

水肥耦合对土壤水分及制种玉米产量的影响

刘 风

(甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 针对甘肃河西干旱灌区水资源不足和高产农田长期存在施肥量过高和水资源利用率低下的现状, 以河西走廊干旱灌区大面积种植的制种玉米为对象, 研究不同水肥处理对各生育期土壤水分、水肥利用效率和产量等方面的影响。结果表明, 制种玉米在主要生育期耗水量以灌浆-成熟期最高, 当灌水量增加时, 作物耗水量随之增加, 而水分利用效率逐渐降低, 在相同灌水水平下, 水分利用效率随着施氮量的增加而增加。耗水强度在整个生育期表现出先增后减的趋势, 在抽穗-灌浆期耗水强度最大。根据制种玉米的耗水规律, 确定了适宜的灌水时期, 分别为拔节期、大喇叭口期、抽雄吐丝期、灌浆中后期。在相同的施氮水平下, 制种玉米的产量随着的灌水量的增加而增大。在相同灌水水平下, 高水高氮处理下制种玉米的产量反而低于高水中氮处理下产量。

关键词: 水肥耦合; 土壤水分; 制种玉米; 产量

中图分类号: S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)06-0041-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.06.011

Effects of Coupling of Water and Fertilizer on Soil Moisture and Yield of Producing Corn Seed

LIU Feng

(Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: According to the situation of insufficient water resources and high fertilization amount and low utilization rate of water resources in high-yielding farmland of Hexi arid irrigation area in Gansu province, the effects of different water and fertilizer treatments on soil moisture, water and fertilizer use efficiency and yield at different growth stages were studied with corn seed planted in large area in Hexi corridor arid irrigation area. The results showed that the largest water consumption of corn for seed was Grouting-mature stage, when irrigation water increases, crop water consumption increases, while WUE decreases gradually. At the same irrigation level, WUE increased with the increase of nitrogen application. The water consumption intensity first increased and then decreased in the whole growth period, and the water consumption intensity was the highest in the period of heading-filling. According to the water consumption law of seed corn production, the suitable irrigation period was determined, including jointing stage, big trumpet mouth stage, tasseling and silking stage, middle and late stage of grouting. At the same nitrogen level, the yield of seed maize increased with the increase of irrigation water. However, under the same irrigation level, the yield of seed corn under high water and nitrogen treatment was lower than that under high water and nitrogen treatment.

Key words: Coupling of water and fertilizer; Soil Moisture; Producing corn seed; Yield

我国属于资源性缺水国家, 人均水资源只有世界平均水平的一半^[1], 而西北地区多年平均水资源量仅占全国总量的 5.84%^[2]。

甘肃河西内陆河灌区是西北干旱灌区的主要组成部分。近年来, 我国玉米杂交制种面积不断扩大, 其数量和质量安全直接影响全国

收稿日期: 2019-04-10

作者简介: 刘 风(1986—), 女, 甘肃宁县人, 研究实习员, 主要从事农业科研管理工作。联系电话: (0931)7611511。

的玉米生产和粮食安全以及农业生产的可持续发展^[3]。甘肃省是我国最大的玉米种子生产基地，也是国家级玉米杂交种子生产基地之一，年种子供应量占全国年用种量的 60% 以上，其中河西地区玉米种子供应量占甘肃省的 90% 以上。河西地区作为我国重要的杂交玉米种子生产基地，有着得天独厚的自然条件。该地区人均水资源不足全国人均水资源的 2/3，仅为世界人均水资源的 1/6，且降水量少而蒸发量大^[4]。干旱缺水是影响和限制该区玉米制种产业持续稳定发展的主要制约因素，如何发展高效节水节肥农业是该地区亟待解决的一个重要问题，如何充分利用有限的水资源，提高水肥利用率是提高农业生产水平和发展节水增效农业的关键^[5]。

在半干旱区灌溉农业中，水肥具有明显的耦合关系，肥料的增产作用不仅在于肥料本身，更重要的还在于与土壤水分的互动，水肥耦合对作物产量的影响主要反映在水肥供应水平上，Bray^[6]研究表明，不同水分条件下施肥的效果存在很大差别，表现出产量的差异。赵炳梓等^[7]对玉米和小麦水肥耦合研究的结果表明，高水、高氮不利于小麦对 N 的吸收，而玉米的吸氮量随施肥量的增加而增加。张凤翔等^[8]通过盆栽试验对冬小麦生物学特性及产量影响进行了研究，探讨了水肥耦合对冬小麦生理性状及产量的影响和机制，认为水、N 存在显著耦合效应，只有在适宜的土壤水分与养分条件下才能获得较高的产量。旱作农田冬小麦水肥耦合增产效应相关研究证实，肥料减缓了土壤水分对产量的影响，提高了冬小麦产量和水分利用率^[8]。笔者以国家级杂交玉米制种基地膜下滴灌玉米杂交制种作为研究对象，以水肥资源高效利用、制种田高产稳产、生态安全为总原则，从玉米—水—产量关系、水肥耦合及水盐运动等机理入手，进行了玉米制种田水肥高效调控研究，并在此基础上集成提出

调控模式。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在甘肃省农业科学院张掖节水农业试验站进行。该试验站距离张掖市 13 km，地理位置为东经 100° 26'，北纬 38° 56'，海拔 1 570 m，地下水位 100 m。全年日照时数 3 085 h，平均气温 7 °C， ≥ 0 °C 的积温为 3 380 °C， ≥ 10 °C 的积温为 2 896 °C，无霜期 153 d，具有较好的光热条件和较高的光温生产力。

试验田土质为轻壤土，0~200 cm 平均土壤容重为 1.376 g/cm³，田间最大体积含水量为 31.68%，含有机质 7.9 g/kg、速效磷 24.7 mg/kg、速效钾 82 mg/kg，年蒸发量 2 075 mm，年降水量不足 130 mm，干旱指数高达 10 以上。该区域是大陆性干旱气候地带，属于典型的无灌溉就无农业的干旱灌溉地区，具有西北绿洲灌溉农业区的典型特征。

1.2 试验材料

指示玉米品种为“先玉335”，从敦煌种业先锋良种有限公司购得。该品种具有耐旱、抗病虫害能力强，适于密植等优点。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计，选择地块平整，地力均一，茬口一致的耕地作为试验地。试验小区宽 5 m，长 6.5 m，面积为 32.5 m²，设 1 m 宽的保护区。灌溉水平分别设置 3 个不同的梯度：低水(2 400 m³/hm²)、中水(4 800 m³/hm²)、高水(6 000 m³/hm²)。氮肥用量分别设置 3 个水平：低氮(120 kg/hm²)、中氮(240 kg/hm²)、高氮(360 kg/hm²)。试验共 9 个处理，3 次重复，共 27 个小区。磷肥和钾肥按当地习惯用量做为基肥一次性施入。各小区水肥处理见表 1。

于 2014 年 4 月 1 日覆膜，4 月 13 日播种玉米母本，父本分两次播种，先后于 4 月 17 日和 4 月 20 日分别播种。母本采用大小行

表 1 水肥处理组合表

处理代码	处理类型	灌水定额 (m^3/hm^2)	施肥定额 (kg/hm^2)
W1N1	低水低氮	2 400	120
W1N2	低水中氮	2 400	240
W1N3	低水高氮	2 400	360
W2N1	中水低氮	4 800	120
W2N2	中水中氮	4 800	240
W2N3	中水高氮	4 800	360
W3N1	高水低氮	6 000	120
W3N2	高水中氮	6 000	240
W3N3	高水高氮	6 000	360

种植,小行行距为 40 cm,大行为 60 cm,株距为 25 cm。父本点种在母本大行之间,采取插花式点种,株距约为 30 cm,播种深度 6~7 cm,总种植密度约为 87 000 株/hm²。

1.3 测定项目与方法

土壤含水量用烘干称重法测定,每小区取 2 个样,按 20 cm 分层,分别测定 0~100 cm 土壤含水量。制种玉米耗水量用水量平衡法计算,依据相临 2 次土壤水分的测定结果,计算该时段内的耗水量。

收获时随机取玉米 15 株/小区,测定穗长(第一果穗的长度 cm)、穗粗(干果穗中部直径 cm)、单株有效穗数(小区总穗数/小区总株数)、秃尖度(cm)、穗行数(穗中部行数)、行粒数(果穗中代表性行内的籽粒数)及千粒重。产量(kg/hm^2)=每 hm² 穗数 × 每穗粒数 × 千粒重 kg/1 000。

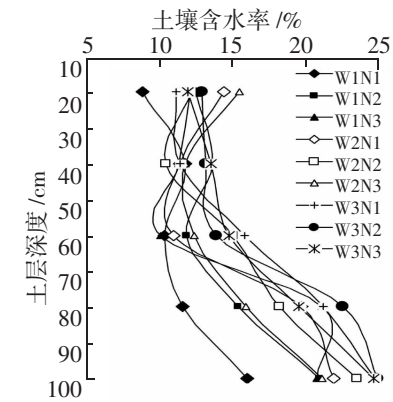
1.4 数据处理与分析

运用 SPSS 19.0 软件对试验数据进行统计分析。

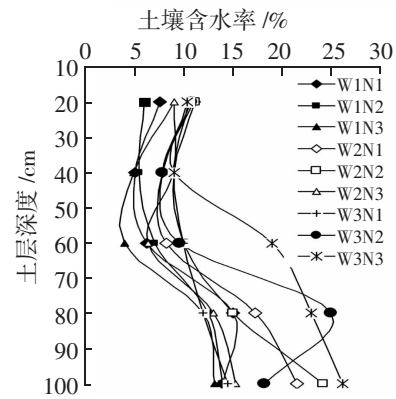
2 结果与分析

2.1 不同生育阶段土壤含水量的变化

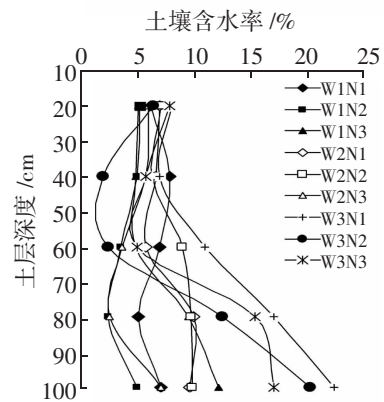
制种玉米在不同生育阶段 0~100 cm 土壤含水率的变化如图 1 所示。在播种—拔节期,0~60 cm 土壤含水率介于 10%~15% 之间,之后随土壤深度的增加土壤含水量逐渐增高;在拔节—抽穗期,土壤含水量大小依次为 W3N3>W3N2>W3N1>W2N3>W2N2



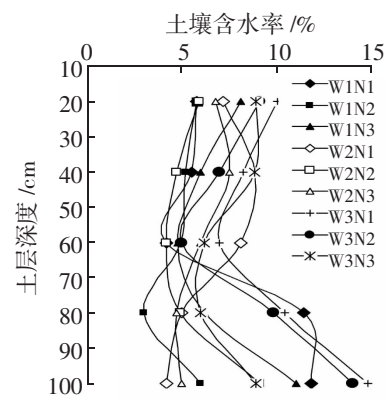
(a) 播种拔节



(b) 拔节—抽穗



(c) 抽穗—灌浆



(d) 灌浆—成熟

图 1 不同生育阶段 0~100 cm 土壤含水率的变化

>W2N1>W1N3>W1N2>W1N1, 表明高定额灌水明显促进土壤水分向深层土壤移动, 有利于提高土壤深层水分储藏能力; 在抽穗—灌浆期, 60~100 cm 土壤含水量大小依次为 W3N1>W3N3>W3N2>W2N2>W1N3>W2N1>W1N1>W2N3>W1N2, 此期间灌水定额较大时, 适当减少灌水次数不会影响土壤含水量; 在灌浆—成熟期, 各处理土壤水分含量明显减少, 60~80 cm 土壤含水量依次为 W3N1>W3N2>W1N1>W1N3>W3N3>W2N2>W2N1>W2N3>W1N2, 这表明高水中氮 (W3N2) 处理对作物成熟期土壤深层水分没有明显的促进作用。

2.2 水肥耦合条件下水分利用效率的变化

图 2 是制种玉米在水肥耦合条件下其水分利用效率的变化。当灌水增加时, 水分利用效率逐渐下降。相同灌水水平下, 水分利用效率随着施氮量的增加而逐渐增加。当灌水量大于 4 800 m³/hm² 时, 随着施氮量的增加水分利用效率反而下降。

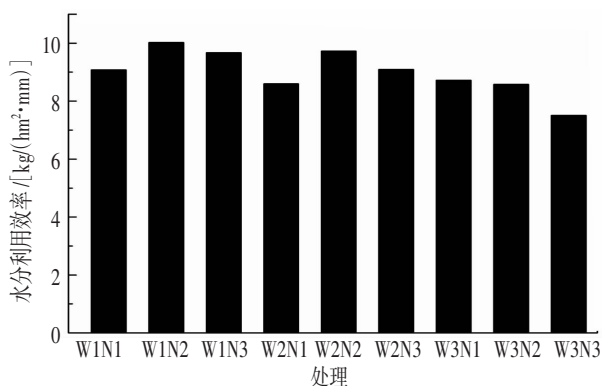


图 2 不同处理下水分利用率的变化

2.3 水肥调控下制种玉米产量的变化

图 3 为水肥耦合条件下制种玉米产量的变化。在同一施氮水平下, 制种玉米的产量随着灌水量的增加而增加, 产量与灌水量呈极显著的正相关。施氮量为 240 kg/hm² 时随着灌水量的增加产量的增加幅度最大, 灌水量达到 6 000 m³/hm² 时制种玉米的产量达到最大值 17 000 kg/hm², 施氮量增加至 360 kg/hm² 时随着灌水量的增加产量的增加幅度相对较小。在同一灌水条件下, 制种玉米的

产量随着施氮量的增加而增加。当灌水量为 6 000 m³/hm² 时, 高氮 (360 kg/hm²) 条件下的产量反而比中氮 (240 kg/hm²) 条件下低, 这说明在水分充足的条件下, 过多的氮肥施用量不一定能明显提高产量, 同时也说明氮肥对于制种玉米产量的影响需要在一定的水分条件下才能最大限度的发挥效应。

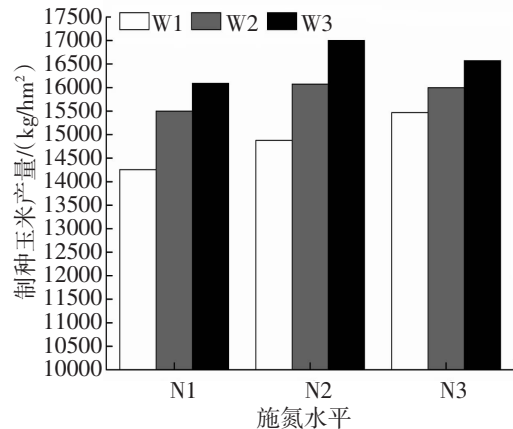


图 3 水肥耦合对制种玉米产量的影响

3 结论

研究表明, 制种玉米在主要生育期耗水量以灌浆—成熟期最高。当灌水量增加时, 作物耗水量随之增加, 而水分利用效率逐渐降低, 在相同灌水水平下, 水分利用效率随着施氮量的增加而增加。耗水强度在整个生育期表现出先增后减的趋势, 在抽穗—灌浆期耗水量最大。根据制种玉米的耗水规律, 确定适宜的灌水时期分别为拔节期、大喇叭口期、抽雄吐丝期、灌浆中后期。

在相同的施氮水平下, 制种玉米的产量随着灌水量的增加而增大。但在相同灌水水平下, 高水高氮处理的制种玉米产量反而低于高水中氮处理, 说明在一定条件下降低水分或者减少氮肥的施用完全有可能达到高产的目的。

参考文献:

- [1] 许迪, 康绍忠. 现代节水农业技术研究进展与发展趋势[J]. 高技术通讯, 2002, 12: 103-108.
- [2] 刘贤赵, 刘德林, 宋孝玉. 西北干旱区水资源开发利用现状及对策[J]. 水资源与水工程

覆膜方式对环县旱作冬油菜土壤水分和温度及产量的影响

李宗保¹, 郭满平²

(1. 环县曲子镇农业服务中心, 甘肃 环县 745715; 2. 环县农业技术推广中心, 甘肃 环县 745700)

摘要: 以冬油菜品种陇油9号为指示品种, 以露地条播为对照, 在环县川旱地试验观察了全膜覆土穴播、全膜平铺穴播、全膜微垄侧播等3种覆膜栽培方式对旱作冬油菜土壤水分、土壤温度及冬油菜产量的影响。结果表明, 3种覆膜栽培方式较对照露地条播而言, 其保水保墒效果和保温增温效果均优于对照露地条播, 且优化了冬油菜的经济性状, 大幅度提高籽粒产量。保墒效果以全膜覆土穴播栽培方式最好, 在冬油菜播种期、出苗期、越冬前、返青期、蕾薹期、始花期、成熟期0~60 cm土层平均土壤含水量分别为116、122、123、67、76、76、83 g/kg, 较对照露地条播分别增加6、8、6、14、12、11、9 g/kg。保温增温效果以全膜微垄侧播栽培方式最好, 播种期、出苗期、越冬前、返青期、蕾薹期、始花期、成熟期0~25 cm土层的平均土壤温度分别为23.0、23.0、17.6、17.1、23.3、26.0、28.3℃, 较对照露地条播分别增加1.4、1.4、2.7、1.5、2.8、3.1、2.5℃。冬油菜籽粒折合产量以全膜覆土穴播栽培方式最高, 为2 416.7 kg/hm², 较对照露地条播增产110.9%; 全膜平铺穴播栽培方式次之, 折合产量为2 142.4 kg/hm², 较对照露地条播增产87.0%; 全膜微垄侧播栽培方式居第3位, 冬油菜籽粒折合产量为2 128.5 kg/hm², 较对照露地条播增产85.8%。建议在环县及周边旱地推广冬油菜全膜覆土穴播栽培技术, 配套旱地冬油菜全膜平铺穴播栽培和全膜微垄侧播栽培。

关键词: 冬油菜; 覆膜栽培方式; 全膜覆土穴播; 土壤水分; 土壤温度; 产量

中图分类号: S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)06-0045-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.06.012

油菜是我国最主要油料作物之一, 2012—2013年播种面积0.077亿hm², 总产量

收稿日期: 2019-01-07; 修订日期: 2019-04-10

作者简介: 李宗保(1970—), 男, 甘肃环县人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13993486795。

通信作者: 郭满平(1966—), 男, 甘肃环县人, 推广研究员, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18919342089。Email: hxnjzngmp123456@163.com。

学报, 2005(2): 1-6.

[3] 王积彪. 河西灌区不同覆膜方式对制种玉米产量及水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技, 2012(2): 14-15.

[4] 胡铁民, 王增丽, 董平国. 西北旱区制种玉米不同灌溉制度对土壤水分及产量的影响[J]. 节水灌溉, 2014(1): 27-31.

[5] 优良, 李隆, 张福锁, 等. 灌溉对大麦/玉米带田土壤硝态氮累积和淋失的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 105-109.

[6] BAY E A. Plant response to water defieit[J].

Trend in Plant Sei. 1997, 2(2): 48-54.

[7] 赵炳梓, 徐富安. 水肥条件对小麦、玉米N、P、K吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(3): 260-266.

[8] 张凤翔, 周明耀, 徐华平, 等. 水肥耦合对冬小麦生长和产量的影响[J]. 水利与建筑工程学报, 2005, 3(2): 22-24.

[9] 上官周平, 刘文兆, 徐宣斌. 旱作农田冬小麦水肥耦合增产效应[J]. 水土保持研究, 1999, 6(3): 103-106.

(本文责编: 陈珩)