

绿洲灌区垄作沟灌栽培对玉米间作豌豆产量及水分利用效率的影响

唐文雪¹, 马忠明², 连彩云¹, 张立勤¹

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃兰州 730070)

摘要: 研究了玉米间作针叶豌豆在垄作栽培和传统平作栽培方式下, 对土壤温度、水分、作物产量及水分利用效率的影响。结果表明, 垄作栽培5~25 cm土层的日均地温较平作栽培提高0.92℃, 随土层的加深, 土壤增温效果呈现先增后减的趋势。垄作栽培土壤含水量及储水量高于平作栽培19.1 g/kg和315 m³/hm²。垄作栽培在灌水量比平作减少1 200 m³/hm²的条件下, 两种作物的混合产量为16 895.3 kg/hm², 增产达14.97%; 水分利用效率为26.61 kg/(hm²·mm), 节水1 268.4 m³/hm²。从增产节水的角度来看, 玉米间作针叶豌豆垄作栽培模式明显优于平作栽培模式。

关键词: 垄作沟灌栽培; 玉米间作豌豆; 产量; 水分利用效率; 河西绿洲灌区

中图分类号: S513; S643.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2013)07-0005-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2013.07.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2013.07.002)

The Effects of Tillage With Ridge Irrigation on Yield and Water Use Efficiency for Intercropping of Corn and Pea in Oasis Irrigation Area

TANG Wen-xue, MA Zhong-ming, LIAN Cai-yun, ZHANG Li-qin

(1. Institute of soil, fertilizer and water-saving agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: The effects of corn and pea intercropping with ridge and flat planting on soil temperature, soil water, yield and water use efficiency (WUE) were studied in the field. The results revealed that daily average soil temperature in 5~25 cm soil layer under raised bed planting increased 0.92℃ and temperature increasing effects decreased as soil layer deepened. The soil water content and water storage of bed planting was increased 19.1 g/kg and 315 m³/hm² than flat planting. The yield and WUE of bed planting reached 16 895.3 kg/hm² and 26.61 kg/(hm²·mm) and increased 14.97% and 37.99% compared to flat planting. The ridge tillage saved irrigation water of 1 268.4 m³/hm² and became new intercropping system.

Key words: Tillage with ridge irrigation; Intercropping of maize and pea; Yield; Water use efficiency; Oasis irrigation area

间套作是我国人民经过长期实践认识和掌握的一种增产技术, 是通过将生理和生态特性上具有差异互补的作物组合在同一群体内, 实现了光、热、水、土、肥利用效率的提高^[1]。不同作物合理的间套作可增产30%~50%^[2], 与单作比较具有较高的水分生产效率 and 经济效益^[3-4]。甘肃河西绿洲灌区光、热资源丰富, 适宜发展间作套种, 随着水资源缺乏的日益加剧, 以节水型间套作模式替代传统高耗水模式的种植方式发展迅速, 其中玉米间作豌豆条膜覆盖平作栽培模式已逐步成为该区间套作的主体模式。2007—2009年, 仅武威市的凉州区、张掖市的甘州区、酒泉市的肃

州区种植面积达8万hm², 在增加粮食产量、提高土地等资源利用方面发挥了重要作用。作物垄作栽培能够改变土壤的微地形, 在单作栽培条件下具有极好的增温效应, 在减少灌溉量的同时, 可提高作物产量和水资源利用效率^[5-9]。国内外基于垄作栽培模式的研究多集中在单一作物或单一季节, 对垄作栽培下不同作物间作模式的研究尚鲜见报道。为此, 研究玉米间作针叶豌豆垄作栽培条件下的土壤温度、水分及作物产量变化, 有利于深层次挖掘当前主体间作模式的节水增产潜力, 为玉米间作豌豆栽培模式产量及水分利用效率的进一步提高提供依据。

收稿日期: 2013-05-30

基金项目: 甘肃省科技计划资助项目“河西绿洲灌区主要作物垄作沟灌节水栽培技术示范”(1105NCNA104)部分内容

作者简介: 唐文雪(1967—), 女, 甘肃临夏人, 副研究员, 主要从事作物栽培与节水农业研究工作。联系电话: (0)13919281201。E-mail: gstw@163.com

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示玉米品种为沈单16号, 豌豆品种为陇豌2号。

1.2 试验方法

试验于2010年3—10月在甘肃省农业科学院张掖节水农业试验站进行。试验站位于甘肃省河西走廊中部, 海拔1 570 m, 年日照时数3 085 h, 昼夜温差13.00~16.07℃, 年均气温7.0℃, ≥ 0 ℃积温3 388℃, ≥ 10 ℃积温2 896℃, 年均蒸发量2 075 mm, 年降水量不足130 mm, 干旱指数10.3, 无霜期153 d。土壤属轻壤土, 0~200 cm平均土壤容重1.376 g/mL, 有机质含量17.98 g/kg, 速效磷含量24.7 mg/kg, 速效钾含量82 mg/kg, 属典型的干旱农业灌溉区, 具有西北绿洲灌溉农业区的典型特征。

试验设垄作栽培处理和平作栽培处理(CK)2种栽培模式。小区面积28.8 m² (4.8 m×6.0 m), 3次重复。垄作栽培处理在豌豆播种前起垄覆膜, 垄幅宽120 cm, 垄面宽50 cm, 垄高20 cm; 垄面种植2行玉米, 行距40 cm, 株距20 cm; 垄沟内种植3行豌豆, 行距15 cm, 株距5 cm。平作栽培处理采用宽窄行种植, 窄行40 cm(豌豆播种前覆膜), 种植2行玉米, 行距40 cm, 株距20 cm; 宽行80 cm, 种植3行豌豆, 行距15 cm, 株距5 cm。结合整地施N 120 kg/hm²、P₂O₅ 225 kg/hm², 玉米大喇叭口期、吐丝期结合灌水分别追施N 90 kg/hm²。垄作栽培处理灌溉定额为4 050 m³/hm², 灌水时小水沟内渗灌, 避免淹没垄面。平作栽培处理灌溉定额为5 250 m³/hm², 全生育期灌水4次, 其比例分别为20%、30%、30%、20%, 采用水表量水灌溉。

1.3 测定项目和方法

1.3.1 土壤含水率 采用烘干法, 于播种前、苗期、拔节期、灌浆期和收获后测定, 以对角线法确定测点位置, 每小区测定6个点。垄作栽培处理每小区分别在垄面正中和垄沟底部各测定3个点, 平作栽培处理每小区分别在宽行和窄行各测定3个点, 计算6个点各层土壤水分平均值。测定层次分别为0~10、10~20、20~30、30~40、40~60、60~80、80~100、100~120 cm。0~120 cm, 测定值采用加权平均。

1.3.2 土壤温度 采用曲管地温计人工测定和气象站自动采集相结合。将曲管地温计在各处理小区内分5、10、15、20、25 cm 5个层次埋设, 5月1—29日分别于8:00、14:00、20:00时测定。采用试验站建有的小型气象站测定生育期的降水量, 并计算作物生育期耗水量及水分利用效率。作物成熟时每小区除去边行, 随机取20株进行室内考种, 按小区单收计产。试验数据采用SPSS软件处理。生育期耗

水量由田间水分平衡方程式计算, 水分利用效率计算公式为: $WUE=Y/ET$

式中, Y 为作物籽粒产量(kg/hm²), ET 为作物生育期耗水量(mm)。

2 结果与分析

2.1 不同栽培方式对土壤温度的影响

研究表明, 温度对农作物生产有很大的影响, 地温是改变植物所受温度变化的基础, 是植物保持根系活力的重要因子, 而根系是维持植物生命活动的重要器官, 与植物的生长和产量的形成有密切的关系^[15]。垄作栽培土壤表面由平面形改变为波浪形, 扩大了土壤表面积, 增加了太阳能吸收, 垄面覆膜还增强了土壤增温保温效果, 有效提高了耕层土壤地温。地温观测结果表明(图1), 垄作栽培处理具有明显的增温效应, 在同一深度土层, 垄作栽培处理日均地温均高于平作栽培处理, 其中5~25 cm土层的日均地温较平作栽培处理高0.92℃; 在5~15 cm土层, 随着土层深度的增大, 其增温效果逐渐增大, 并在10~15 cm处达到最大; 在15~25 cm土层, 随着土层深度的增加, 增温效果反而逐渐减小。垄作栽培方式的增温效应, 增加了作物生长期内的有效积温, 弱化了河西绿洲灌区早春低温与玉米幼苗生长缓慢和壮苗早发之间的矛盾, 为根系早发快长、多生根、深扎根和提高吸收功能创造了良好的环境条件^[5,9,11~12], 为农作物丰产奠定了基础。

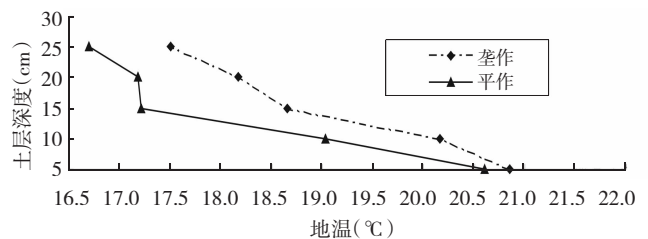


图1 不同栽培方式下的土壤温度变化

2.2 不同栽培方式对田间土壤水分的影响

垄作栽培处理灌水时沿垄沟进行, 可降低灌水后田间水分的无效蒸发, 在减少灌水量的同时, 还增加了土壤蓄水能力, 提高水资源的利用效率^[8,13~14]。从图2可以看出, 在苗期(图2-a), 0~90 cm土壤含水量垄作栽培处理高于平作栽培处理, 0~30 cm土壤含水量比较稳定, 30~90 cm土壤含水量随着土层的加深垄作栽培处理呈先升后降的趋势, 60 cm时达最大, 90 cm后低于平作栽培处理。在拔节期(图2-b), 不同土层土壤含水量垄作栽培处理均高于平作栽培处理, 0~20 cm土壤含水量垄作、平作栽培处理均呈下降趋势且差异不明显, 20 cm后垄作栽培处理的土壤含水量呈上升趋势。在灌浆

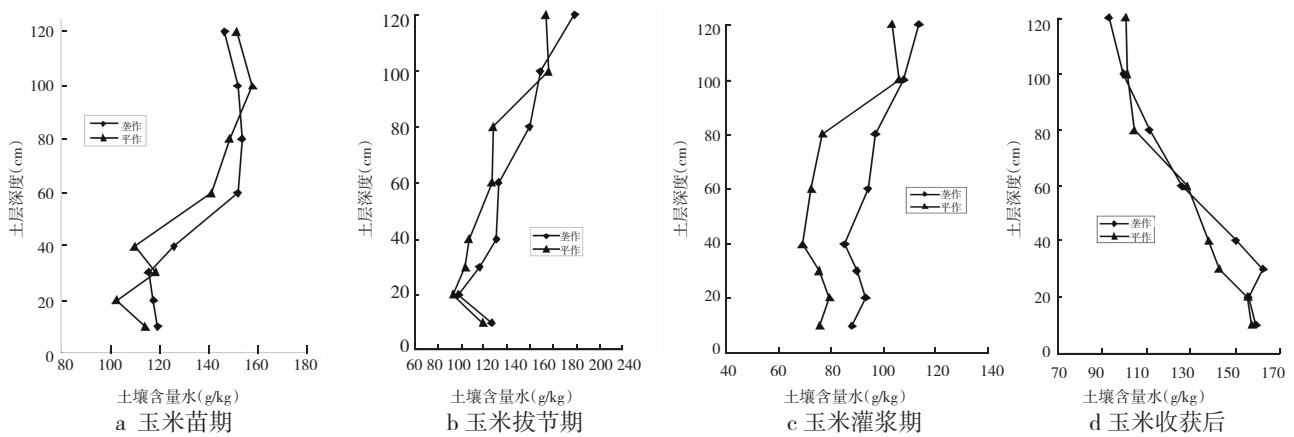


图2 垄作玉米间作豌豆不同生长阶段田间土壤水分变化

表1 不同栽培方式对作物产量及产量构成要素的影响

处理	玉米			豌豆			混合产量 (kg/hm ²)	较CK增加 (%)
	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	折合产量 (kg/hm ²)	株粒数 (粒)	百粒重 (g)	折合产量 (kg/hm ²)		
垄作栽培	525.15	376.7	15 227.7	20.30	19.46	1 667.6	16 895.3 aA	14.97
平作栽培(CK)	507.86	365.44	12 856.5	21.23	20.14	1 839.2	14 695.7 bB	

期(图2-c),不同土层垄作栽培处理的土壤含水量均高于平作栽培处理,0~80 cm土层土壤含水量差异明显,80~120 cm随着土壤土层的加深,其差异呈先减后增的趋势。收获后(图2-d),垄作栽培处理的土壤含水量高于平作栽培处理,且土壤含水量随着土层的加深均呈下降趋势。从苗期、拔节期等不同生育时期的水分变化来看,在灌水量减少1 200 m³/hm²的前提下,垄作栽培处理的土壤含水量比平作栽培处理高19.1 g/kg,贮水量比平作栽培处理高315 m³/hm²,这为灌溉水利用效率及作物水分利用率的提高提供了依据。

2.3 不同栽培方式对作物产量及水分利用效率的影响

2.3.1 对作物产量及产量构成要素的影响 从表1可以看出,垄作栽培处理对豌豆产量及产量构成因素的影响大于平作栽培处理。垄作栽培处理的豌豆株粒数和百粒重比平作栽培处理减少0.93粒和0.68 g,豌豆折合产量比平作栽培处理减少171.6 kg/hm²,减产率为9.33%;但垄作栽培处理玉米产量明显高于平作栽培处理;与平作栽培处理相比,垄作栽培处理玉米的穗粒数增加17.29粒,千粒重增加11.26 g,折合产量增加2 371.2 kg/hm²,增产率为18.44%。表明垄作栽培处理豌豆折合产量虽低于平作栽培处理,但玉米垄作栽培比平作栽培增产显著,使混合产量显著高于平作栽培处理。

2.3.2 对作物水分利用效率的影响 王法宏等研究指出,冬小麦垄作栽培通过改变大水漫灌为小水沟内渗灌,可提高水分利用效率,节水30%,增产10%以上^[8]。垄作栽培处理结合秸秆覆盖节水效果更加明显,夏玉米垄作覆盖比平作可增产14.2%~58.1%^[11],水分利用率提高24.3%^[15-18]。从表2

可以看出,垄作栽培处理的灌水量比平作栽培处理减少1 200 m³/hm²,生育期耗水量是平作栽培处理的83.35%;节水1 268.4 m³/hm²,节水率为16.65%。水分利用效率比平作栽培处理提高7.32 kg/(hm²·mm),增幅达37.95%。可见,垄作栽培的作物水分利用率显著高于平作栽培处理。

表2 不同栽培方式对水分利用效率的影响

处理	灌水量 (mm)	生育期耗水量 (mm)	折合产量 (kg/hm ²)	水分利用效率 [kg/(hm ² ·mm)]
垄作栽培	405	635.00	16 895.3 aA	26.61 aA
平作栽培(CK)	525	761.84	14 695.7 bB	19.29 bB

3 小结

- 1) 河西绿洲灌区玉米间作豌豆栽培模式下,垄作沟灌栽培较平作栽培具有明显的增温效应。采用垄作沟灌栽培的作物苗期5~25 cm土层日均地温较平作栽培提高0.92℃,可有效改善玉米、豌豆苗期的生态环境,促进根系生长发育。
- 2) 垄作沟灌栽培具有明显的增产节水效果。垄作栽培产量达16 895.3 kg/hm²,比平作栽培增产2 199.6 kg/hm²,增产率为14.97%;水分利用效率为26.61 kg/(hm²·mm),比平作栽培提高7.32 kg/(hm²·mm),增幅为37.95%。
- 3) 试验仅对河西绿洲灌区玉米间作豌豆垄作沟灌栽培条件下土壤温度变化及对作物产量、水分利用效率的影响进行了初步探讨,关于垄作沟灌栽培条件下玉米豌豆增产节水效应生长机理尚缺系统研究,有待进一步探索。

参考文献:

[1] 杨友琼, 吴伯志. 作物间套作种植方式间作效应研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(11): 192-196.

钾肥施用量对全膜双垄沟播玉米产量的影响

白爱红

(宁夏回族自治区隆德县农业技术推广中心, 宁夏 隆德 756300)

摘要: 在隆德县旱川地条件下, 试验观察了不同钾肥用量对玉米产量的影响, 结果表明, 在不施农家肥、配施 N 180 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm² 的基础上, 施 K₂O 90 kg/hm² 时玉米增产效果显著, 折合产量达 10 396.01 kg/hm², 较不施钾肥增产 800.57 kg/hm², 增产率 8.34%。

关键词: 钾肥; 施用量; 产量; 玉米; 全膜双垄沟播

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2013)07-0008-02

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2013.07.003

隆德县地处宁夏南部山区, 海拔1 720~2 942 m, 地势东高西低, 属中温带季风区半湿润向半干旱过渡性气候, 春低温少雨, 夏短暂多雹, 秋阴涝霜早, 冬严寒绵长。年均气温5.1℃, 1月份最低, 极值为-25.7℃; 7月份最高, 极值为31.4℃。年均日照时数2 228 h, 无霜期124 d, 年降水量745.4 mm, 多集中在夏、秋两季, 尤以7、8月为降水集中期。近年来, 隆德县将地膜玉米确定为抗旱增收的主要农作物, 大力推广旱地玉米全膜双垄沟播栽培技术, 玉米年播种面积达0.3万hm²以上, 产量达6 433 kg/hm²。但在玉米生产中普遍存在农户盲目施用钾肥的问题, 导致增产不增

收。为了提高钾肥利用率, 我们于2012年进行了玉米施钾试验, 现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示玉米品种为长城706。氮肥为尿素(含N≥46%), 中国石油宁夏石化公司生产; 磷肥为重过磷酸钙(含P₂O₅≥46%), 云南三环化工有限公司生产; 钾肥为硫酸钾(含K₂O≥50%), 宁夏中农金合有限责任公司生产。

1.2 试验方法

试验设在隆德县沙塘良种场川旱地, 北纬35°

收稿日期: 2013-03-11

作者简介: 白爱红(1971—), 女, 宁夏隆德人, 农艺师, 主要从事农业科技示范推广工作。联系电话: (0)13649546155。E-mail: ldbaiaihong@163.com

- [2] 胡恒觉, 黄高宝. 新型多熟种植研究[M]. 兰州: 甘肃科技出版社, 1999.
- [3] 孟文, 常中央, 魏新平. 河西地区麦田不同种植模式的水效益比较[J]. 甘肃农业大学学报, 1996, 31(1): 42-46.
- [4] 李凤霞, 黄峰, 徐阳春, 等. 春小麦不同种植模式水分利用效率比较[J]. 节水灌溉, 2003(3): 15-16, 46.
- [5] 张立勤, 马忠明, 俄胜哲. 垄膜沟灌栽培对制种玉米产量和水分利用效率的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(4): 83-86.
- [6] 张立勤, 马忠明, 曹诗瑜, 等. 河西绿洲灌区垄作春小麦的产量效应及节水效果研究[J]. 中国农村水利水电, 2009(3): 67-69.
- [7] 王旭清, 王法宏, 任德昌, 等. 作物垄作栽培增产机理及技术研究进展[J]. 山东农业科学, 2001(3): 41-45.
- [8] 王法宏, 刘世军, 王旭清, 等. 小麦垄作栽培技术的生态生理效应[J]. 山东农业科学, 1999(4): 4-7.
- [9] 张振华, 蔡焕杰, 柴红敏, 等. 膜上灌作物需水量和地膜覆盖效应试验研究[J]. 灌溉排水, 2003, 21(1): 11-14.
- [10] YANAGAWA H, WATANABE K, NAKAMURAM M. Application of the feeding redients for live stock to anartificial diet by using polyphagous strain of the silk worm [J]. J. Seric. Sci. Jpn., 1989, 58(5): 401-406.
- [11] 杨洪宾, 闫璐, 徐成忠, 等. 小麦垄作对早春不同层次土壤温度变化的影响[J]. 山东农业科技, 2005(6): 28-30.
- [12] 谢文, 潘木军, 翟均平. 不同垄作覆盖栽培对土壤理化性质、耗水特性和玉米产量的影响[J]. 西南农业学报, 2007, 20(3): 365-369.
- [13] 林同保, 宋雪雷, 孟战赢, 等. 不同灌水量对垄作小麦水分利用及产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(2): 123-127.
- [14] K D SAYRE, O H MORENO RAMOS. Applications of raised-bed planting system to wheat. Wheat program special report[R]. Mexico, D. F: CIMMYT, 1997: 12.
- [15] 王同朝, 卫丽, 王燕, 等. 夏玉米垄作覆盖对农田土壤水分及其利用影响[J]. 水土保持学报, 2007, 21(2): 127-132.
- [16] 唐文雪, 杨思存, 马忠明. 沿黄灌区玉米套种针叶豌豆栽培模式研究[J]. 甘肃农业科技, 2009(5): 7-10.
- [17] 杨君林, 马忠明, 曹海瑜, 等. 马铃薯与豌豆套种的效果研究[J]. 甘肃农业科技, 2008, 5(2): 32-34.
- [18] 霍卫林, 王建成, 杨思存. 兴电灌区油葵/豌豆带田高产高效种植模式研究[J]. 甘肃农业科技, 2002(5): 12-13.

(本文编辑: 王颢)