁夏生

收稿日期: 2008-10-24

基金项目: 宁夏 GEF-OP12 技术研究; “青铜峡市邵刚镇甘城子村退化土地综合治理研究”项目; 宁夏回族自治区“十一五”科技攻关项目“旱地补水高效农业的技术集成与示范”项目资助。

作者简介: 左忠(1976-), 男, 助研, 在读硕士, 主要从事节水栽培、生态治理等研究工作。

* 通讯作者: E-mail: nxzuozhong@163.com

态建设、脱贫攻坚和农村产业结构调整的重要试点区域。农作物主要水源为地下井水、扬黄(河)灌溉和雨养农业三种, 因此在当地开展高效栽培模式研究具有非常重要的现实意义。

重点试验示范区永宁县地处宁夏引黄灌区中部, 东邻黄河, 西倚贺兰山, 是宁夏回族自治区首府银川市南郊县, 国土面积 1 020 km², 辖五镇一乡。总人口约 20.4 万人, 其中回族占 18%。109 国道、201 省道、石中高速公路、包兰铁路纵贯全境, 具有远古的引黄灌溉历史, 主栽作物为水稻和麦套玉米等, 属于典型的大水漫灌区, 灌溉水资源利用率严重低下。

1.2 试验设计

按照计划, 我们分别在盐池城西滩扬黄灌区于 2004 年、2005 年进行了试验, 同时 2007 年又在永宁县引黄灌区进行了进一步重点示范验证, 在综合对比每次试验各处理优缺点后, 以 2005 年的试验数据为基准, 其它年份数据做参考后, 考虑到以马铃薯占弱势的组合对马铃薯产量、品质及收入等均影响很大, 因此对 1 行马铃薯 1 行玉米、1 行马铃薯 2 行玉米等处理进行了删减, 得出该试验结果。

据此, 试验设玉米 3 行+马铃薯 3 行(Y3M3); 玉米 2 行+马铃薯 2 行(Y2M2); 玉米 3 行+马铃薯 2 行(Y3M2); 玉米 2 行+马铃薯 3 行(Y2M3); 单种玉米(Y 对照); 单种马铃薯(M 对照)。每处理设 3 小区, 每小区 66.7 m²。玉米株行距 15 cm×60 cm, 每 667 m² 用种量 25 kg; 马铃薯株行距 25 cm×60 cm, 用种量 40 kg。玉米供试品种沈单 16 号, 马铃薯品种为克新 4 号。播种时每 667 m² 施磷酸二铵 15 kg, 尿素 5 kg。

1.3 土壤肥力调查

播种前分别采集了 0~15 cm、15~30 cm 两层基础土样, 结果如表 1。

表 1 试验地土壤肥力条件

取样深度 (cm)	pH	全盐 (g·kg ⁻¹)	有机质 (g·kg ⁻¹)	速效氮 (mg·kg ⁻¹)	速效磷 (mg·kg ⁻¹)	速效钾 (mg·kg ⁻¹)
0~30	8.15	0.57	9.55	42	13.3	100

参考“盐池县土壤养分含量分级表”各指标, 表明该试验地肥力为 2~3 级标准, 属中上等肥力水平。

1.4 田间管理

苗期间苗 1 次, 去弱留强, 每 667 m² 追施磷酸二铵、尿素各 10 kg。全生育期中耕除草 2 次, 灌水 4 次, 其中苗前 1 次, 苗后分别在 6 月下旬(小喇叭口期)、7 月中旬(大喇叭口期)和 8 月中旬(灌浆期)各灌水 1 次。

1.5 测试方法

玉米和马铃薯考种均采用随机取样, 每小区 30 株, 产量为小区实测后平均折算所得, 玉米秸秆为风干产量。其中马铃薯最大块茎和一般块茎分别为该株最大和中等水平块茎的横纵粗度, 商品性筛选标准以产品最小直径大于 5 cm、单薯重大于 150 g 为标准。

2 结果与分析

2.1 间作对玉米性状的影响

同一水肥条件下, 单种玉米(CK)穗行数、行粒数、穗粒数、粒重较间作有明显的优势(如表 2 所示)。

每 667 m² 籽粒产量最高达 798 kg, 达到引灌区中高产栽培水平; 其次为 Y2M2 处理(玉、薯各种 2 行、用地比例 1:1)产量也较高, 占单种玉米(CK)产量的 66.4%。总体来看, 间作玉米因用地比例减少不同, 各处理较单种降低 33.6%~44.5%, 表明本试验间作玉米在用地比例减少 50%~67%的

表 2 玉米间作马铃薯对玉米性状的影响

处理	玉:薯用地 比例	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖度 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	穗粒数 (粒)	百粒重 (g)	667 m ² 产籽量 (kg)	667 m ² 秸秆产量 (kg)
Y3M3	1:1	247.3	20.37	5.27	0.65	16.00	43.00	688	33.45	443.3	558.2
Y3M2	1.5:1	238.0	19.85	5.08	0.83	17.20	41.00	705	32.21	478.8	621.4
Y2M2	1:1	250.4	21.69	5.45	0.46	17.33	43.13	747	34.58	530.3	684.0
Y2M3	1:1.5	229.8	21.54	5.09	0.52	16.00	43.87	707	34.03	358.9	438.0
Y 对照	1	251.6	21.81	5.12	1.28	16.80	43.53	782	34.83	798.0	969.2

条件下, 实现单位面积单种产量的 65.5%~66.4% 的效益, 以 Y2M2 用地比例 1:1 处理贡献相对较高, 每 667 m² 籽粒产量达 530 kg, 达到黄灌区目前中高产、稳产水平的 80% 的土地生产率。但本试验各处理穗部性状与用地比例的变化无明显的规律性, 也就说调节田间群体结构的边际效应未能充分表现, 需进一步验证。

2.2 立体复合种植对马铃薯主要性状的影响

马铃薯单种(CK)每 667 m² 产量为 2 790 kg, 立体复合种植各处理也因用地比例不同产量明显

变化, 总体较单种降低 29.0%~54.2%, 其贡献率占到单种(CK)产量的 55.7%~71%, 其贡献率差值略大于玉米, 表明马铃薯产量性状与种植方式的不同关系密切。其中, 以玉:薯用地 1.5:1 处理马铃薯产量最低为 1 278 kg, 仅为单种马铃薯每 667 m² 产量的 45.8%; 其次为 Y2M2、Y3M3 用地比例 1:1 处理, 其产量分别占单种马铃薯产量的 52.2% 和 59.1%; Y2M3(用地比例 1:1.5)处理明显因马铃薯用地增大产量占单种的 71.3%, 增加用地比例利于增产。各处理商品率差异性不太明显(表 3)。

表 3 玉米、马铃薯立体复合种植对马铃薯性状的影响

处理	单株重 (kg)	单株块茎数 (个)	商品块茎数 (个·kg ⁻¹)	非商品块茎数 (个·kg ⁻¹)	最大块茎 (cm×cm)	一般块茎 (cm×cm)	667 m ² 产量(kg)	667 m ² 商品性(kg)	667 m ² 商品率(%)	667 m ² 非商品性(kg)
Y3M3	1.1875	5.5	3.40	2.10	10.88×8.36	8.85×7.01	1650	1387.5	84.1	323.75
Y3M2	1.0675	5.1	3.20	1.90	11.39×8.03	8.87×7.09	1278	1092.0	85.5	229.4
Y2M2	1.0275	5.5	2.95	2.55	10.48×7.63	7.62×6.45	1455	1095.0	75.3	444.0
Y2M3	1.1025	5.3	3.25	2.05	11.50×8.09	9.03×7.18	1980	1624.8	82.1	355.2
Y 对照	1.0625	4.5	3.00	1.95	11.82×8.08	8.94×6.89	2790	2327.5	83.4	462.5

2.3 经济效益分析

立体复合种植体现高投入、高产出和水、地资源利用效率高的特点, 成为宁夏引黄灌溉农业增收的有效措施。

玉米(喜光)、马铃薯(耐阴)相对耐旱, 高低作物间作搭配种植利于田间群体结构优化、调节通风

透光条件, 促进个体发育和增产等。同时, 玉米、马铃薯市场需求大, 经济效益较稳定, 参照目前市场价格, 每千克玉米 1.45 元, 秸秆 0.15 kg(风干物), 马铃薯 0.4 元(商品薯)、0.2 元(非商品薯), 对各处理产值分别进行计算, 结果如图 1 所示。

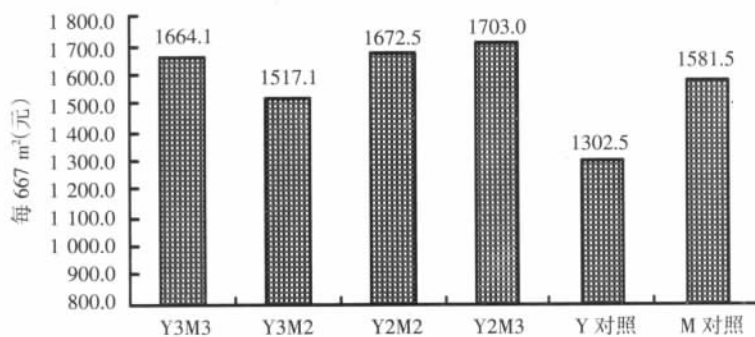


图 1 玉米间作马铃薯各处理效益分析

从实际收益看, 在相同较高地力、灌水次数、灌水量、灌水定额的作用下, 单种马铃薯(M 对照)、单种玉米(Y 对照)均表现出中高产地力水平和经济效益。各立体复合种植处理中, 以 Y2M3(用地比例为 1:1.5)处理经济效益最高, 两作合计

产值每 667 m² 可达 1703 元, 是单种玉米产值的 130.75%、单种马铃薯产值的 107.7%, 其次为 Y2M2、Y3M3 处理(用地比例为 1:1), 分别较对照单种玉米增收 28.41% 和 27.76%, 也较单种马铃薯分别增收 5.2% 和 5.8%; 单位面积经济效益、土地

生产力、水资源利用效率均提高了1倍多。最低以Y3M2处理增加了玉米种植比例,合计产值比单种玉米也增收16.5%,比单种马铃薯低4.2%。说明引黄灌区种植业结构调整中应注重适度增加以马铃薯立体复合种植玉米为主的节水作物栽培模式,以此取代引黄灌区传统的麦套玉米栽培模式,从根本上提高水资源利用率,缓解农业用水压力,使其充分发挥1+1>2的效果。

但总体上讲,在各种试验组合中,以玉米比例大的收入均较低,如Y3M2、Y对照等,可能是由于玉米占优势后,与马铃薯相比,玉米对田间光热水等的种间竞争能力较强,因此在玉米间作马铃薯这一种植模式的生产应用中,应适当控制玉米的比例。

2.4 聚类分析

利用SAS(Statistical Analysis System)统计软件,分别以每667 m²总收入、玉米产籽量、玉米秸秆产量、马铃薯总产量、亩商品薯产量和非商品薯产量等影响产量的主要因子作为原始数据集,经标准化处理后得图2。

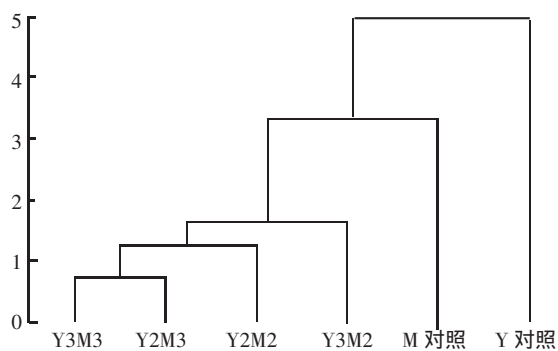


图2 玉米间作马铃薯聚类分析

由图2可知,Y3M3、Y2M3分别作为最理想的2类组合被划入分析图的最初端,Y2M2、Y3M2、单种马铃薯M对照分别依次随后排列,而单种玉米Y对照被排入分类组合的最末端,可以看出,在相同管理和水肥条件下,从经济效益、产量和作物商品率等角度来看,在各试验所设的处理中单种玉米是各试验处理中最不应考虑的一种处理。

2.5 节水效果分析

我国是世界上13个贫水国之一,同时也是水资源浪费大国。我国农业用水量占总用水量的73.4%(农村用水则占81.7%)^[2]。以宁夏为例,根据黄河管理委员会的规定,年配给到宁夏段的黄河水量为40亿m³,而实际年取水量均在80亿m³左右,但每年仍有13万hm²无法正常灌溉,占全灌区农田总面积的1/3。

根据水利专家对宁夏水资源的可用量和需求分析,预计在黄河配给水量不缩减和节约用水的前提下,自2005年到2015年,宁夏全区每年的总耗用水量缺口仍分别达到16亿m³和20亿m³^[2]。因此,提高农业用水效率是缓解水资源供需矛盾的必然选择。

从生产中调查发现,引黄灌区(以永宁县为例)主栽作物有水稻、玉米、小麦、麦套玉米及其它果菜类作物等。从耗水角度来看,水稻全生育期需灌水20~30次,全生育期灌水总量约为1200~1800 m³,小麦全生育期需灌水4~6次,灌水总量约为400~500 m³,麦套玉米需灌水5~8次,灌水总量约为450~600 m³,灌溉水分生产率及单方水生产效率等详见表4。

表4 引黄灌区玉米间作马铃薯与传统作物耗水特点及效益调查分析

主栽作物	灌水次数(次)	总灌水量(m ³)	667 m ² 预期粮食产量(kg)	667 m ² 秸秆收入(元)	667 m ² 总收入(元)	每立方米灌溉水分生产率(kg)	每立方米单方水经济效益(元)
水稻	20~30	1200~1800	550~650	100	1210~1430	0.361~0.458	0.79~1.01
小麦	4~6	400~500	350~400	100	650~720	0.800~0.875	1.44~1.63
玉米	4~5	400~450	798	50	1303	1.773~1.995	2.89~3.26
麦套玉米	5~8	450~600	小麦:300~350 玉米:600~650	60	1400~1600	1.667~2.000	2.66~3.11
玉米马铃薯间作	4~5	400~450	玉米:359~530 马铃薯:1092~1980	40	1517.1~1703	3.627~5.578	3.78~3.79

注:水稻每千克按2.2元、小麦1.55元,玉米及马铃薯价格同表3;表中玉米马铃薯间作以2行玉米间作3行马铃薯为例;单种小麦部分如果考虑复种则较复杂,也需要灌水,因此计算时未考虑复种。

从表 4 中可以明显看出, 玉米马铃薯立体复合种植技术以其较高的产量和最少的耗水量每 667 m² 获得了 1 517.1~1 703 元的经济效益和每立方米 3.78~3.79 元的单方水生产率。各对比参数除麦套玉米与之较接近外, 其它传统作物在列入的几个参数中均无法与之相比, 进一步说明这一模式的推广价值。另外, 由于自治区把马铃薯当地主导产业来抓, 近几年的市场价格表现一直较好, 市场风险也相对较小。从经济效益和节水角度, 在宁夏灌区很值得示范种植。

3 讨论

各立体复合种植处理中, 以 2 行玉米间作 3 行马铃薯(用地比例为 1:1.5)处理经济效益最高, 每 667 m² 产值可达 1703.0 元, 分别是单种玉米和单种马铃薯产值的 130.75%、107.7%, 分别获得了 1517.1~1703 元的经济效益和每立方米 3.78~3.79 元的单方水生产率, 因此该间作模式值得示范应用。

在各种试验组合中, 玉米比例大的间作方式马

铃薯产量与总收入均明显较低, 这可能是由于玉米占优势后, 与马铃薯相比, 玉米对田间光热水等的种间竞争能力较强。因此在生产应用中, 应适当控制玉米的比例。

随着黄灌区水资源的日益紧张, 传统的灌区以麦套玉米或单作水稻的种植模式必将遭受历史的考验, 而马铃薯间作玉米在宁夏黄灌区从产量、经济效益和节水效果方面均表现出显著的优势, 因此从各级政府、科研和生产单位, 在节水型结构调整中, 均应把此项技术当作主导因素在生产中加以引导, 使其充分发挥 1+1>2 的效果。另外, 在引黄灌区, 除必要的种植业结构调整外, 还需建立按量取水、按价用水、依作定水等节水灌溉用水体制。

[参 考 文 献]

- [1] 杨春峰, 计鑫, 高炳生, 等. 耕作学[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1986.
- [2] 高峰, 李会安, 蒋晓辉, 等. 黄河流域主要用水区用水规律及现状分析[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(6): 21-24.

Studies on Patterns of Potato Intercropping with Maize in Yellow River Irrigation Area in Ningxia

Zuo Zhong^{1,2}, Feng Lirong³, Wang Feng¹, Zhang Yahong², Liang Yongsheng⁴

(1. Desertification Research Institute, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China; 2. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China; 3. Dazhanchang Town Government, Zhongning County, Zazhanchang, Ningxia 755100, China; 4. Yongning Agricultural Machinery Bureau, Yongning, Ningxia 750100, China)

Abstract: Various patterns of potato intercropping with maize were set out, and crop yield, output value and water utilization efficiency were analyzed in this research. Two-lines maize inter-cropping with 3-lines potato (land usage in 1: 1.5) was the best treatment in terms of output value, in which the output value was up to 1 703.2 RMB per 666.7 m², increasing by 30.75% and 7.70%, respectively, compared with monocropping maize and potato. The output of intercropping potato with maize was 1 571.1-1 703.0 RMB per 666.7 m², and the productivity was 3.78-3.79 RMB per cubic meter of water. Compared with monocropping of main staple crops and other intercropping model, potato intercropping with maize showed advantage regarding water saving and economic benefit, and therefore is agronomic measure needed further research in depth.

Key Words: maize; potato; intercropping; water saving