

于建伟,崔福柱,石丽婷,等.甘薯糯玉米间作的产量及效益分析[J].山西农业科学,2025,53(5):39-44.

YU J W, CUI F Z, SHI L T, et al. Analysis of yield and benefit of sweet potato and waxy maize intercropping[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(5):39-44.

doi:10.26942/j.cnki.issn.1002-2481.2025.05.05

甘薯糯玉米间作的产量及效益分析

于建伟^{1,2},崔福柱^{1,2},石丽婷³,段永红^{1,2}

(1.山西农业大学 农学院,山西 晋中 030801;2.黄土高原特色作物优质高效生产省部共建协同创新中心,山西 晋中 030801;3.江西理工大学 材料冶金化学学部,江西 赣州 341000)

摘 要:甘薯与糯玉米间作虽具提升土地利用与产量的潜力,但其在山西中部的适应性及效益尚缺乏系统评估。为了探索甘薯糯玉米间作种植模式在山西中部地区的应用效果,以优质晋糯18号糯玉米与秦薯5号甘薯为试验材料,设置甘薯单作、糯玉米单作和甘薯糯玉米间作3种植模式,系统比较不同模式下作物的生长特性、产量表现及经济效益。结果表明,在覆膜早播条件下,甘薯糯玉米间作模式有效抑制了糯玉米株高的过度生长,维持了生育后期的叶面积,提高了双穗率;同时,间作抑制了甘薯主蔓与总蔓长度的延伸,降低了徒长导致的产量损失风险。间作土地当量比(LER)为1.27,较单作模式表现出显著的产量优势。经济效益分析显示,间作总产值为11.39万元/hm²,显著高于糯玉米单作;间作纯收入为10.59万元/hm²,分别较甘薯单作与糯玉米单作提高1.20%和92.0%。产投比依次为甘薯糯玉米间作(14.3:1.0)>甘薯单作(11.8:1.0)>糯玉米单作(9.8:1.0)。综上,覆膜条件下甘薯糯玉米间作模式在提升产量与经济效益方面效果良好,具备在山西中部地区推广应用的可行性。

关键词:糯玉米;甘薯;间作;效益;产量

中图分类号:S344.2

文献标识码:A

文章编号:1002-2481(2025)05-0039-06

Analysis of Yield and Benefit of Sweet Potato and Waxy Maize Intercropping

YU Jianwei^{1,2}, CUI Fuzhu^{1,2}, SHI Liting³, DUAN Yonghong^{1,2}

(1.College of Agriculture, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, China; 2.Collaborative Innovation Center for High-Quality and Efficient Production of Characteristic Crops on the Loess Plateau, Jointly Constructed by Province and Ministry, Jinzhong 030801, China; 3.Faculty of Materials, Metallurgy and Chemistry, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: Intercropping sweet potato and waxy maize has the potential to improve land use efficiency and crop productivity; however, its adaptability and economic benefit in central Shanxi remain inadequately evaluated. To explore the application effect of intercropping mode of sweet potato and waxy maize in central Shanxi, in this study, a high-quality waxy maize cultivar Jinnuo 18 and a sweet potato cultivar Qinshu 5 were used as the experimental materials to establish three cropping modes: sweet potato monoculture, waxy maize monoculture, and sweet potato-waxy maize intercropping. Growth characteristics, yield performance, and economic benefits were systematically compared across these systems. The results showed that under film mulching and early sowing conditions, intercropping effectively reduced excessive plant height in waxy maize, maintained leaf area during the later growth stages, and increased the double-ear rate. Additionally, it suppressed excessive elongation of sweet potato main and total vines, thereby mitigating yield losses due to overgrowth. The intercropping system achieved a land equivalent ratio(LER) of 1.27, demonstrating a yield advantage over monoculture. Economic analysis indicated that the total output value was 113 900 yuan/ha, significantly higher than that of monocropping waxy maize; net income of intercropping was 105 900 yuan/ha, representing increases of 1.20% and 92.0% compared to sweet potato and waxy

收稿日期:2025-05-06

基金项目:黄土高原特色作物优质高效生产省部共建协同创新中心项目(SBGJXTZX-28)

作者简介:于建伟,农艺师,主要从事作物栽培生产研究,E-mail:3391463881@qq.com

通信作者:崔福柱,副教授,主要从事冬小麦—夏作物一年两熟高产技术研究,E-mail:cuiufuz@sina.com

maize monocultures, respectively. The output-to-input ratio ranked as follows: intercropping(14.3: 1.0), sweet potato monoculture(11.8: 1.0), and waxy maize monoculture(9.8: 1.0). In conclusion, sweet potato-waxy maize intercropping under film mulching had excellent effect on enhancement of yield and economic benefit, and it possessed feasibility of promoting and applying in the central region of Shanxi.

Keywords: waxy maize; sweet potato; intercropping; benefit; yield

甘薯为旋花科薯蓣属草质藤本,根系比较发达,茎蔓通常贴地生长,遮蔽性良好且对光照要求不严格,其不仅是重要的粮食作物与能源作物,还是饲料和工业原料^[1-2],具有高产、高抗、适应性强等优良性状。另外,甘薯还具有抗癌、抗衰老等养生功效^[3-5]。

糯玉米较普通玉米具有消化率高、营养价值丰富、适口性高、用途广泛等优点。目前,我国糯玉米种植面积已有约 70 万 hm^2 ^[6]。随着社会的发展和水平的提高,人们对糯玉米的需求逐渐增加^[7],为了满足人们的需求,糯玉米种植面积也将不断增加。

山西中部地区位于太行山与吕梁山之间的晋中盆地,光热资源相对充足,作物生产潜力强,适宜种植春玉米^[8]与甘薯,是优质甘薯种植的黄金产区之一^[9],但该地区 80% 左右土地皆为丘陵山地,因此,种植面积及单产提升受限。研究表明,甘薯玉米间作不仅可以充分利用时空生态位互补提高产量^[10],还可以有效促进根系对土壤中养分的吸收利用及提高土壤中的有机质含量^[11-13]。卢广远等^[14]研究表明,玉米适当早播有利于玉米产量提高,促进甘薯生长发育。赵大伟等^[15]研究表明,甘薯糯玉米间种模式中,甘薯栽种株距为 30 cm 时,增产效果最佳。肖富良等^[16]研究表明,鲜食玉米绿豆按 1:1 行比套种甘薯,产量与经济效益最佳。段成鼎等^[17]和张丽光等^[18]研究表明,覆膜种植不仅可以保持水分、抑制杂草,还可以有效提高作物产量。另外,糯玉米甘薯间作还可以有效防止水土流失,合理间作可以降低病虫害的发生率。

为了充分利用该地区丘陵山地资源,并大幅提升玉米和甘薯的产量,本研究选取优质糯玉米品种晋糯 18 号与甘薯品种秦薯 5 号为试验材料,在覆膜早播条件下对甘薯单作、糯玉米单作、甘薯糯玉米间作的产量与经济效益进行了研究,旨在探索甘薯糯玉米间作、单作不同种植模式在该地区的产量及效益表现,为该地区丘陵山地甘薯、糯玉米的高产高效种植及研究提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验在山西省晋中市太谷区山西农业大学(太谷校区)农学院大学生创新创业园区(112°34'E, 37°25'N)进行。地处晋中盆地,海拔 803 m,属温带大陆性气候,年平均气温 11.2 °C, ≥ 10 °C 有效积温 4 030.4 °C, 常年降水量约 458 mm, 无霜期约 190 d, 年平均日照时长约 2 500 h^[19]。

试验田的土壤为砂壤土, 0~30 cm 土层的土壤理化性质为: pH 值 8.07、全盐量 0.04%、碱解氮 75.90 mg/kg、有效磷 16.40 mg/kg、速效钾 243.00 mg/kg、有机质 23.30 g/kg、全氮 1.18 g/kg、全钾 25.40 g/kg、全磷 1.75 g/kg。

1.2 试验材料

供试材料秦薯 5 号由宝鸡市农业科学研究院与西北农林科技大学选育, 晋糯 18 号由山西省农业科学院玉米研究所选育。

1.3 试验设计

试验采用单因素随机区组设计, 设置糯玉米单作、甘薯单作、甘薯糯玉米间作(甘薯糯玉米比例为 1:1, 即 1 行玉米 1 行甘薯间隔排列)共 3 个处理, 3 次重复, 共 9 个处理, 每个处理面积为 32 m^2 (8 m $\times$ 4 m)。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 生育时期调查 从移栽开始, 记录甘薯移栽、封垄、收获等时期。从出苗开始, 记录糯玉米出苗、拔节、大喇叭口、抽雄、吐丝、灌浆、成熟等生育时期。

1.4.2 植株生长状态测定 甘薯移栽 50 d 后, 每隔 10 d 对主蔓长、分枝数及单株总蔓长测定一次, 直至收获^[20]。糯玉米出苗后, 每 10 d 对株高、叶面积、可见叶与展开叶面积测定一次, 直至收获。

单叶叶面积(展开叶)=叶长 $\times$ 叶宽 $\times$ 0.75 (1)

单叶叶面积(未展开叶)=叶长 $\times$ 叶宽 $\times$ 0.5 (2)

叶面积指数(LAI)=单位面积总绿叶面积/占地面积 (3)

1.4.3 产量指标测定 在红薯收获时,测定产量并计算经济效益。在糯玉米成熟时,测定小区内穗长、穗粒数、鲜穗质量、干粒质量、双穗率、产量,并计算经济效益。其中,玉米果穗参照山西省鲜食玉米果穗分级标准DB14/T 867—2014进行分级^[21]。

1.4.4 土地当量比及增产率测定 甘薯、糯玉米全部收获测产后,计算土地当量比(LER)和增产率。

$LER = (\text{间作甘薯产量} / \text{单作甘薯产量}) + (\text{间作糯玉米产量} / \text{单作糯玉米产量})$ (4)

增产率 $= (LER - 1) \times 100\%$ (5)

薯块干物质百分比 $= \text{晒(烘)干后的薯块质量} / \text{薯块鲜质量} \times 100\%$ (6)

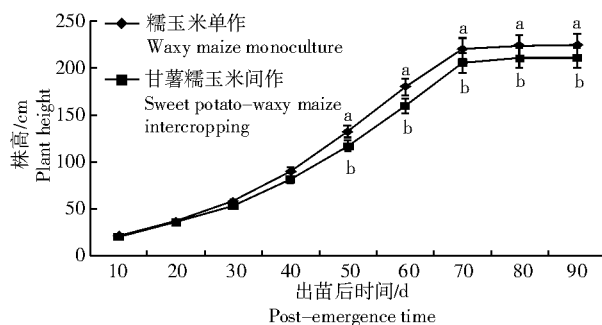
1.5 数据分析

采用Microsoft Excel 2010 进行数据处理并作图,采用IBM SPSS 26.0 进行统计学分析。

2 结果与分析

2.1 甘薯糯玉米间作对甘薯、糯玉米农艺性状的影响

由图1可知,出苗后50 d时,株高不同处理间有差异显著($P < 0.05$),糯玉米单作株高显著高于间作株高($P < 0.05$);出苗后90 d时,糯玉米单作处理下糯玉米株高为225 cm,显著高于甘薯糯玉米间作处理下糯玉米株高(211 cm)($P < 0.05$)。表明甘薯糯玉米间作可以防止糯玉米过度旺长,增强植株抗倒伏能力。



不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下同
Different lowercase letters indicated significant differences among treatments($P < 0.05$). The same as below

图1 不同种植模式下糯玉米株高的动态变化
Fig.1 Dynamic variation of waxy maize plant height under different planting modes

由图2可知,甘薯栽后至50 d,甘薯主蔓长不同处理间无显著差异;甘薯栽后60~80 d,甘薯主蔓长不同处理之间有显著差异,单作显著高于间

作($P < 0.05$),以甘薯栽后70 d为例,此时甘薯单作处理下甘薯主蔓长为133.0 cm,显著高于甘薯糯玉米间作处理(89.6 cm)($P < 0.05$),表明甘薯糯玉米间作可以防止甘薯过度旺长。

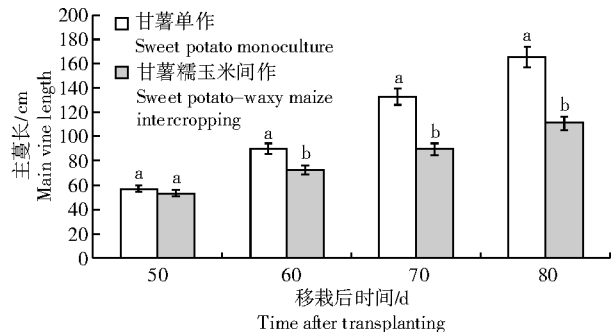


图2 不同种植模式下甘薯主蔓长动态变化

Fig.2 Dynamic variation of main vine length of sweet potato under different planting modes

由图3可知,甘薯栽后至50 d,甘薯单株总蔓长不同处理间无显著差异;甘薯栽后60~80 d,甘薯单株总蔓长不同处理之间有显著差异,单作显著高于间作($P < 0.05$)。以甘薯栽后70 d为例,此时甘薯单作处理下甘薯单株总蔓长为800.0 cm,显著长于甘薯糯玉米间作处理(590.0 cm)($P < 0.05$),表明甘薯糯玉米间作可以防止甘薯过度旺长。

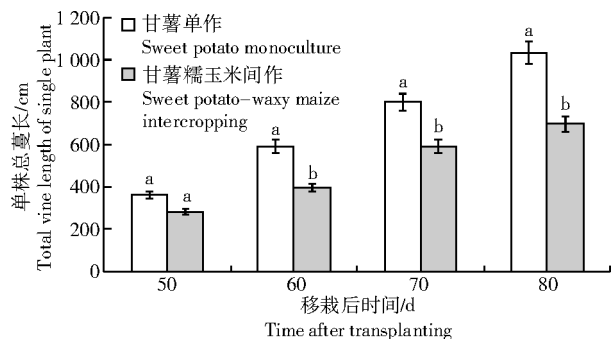


图3 不同种植模式下甘薯单株总蔓长动态变化

Fig.3 Dynamic variation of total vine length of sweet potato single plant under different planting modes

由图4可知,自糯玉米出苗后70 d时,单作和间作的叶面积指数间存在显著差异($P < 0.05$),糯玉米单作和甘薯糯玉米间作的叶面积指数均达到最大峰值,糯玉米单作的叶面积指数为3.85,显著高于甘薯糯玉米间作(3.54)($P < 0.05$);收获时(出苗后90 d),间作的叶面积指数为3.30,显著高于单作(2.93)($P < 0.05$),表明甘薯糯玉米间作有利于糯玉米灌浆期绿叶面积保持。

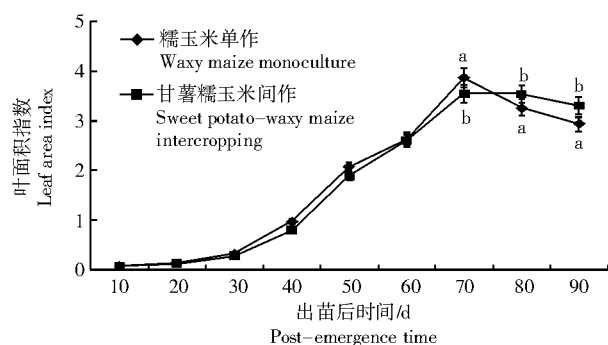


图4 不同种植模式下糯玉米叶面积指数动态变化

Fig.4 Dynamic variation of leaf area index of waxy maize under different planting modes

2.2 甘薯糯玉米间作对甘薯和糯玉米产量的影响

由表1可知,甘薯糯玉米间作与糯玉米单作在穗长、穗粒数、鲜穗质量、千粒质量方面无显著差异,

说明甘薯糯玉米间作对糯玉米穗部性状无影响。甘薯糯玉米间作与糯玉米单作在产量与双穗率方面存在显著差异($P<0.05$),甘薯糯玉米间作糯玉米产量为 12.9 t/hm^2 ,显著低于糯玉米单作产量(18.8 t/hm^2);甘薯糯玉米间作的双穗率为70%,显著高于糯玉米单作的双穗率(25.6%)($P<0.05$),较糯玉米单作增加173%,表明甘薯糯玉米间作有利于提高糯玉米双穗率,可以有效提高糯玉米单株产量。

由表2可知,甘薯糯玉米间作与甘薯单作在茎叶鲜质量、薯块鲜质量方面无显著差异,说明甘薯糯玉米间作对甘薯茎叶和薯块性状无影响。甘薯糯玉米间作与甘薯单作在产量与薯块干物质百分比方面存在显著差异($P<0.05$),甘薯糯玉米间作的甘薯产量为 20.8 t/hm^2 ,显著低于甘薯单作(35.7 t/hm^2),表明甘薯糯玉米间作会降低甘薯单位面积产量。

表1 不同种植模式下糯玉米(鲜)产量分析

Tab.1 Analysis of fresh yield of waxy maize under different planting modes

处理 Treatment	穗长/cm Spike length	穗粒数 Grain number per ear	鲜穗质量/g Fresh ear weight	千粒质量/g 1000-grain weight	双穗率/% Double spike rate	产量/ (t/hm^2)
糯玉米单作 Waxy maize monoculture	21.5a	637.0a	305.7a	336.8a	25.6a	18.8a
甘薯糯玉米间作 Sweet potato-waxy maize intercropping	21.1a	658.0a	310.1a	317.4a	70.0b	12.9b

注:不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。表2同。

Note: Different lowercase letters indicated significant differences among treatments($P<0.05$). The same as Tab.2.

表2 不同种植模式下甘薯鲜薯产量分析

Tab.2 Analysis of fresh sweet potato yield under different planting modes

处理 Treatment	茎叶鲜质量/(kg/m^2) Fresh weight of stems and leaves	薯块鲜质量/(kg/m^2) Fresh weight of sweet potato cubes	薯块干物质百分比/% Dry matter percentage of sweet potato cubes	产量/ (t/hm^2)
甘薯单作 Sweet potato monoculture	4.2a	3.6a	30.3a	35.7a
甘薯糯玉米间作 Sweet potato-waxy maize intercropping	3.1a	4.2a	28.7b	20.8b

综上可知,甘薯糯玉米间作模式中糯玉米双穗率及单株产量高于糯玉米单作,甘薯单位面积产量低于甘薯单作;计算可得甘薯糯玉米间作处

理土地当量比为1.27,表明间作具有产量优势。

2.3 不同种植模式下的经济效益分析

不同种植模式下经济效益分析如表3所示。

表3 不同种植模式下经济效益分析

Tab.3 Economic benefit analysis under different planting modes

处理 Treatment	投入/(元/ hm^2) Input			总产值/ (万元/ hm^2) Total output value	产投比 Output-to-input ratio	纯收入/ (万元/ hm^2) Net income
	种苗 Seedling	化肥农药 Fertilizers and pesticides	其他 Others			
糯玉米单作 Waxy maize monoculture	600	3 675	2 000	6.14B	9.8:1.0	5.51B
甘薯单作 Sweet potato monoculture	4 333.3	3 325	2 000	11.42A	11.8:1.0	10.46A
甘薯糯玉米间作 Sweet potato-waxy maize intercropping	2 466.7	3 500	2 000	11.39A	14.3:1.0	10.59A

注:大、中薯销售价格均为4元/kg,小薯销售价格为1元/kg;糯玉米鲜果穗销售价格1元/穗。不同大写字母表示不同处理间在0.01水平上具有极显著差异。

Note: The selling price of large and medium-sized sweet potatoes was 4 yuan per kilogram, and the selling price of small sweet potatoes was 1 yuan per kilogram; the selling price of fresh waxy maize cobs was 1 yuan per cob. Different capital letters indicated extremely significant differences at the 0.01 level among different treatment.

由表3可知,甘薯糯玉米间作、甘薯单作总产值与纯收入均与糯玉米单作存在极显著差异($P < 0.01$),甘薯糯玉米间作总产值为11.39万元/hm²,显著高于糯玉米单作,而略低于甘薯单作;产投比由大到小依次为:甘薯糯玉米间作(14.3:1.0) > 甘薯单作(11.8:1.0) > 糯玉米单作(9.8:1.0)。甘薯糯玉米间作的纯收入为10.59万元/hm²,分别比甘薯单作(10.46万元/hm²)和糯玉米单作(5.51万元/hm²)增加1.20%、92.00%。表明在山西中部地区在覆膜早播条件下,甘薯种植既可以进行单作,也可以进行甘薯糯玉米间作;糯玉米的种植模式优先选择甘薯糯玉米间作可以取得较好的经济收益。

3 结论与讨论

甘薯糯玉米间作模式在共生期对甘薯的地上部茎叶生长具有一定程度的抑制,使得甘薯糯玉米间作模式综合产量较甘薯单作模式低5.6%,与吴巧玉等^[22]及王林等^[23]研究结果一致。说明甘薯作为低位作物会受高位作物玉米的影响,产量降低。甘薯糯玉米间作糯玉米双穗率高于玉米单作,表明甘薯糯玉米间作有利于糯玉米双穗率增加。甘薯糯玉米间作模式中,糯玉米双穗率比糯玉米单作高出173%,甘薯单位面积产量低于甘薯单作,这与张德等^[24]、肖关丽等^[25]、孔玮琳等^[26]的研究结果一致。说明在甘薯糯玉米间作模式中糯玉米处于种间竞争的优势一方,而甘薯处于劣势,这与张艳等^[27]、王新华等^[28-29]的研究结果一致。

本研究表明,相比于糯玉米单作,甘薯糯玉米间作不仅可以降低糯玉米株高,保持糯玉米生长后期叶面积,还可以有效提高糯玉米的双穗率;相比于甘薯单作,甘薯糯玉米间作有效抑制了甘薯主蔓长和单株总蔓长,避免了因徒长导致的产量损失。甘薯糯玉米间作的土地当量比为1.27,表现出明显的产量优势。经济效益分析发现,甘薯糯玉米间作总产值显著高于糯玉米单作,而略低于甘薯单作;产投比表现为甘薯糯玉米间作 > 甘薯单作 > 糯玉米单作。甘薯糯玉米间作的纯收入分别比甘薯单作和糯玉米单作增加1.20%、92.00%。因此,甘薯种植既可以进行单作也可以进行甘薯糯玉米间作;糯玉米的种植模式则优先选择甘薯糯玉米间作。

综上所述,覆膜条件下甘薯糯玉米间作,可以有效提高产量和经济效益,适宜在山西中部区域进行大面积推广应用。

参考文献:

- [1] 聂明建. 适合旱土间作套种的作物:甘薯[J]. 作物研究, 2012, 26(1):70-73.
NIE M J. Sweet potato-a crop suitable for intercropping in dry soil[J]. Crop Research, 2012, 26(1):70-73.
- [2] 石晓昀,刘明慧,杨武娟,等. 甘薯可降解地膜覆盖栽培技术研究进展[J]. 中国种业, 2020(11):25-28.
SHI X Y, LIU M H, YANG W J, et al. Research progress of sweet potato cultivation techniques with degradable mulching film[J]. China Seed Industry, 2020(11):25-28.
- [3] 海梅荣,郭华春,周华芬,等. 叶片老化对甘薯品种光合特性与产量的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2008, 23(4):447-451.
HAI M R, GUO H C, ZHOU H F, et al. Effect of leaf aging on the photosynthesis characteristics and the yield of sweet potato [J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2008, 23(4):447-451.
- [4] 陈蓬凤,邹浩峰,黄师荣,等. 甘薯去氢表雄酮的体外抗氧化活性与抗癌功效初探[J]. 现代食品科技, 2022, 38(9):71-79.
CHEN P F, ZOU H F, HUANG S R, et al. *In vitro* antioxidant and anticancer properties of dehydroepiandrosterone from sweet potato[J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(9):71-79.
- [5] 张艳,郭书亚,尚赏,等. 甘薯/玉米不同间作方式对土壤养分、酶活性及作物产量的影响[J]. 山西农业科学, 2020, 48(8):1234-1238.
ZHANG Y, GUO S Y, SHANG S, et al. Effects of different intercropping methods of sweet potato/corn on soil nutrients, enzyme activity and crop yield[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 48(8):1234-1238.
- [6] 李亮. 哈尔滨市糯玉米大垄双行栽培技术的推广[J]. 农业与技术, 2020, 40(14):89-91.
LI L. Popularization of double-row cultivation techniques of waxy corn in Harbin[J]. Agriculture and Technology, 2020, 40(14):89-91.
- [7] 罗红兵,黄璜. 中国特用玉米研究概述[J]. 湖南农业科学, 2001(6):24-26.
LUO H B, HUANG H. Summary of research on special corn in China[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2001(6):24-26.
- [8] 田国珍,张国宏,李燕,等. 山西省春玉米气候适宜度评估[J]. 山西农业科学, 2024, 52(4):92-100.
TIAN G J, ZHANG G H, LI Y, et al. Assessment of climatic suitability for spring maize in Shanxi Province[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2024, 52(4):92-100.
- [9] 贾峥嵘,李江辉,武宗信,等. 山西省甘薯产业发展现状及对策[J]. 山西农业科学, 2018, 46(11):1939-1942.
JIA Z R, LI J H, WU Z X, et al. Current development status and countermeasures of sweet potato industry in Shanxi Province[J]. Agricultural Technology Service, 2018, 46(11):1939-1942.
- [10] 张向前,黄国勤,卞新民,等. 间作对玉米品质、产量及土壤微生物数量和酶活性的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(22):7082-7090.
ZHANG X Q, HUANG G Q, BIAN X M, et al. Effects of intercropping on quality and yield of maize grain, microorganism quantity, and enzyme activities in soils[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(22):7082-7090.

- [11] 朱锦惠,董坤,杨智仙,等. 间套作控制作物病害的机理研究进展[J]. 生态学杂志,2017,36(4):1117-1126.
ZHU J H, DONG K, YANG Z X, et al. Advances in the mechanism of crop disease control by intercropping[J]. Chinese Journal of Ecology, 2017, 36(4): 1117-1126.
- [12] 付学鹏,吴凤芝,吴瑕,等. 间套作改善作物矿质营养的机理研究进展[J]. 植物营养与肥料学报,2016,22(2):525-535.
FU X P, WU F Z, WU X, et al. Advances in the mechanism of improving crop mineral nutrients in intercropping and relay intercropping systems[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2016, 22(2): 525-535.
- [13] 储凤丽,李淑敏,刘亚军,等. 甘薯玉米间作对土壤性质与作物产量的影响[J]. 山西农业科学,2020,48(9):1445-1448,1455.
CHU F L, LI S M, LIU Y J, et al. Effects of intercropping sweet potato and corn on soil properties and crop yield[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 48(9): 1445-1448, 1455.
- [14] 卢广远,杨爱梅. 甘薯/鲜食玉米套作模式下产量与效益的分析[J]. 中国农学通报,2012,28(21):135-139.
LU G Y, YANG A M. Analysis on sweet potato/fresh corn relay intercropping mode production and efficiency[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(21): 135-139.
- [15] 赵大伟,徐宁生,杨华才,等. 甘薯间作糯玉米的高产高效模式分析[J]. 热带农业科学,2018,38(2):29-35.
ZHAO D W, XU N S, YANG H C, et al. Analysis of high yielding efficient patterns of the sweet potato intercropped with waxy corn[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2018, 38(2): 29-35.
- [16] 肖富良,肖国滨,郑伟,等. 不同行比配置对鲜食玉米—绿豆套种甘薯体系产量效益的影响[J]. 湖南农业科学,2021(4):39-43.
XIAO F L, XIAO G B, ZHENG W, et al. Effects of different row ratios on yield and benefit of table corn-mung bean rotation+sweet potato relay intercropping system[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2021(4): 39-43.
- [17] 段成鼎,范建芝,杨淑娟,等. 3种除草剂对甘薯田杂草的田间防效试验[J]. 杂草科学,2014,32(2):52-55.
DUAN C D, FAN J Z, YANG S J, et al. Field efficacy of three herbicides in a sweet potato field[J]. Journal of Weed Science, 2014, 32(2): 52-55.
- [18] 张丽光,杨亚星,范雅琪,等. 不同覆膜方式对旱作玉米产量与土壤理化性质的影响[J]. 山西农业科学,2025,53(4):11-19.
ZHANG L G, YANG Y X, FAN Y Q, et al. Effects of different mulching methods on yield and soil physicochemical properties of rainfed maize[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(4): 11-19.
- [19] 王江,崔福柱,刘芮芮,等. 晚播对山西中部地区不同品种小麦生长及产量的影响[J]. 山西农业科学,2021,49(11):1286-1289.
WANG J, CUI F Z, LIU R R, et al. Effects of late sowing on growth and yield of wheat varieties in the middle area of Shanxi[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2021, 49(11): 1286-1289.
- [20] 曹宏,马生发. 作物栽培学实验实训[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2018:370-371.
CAO H, MA S F. Experimental training of crop cultivation [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2018: 370-371.
- [21] 陈永欣,翟广谦,董立红,等. 标准助力,推动山西鲜食玉米产业发展:DB14/T867—2014《鲜食糯玉米果穗等级划分》解读[J]. 现代食品,2016,22(16):3-5.
CHEN Y X, ZHAI G Q, DONG L H, et al. Standard power, promote the development of fresh corn industry in Shanxi: DB14/T867-2014 fresh-eating waxy corn grain hierarchies[J]. Modern Food, 2016, 22(16): 3-5.
- [22] 吴巧玉,邓仁菊,罗密,等. 甘薯—鲜食玉米套作对其农艺性状及产量的影响[J]. 农技服务,2022,39(5):13-15.
WU Q Y, DENG R J, LUO M, et al. Effect of sweet potato-fresh corn intercropping on its agronomic characters and yield [J]. Agricultural Technology Service, 2022, 39(5): 13-15.
- [23] 王林,王琦,张恩和,等. 间作与施氮对秸秆覆盖作物生产力和水分利用效率的影响[J]. 中国生态农业学报,2014,22(8):955-964.
WANG L, WANG Q, ZHANG E H, et al. Effect of nitrogen application on productivity and water use efficiency of wheat/maize intercropping system under straw mulching[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2014, 22(8): 955-964.
- [24] 张德,龙会英. 种间相互作用对牧草间作体系生产力的影响[J]. 干旱地区农业研究,2017,35(2):234-239.
ZHANG D, LONG H Y. Effects of interspecific interactions on productivity of the intercropping system of intercropping *Stylosanthes guianensis*/*Paspalum atratum*[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2017, 35(2): 234-239.
- [25] 肖关丽,龙雯虹,赵鹏,等. 玉米—甘薯间作的光合效应及产量研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2013(1):52-55.
XIAO G L, LONG W H, ZHAO P, et al. Photosynthetic characteristics and yield of corn and sweet potato in monoculture and intercropping[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2013(1): 52-55.
- [26] 孔玮琳,薛燕慧,李进,等. 不同氮水平下夏玉米夏大豆间作对其农艺性状及产量的影响[J]. 山东农业科学,2018,50(7):116-120.
KONG W L, XUE Y H, LI J, et al. Effect of intercropping on yield and agronomic traits of summer maize and summer soybean under different nitrogen levels[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2018, 50(7): 116-120.
- [27] 张艳,郭书亚,汤其宁,等. 不同株高玉米对间套作甘薯地上部性状的影响[J]. 山西农业科学,2020,48(9):1449-1455.
ZHANG Y, GUO S Y, TANG Q N, et al. Effects of different plant height maize on intercropping sweet potato over-ground characteristics[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 48(9): 1449-1455.
- [28] 王新华,郭书亚,尚赏,等. 1B8型玉米甘薯套作系统优势分析[J]. 安徽农业科学,2013,41(36):13855-13857.
WANG X H, GUO S Y, SHANG S, et al. Type 1B8 of sweet potatoes, corn interplanting system advantage analysis [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013, 41(36): 13855-13857.
- [29] 王新华,尚赏,郭书亚,等. 2BX型玉米/甘薯间作系统优势分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):106-109.
WANG X H, SHANG S, GUO S Y, et al. Advantage analysis of 2BX corn/sweet potato intercropping system[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2014, 42(10): 106-109.