

# 控水补灌对旱地谷子品质的影响

何继红<sup>1</sup>,董孔军<sup>1</sup>,杨天育<sup>1,2</sup>

(1. 甘肃省农科院作物所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学生命科技学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 选用 8 个不同谷子品种作材料, 研究了旱地自然条件下控水补灌对谷子品质的影响。结果表明, 控水补灌对谷子营养品质、食味品质和加工品质都有较大影响。旱地谷子控水补灌后粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸和  $V_{b1}$  含量都表现出不同程度的下降, 分别下降了 23.40 g/kg、0.77 g/kg、0.28 g/kg、0.18 g/100g; 而粗淀粉、胶稠度、碱消指数和出米率表现出不同程度的增加, 分别增加了 26.77 g/kg、29.44 mm、0.23 和 7.00%。控水补灌降低了谷子的营养价值, 但明显改善谷子的食味品质, 提高了出米率。

**关键词:** 谷子; 营养品质; 食味品质; 控水补灌

**中图分类号:** S 515 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008) 03-0055-04

谷子是干旱半干旱地区重要的小杂粮。谷子不仅抗旱耐瘠、丰产稳产、适应性广、抗逆性强, 而且谷子集营养和食疗保健性于一体, 使其成为具有深度开发和市场拓展力的优势作物, 在满足广大消费者特别是城市消费者群体“优质、营养、绿色、保健”的食物多元化消费需求, 改善人民生活方面占有重要地位。

作物品质主要受品种本身遗传基因控制, 但也受生态环境和栽培技术因子的影响。大范围内综合生态条件对作物品质影响较大, 小范围内水肥条件对作物品质影响较大。研究表明, 谷子不同品种蛋白质、脂肪、淀粉等含量有较大差异。品种不同, 蛋白质含量不同<sup>[1~3]</sup>, 谷子大多数品种蛋白质含量 10%~14.74%; 谷子籽粒中脂肪含量 3.04%~4.54%<sup>[3]</sup>; 脂肪酸含量为 2.54%~5.85%, 大部分品种在 4.00% 左右<sup>[4]</sup>; 直链淀粉含量 10%~14%<sup>[3]</sup>。研究也表明, 生态环境对谷子蛋白质、脂肪、淀粉含量等有很大影响<sup>[6~8]</sup>, 蛋白质和脂肪含量随纬度和海拔增高而增加, 对光照时间敏感的品种, 蛋白质、脂肪含量高, 淀粉含量低。我国小米的亚油酸和不饱和脂肪酸含量, 有北部省份高, 中部及南部省份低的趋势<sup>[4]</sup>。同时, 合理的栽培措施可以有效改善谷子的品质, 播种早的谷子淀粉含量高, 易吸水, 不耐煮, 播种晚的谷子, 蛋白质含量高, 需水多, 费火力<sup>[9]</sup>; 随播种期推迟, 谷子氨基酸含量下降<sup>[10]</sup>; 随施氮量的增加, 谷子籽粒蛋白质含量、直链

淀粉含量、胶稠度均有所增加, 而粗脂肪含量、总淀粉含量和磷含量则有所下降<sup>[11~13]</sup>。

由于现有报道多集中在温度、光照、海拔等生态因子及播种期、施肥等农业技术因素对谷子品质影响的研究方面, 灌水对谷子品质的影响研究较少, 因此, 本文对旱地大田条件下控水补灌对谷子品质的影响进行了研究, 旨在为旱地谷子优质栽培提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验在甘肃省农科院会宁试验站进行, 海拔 1 720 m, 年降雨量 400 mm, 年均气温 7.0℃, 黄绵土, 前茬豌豆, 试验地势平坦、肥力均匀, 有集雨补灌配套设施。品种选择生产上广泛应用的中国作物学会粟类专业委员会鉴评出的国家优质米品种和普通栽培品种共 8 个, 分别为晋谷 21、晋谷 29、沁州黄、陇谷 6 号、陇谷 9 号、小银米、大同 14 号、陇谷 10 号。

大田自然条件种植试验材料, 顺序排列, 二次重复, 小区面积 10 m<sup>2</sup>。结合整地施磷二铵 150 kg/hm<sup>2</sup>作基肥, 谷子生育期不再追肥。试验于 2005 年 4 月 18 日播种, 条播, 播量 12 kg/hm<sup>2</sup>, 谷子出苗后 5 叶期间苗除草, 7 叶期定苗, 留苗密度 30 万株/hm<sup>2</sup>, 谷子成熟后收获籽粒, 取不同处理的混合样做品质检测。

试验设旱地和控水灌溉 2 个不同处理, 控水灌

收稿日期: 2007-09-18

基金项目: 甘肃省中青年基金项目(3ZS 041-A 25-014); 甘肃省农业生物技术应用与开发项目(GNS W-2005-02); 国家科技支撑计划项目(2006BAD02B 02-02)

作者简介: 何继红(1968-), 女, 甘肃渭源人, 副研究员, 从事谷子育种和栽培研究。E-mail: hjh 68-821@163.com.

通讯作者: 杨天育(1968-), 男, 研究员, 从事杂粮育种和栽培研究。

溉处理小区与旱地处理小区中间用防渗膜隔开。控水补灌处理分别在谷子拔节期和抽穗期各灌水  $450 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ，旱地处理不灌水，两处理接收自然降水条件相同，控水补灌处理比旱地处理全生育期多补灌水  $900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

## 1.2 品质检测指标与方法

检测小米粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸、粗淀粉、 $V_{b1}$ 、糊化温度和胶稠度 7 项指标。粗蛋白用半微量凯氏法(GB 5511-1985)，粗脂肪用索氏残余法(GB 2906-1982)，赖氨酸用染料结合法(GB 8401-1984)，淀粉用旋光法(GB 5006-1985)定标，德国布朗卢比公司生产的 IA-450 型近红外分析仪检测，结果以干基计。 $V_{b1}$ 检测用荧光法(GB 7628-1987)。糊化温度和胶稠度参照彭锁堂等方法<sup>[13]</sup>，糊化温度用碱消指数表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 控水补灌对谷子农艺性状和产量的影响

从表 1 可以看出，控水补灌对旱地谷子农艺性状和产量有很大影响。与旱地相比，控水补灌后，植株增高 16.3 cm，单穗增长 1.7 cm，单穗重、穗粒重、株草重、千粒重分别增重 8.9、7.4、5.3 g 和 0.3 g，产量明显提高，增产  $2794.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。控水补灌增加了旱地谷田的水分供给，改善了谷子生长发育的环境条件，有效提高了谷子产量。

表 1 不同处理下谷子农艺性状和产量的变化

Table 1 The variation of characters and yield of foxtail millet cultivars

项目 Item	旱地 No irrigated land	控水补灌 Water controlled irrigation	差值 Difference
株高(cm) Plant height	110.3	126.6	16.3
穗长(cm) Spike length	22.3	24.0	1.7
单穗重(g) Spike weight	18.4	27.3	8.9
穗粒重(g) Grain weight per spike	14.1	21.5	7.4
株草重(g) Straw weight per plant	17.8	23.1	5.3
千粒重(g) Weight per 1000 grains	3.2	3.5	0.3
产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ) Yield	1917.00	4711.5	2794.5

注：表中数据为品种平均值。

Note: statistics is the average of cultivars in two treatments.

### 2.2 不同谷子品种品质的差异

由表 2 可以看出，不同谷子品种间品质存在较大差异。参试的 8 个品种粗淀粉、 $V_{b1}$ 和糊化温度 3 项品质指标品种间差异最大，极差分别为  $38.35 \text{ g}/\text{kg}$ 、 $0.24 \text{ g}/100\text{g}$ 、0.56，大同 14 号粗淀粉含量最高，达  $779.05 \text{ g}/\text{kg}$ ；小银米  $V_{b1}$ 含量最高，达  $0.71 \text{ g}/100\text{g}$ ；晋谷 21 糊化温度最低，碱消指数为 2.19。参试的 8 个品种赖氨酸和出米率 2 项品质指标品种间差异最小，极差分别为  $0.40 \text{ g}/\text{kg}$  和 6.50%。赖氨酸含量最高的品种是晋谷 21，达  $2.95 \text{ g}/\text{kg}$ ，陇谷 10 号出米率最高，达 85%。参试的 8 个品种粗蛋白含量晋谷 29 最高，达  $150.65 \text{ g}/\text{kg}$ ，与最低的大同 14 号相差了  $24.50 \text{ g}/\text{kg}$ ；粗脂肪含量晋谷 21 最高，达  $56.15 \text{ g}/\text{kg}$ ，与最低的大同 14 号相差了  $8.30 \text{ g}/\text{kg}$ ；胶稠度小银米最高，为 113.9 mm，与最低的大同 14 号相差了 26.75 mm。参试 8 个品种粗淀粉、 $V_{b1}$ 、糊化温度、粗蛋白、粗脂肪、胶稠度、赖氨酸和出米率 8 项品质指标的变异系数分别为 16.48%、11.90%、11.25%、5.71%、6.07%、7.66%、3.88% 和 3.51%。这说明，谷子品质受遗传基因控制。

### 2.3 补充灌溉对旱地谷子品质的影响

由表 3 可以看出，控水补灌处理对旱地谷子品质有较大影响。旱地谷子控水补灌后粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸和  $V_{b1}$ 含量都明显下降，而粗淀粉含量、胶稠度、糊化温度和出米率明显上升，说明谷子品质除由遗传因素控制外，也受栽培技术因素影响。与旱地相比，控水补灌处理后谷子粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸和  $V_{b1}$ 含量分别下降了  $23.40 \text{ g}/\text{kg}$ 、 $0.77 \text{ g}/\text{kg}$ 、 $0.28 \text{ g}/\text{kg}$  和  $0.18 \text{ g}/100\text{g}$ ；而粗淀粉含量、胶稠度、糊化温度和出米率分别上升了  $26.77 \text{ g}/\text{kg}$ 、29.44 mm、0.23 和 7.00%。

图 1 表示了旱地谷子控水补灌后粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸、 $V_{b1}$ 和粗淀粉 5 个营养品质指标和出米率的变化趋势。从图 1 可以看出，拔节期和抽穗期控水补灌处理后所有品种粗蛋白和赖氨酸含量都呈下降趋势，粗脂肪和  $V_{b1}$ 含量总体呈下降趋势，而粗淀粉含量和出米率呈明显上升趋势。拔节期和抽穗期是谷子两个需水的关键时期，控水补灌后由于改善了谷田土壤水分状况，谷子光合作用加强，促进了淀粉合成和积累，导致籽粒蛋白质含量下降，同时也由于控水补灌后更易形成饱满籽粒，提高了出米率，加工品质变好。

表2 不同谷子品种品质的差异

Table 2 The quality variation of foxtail millet cultivars

品种 Cultivars	粗蛋白 Crude protein (g/kg)	粗脂肪 Crude fat (g/kg)	赖氨酸 Lysine (g/kg)	粗淀粉 Crude starch (g/kg)	V <sub>b1</sub> (g/100g)	胶稠度 Gel consistency (mm)	糊化温度 Alkali value	出米率 Rate of milled grains (%)
晋谷21 Jingu 21	147.05	56.15	2.75	742.60	0.54	104.50	2.19	77.50
晋谷29 Jingu 29	150.65	51.50	2.95	740.70	0.58	96.85	2.17	81.00
沁州黄 Qinzhouhuang	145.70	48.45	2.80	761.45	0.57	103.00	1.90	78.50
陇谷6号 Longgu No. 6	140.85	50.40	2.75	761.00	0.66	103.25	1.71	84.50
陇谷9号 Longgu No. 9	150.20	50.30	2.85	746.00	0.55	96.45	1.79	81.00
小银米 Xiaoyinmi	149.65	55.80	2.85	746.50	0.71	113.90	1.83	78.50
大同14号 Datong No. 14	126.15	47.85	2.55	779.05	0.47	87.15	1.63	83.00
陇谷10号 Longgu No. 10	149.60	48.45	2.80	744.80	0.57	101.85	1.71	85.00
极差 Very poor	24.50	8.30	0.40	38.35	0.24	26.75	0.56	6.50
CV (%)	5.71	6.07	3.88	16.48	11.90	7.66	11.25	3.51

注:数据为旱地和补充灌溉条件下品种的平均值。 Note: statistics is the average of two treatments.

表3 不同处理下谷子营养品质的变化

Table 3 The nutrition quality variation in different treatments

项目 Item	旱地 No irrigated land	控水补灌 Water controlled irrigation	差值 Difference
粗蛋白 Crude protein (g/kg)	156.68	133.28	23.40
粗脂肪 Crude fat (g/kg)	51.50	50.73	0.77
赖氨酸 Lysine (g/kg)	2.93	2.65	0.28
粗淀粉 Crude starch (g/kg)	739.38	766.15	-26.77
V <sub>b1</sub> (g/100g)	0.62	0.54	0.18
碱消指数 Alkali value	1.75	1.98	-0.23
胶稠度 Gel consistency (mm)	79.90	109.34	-29.44
出米率 Rate of milled grains (%)	77.63	84.63	-7.00

注:表中含量数据为品种平均值。 Note: statistics is the average of cultivars in two treatments.

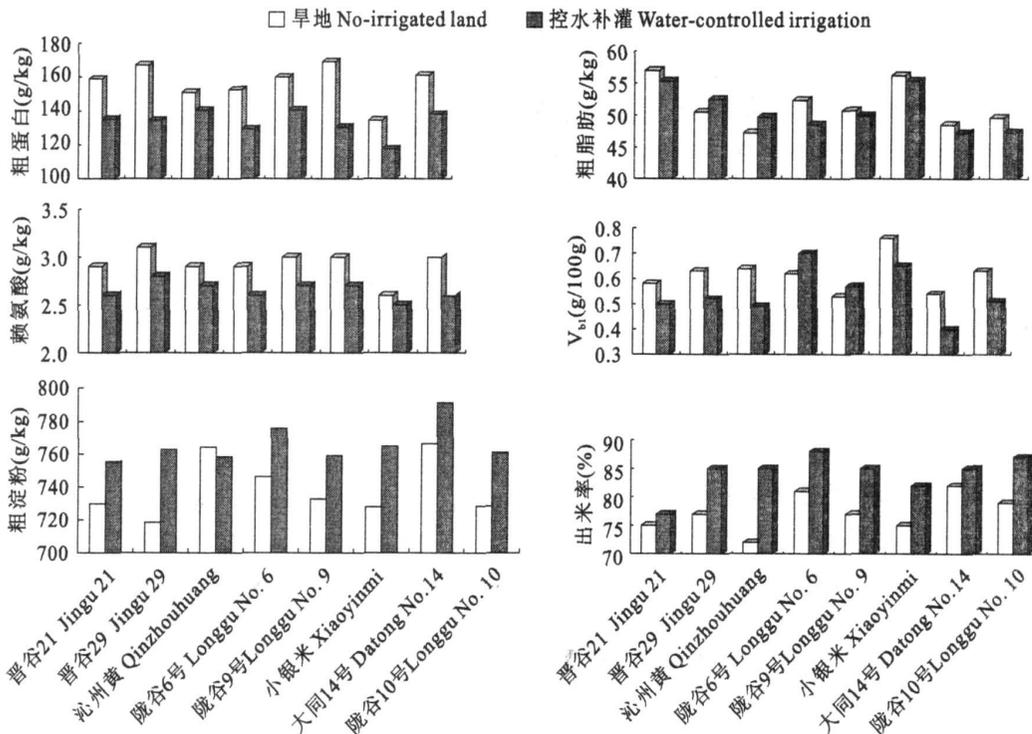


图1 不同处理对谷子营养品质和出米率的影响

Fig. 1 Effect of nutrition quality and rate of milled grains in different treatments

图 2 表示了旱地谷子控水补灌后胶稠度和糊化温度 2 个蒸煮品质的变化趋势。可以看出,控水补灌后,谷子的胶稠度明显伸长,糊化温度明显降低。

谷子抽穗结实期仍需要充足的水分,灌浆阶段土壤水分胁迫会使千粒重降低、秕粒增多,米质口感变硬,引起食味下降。

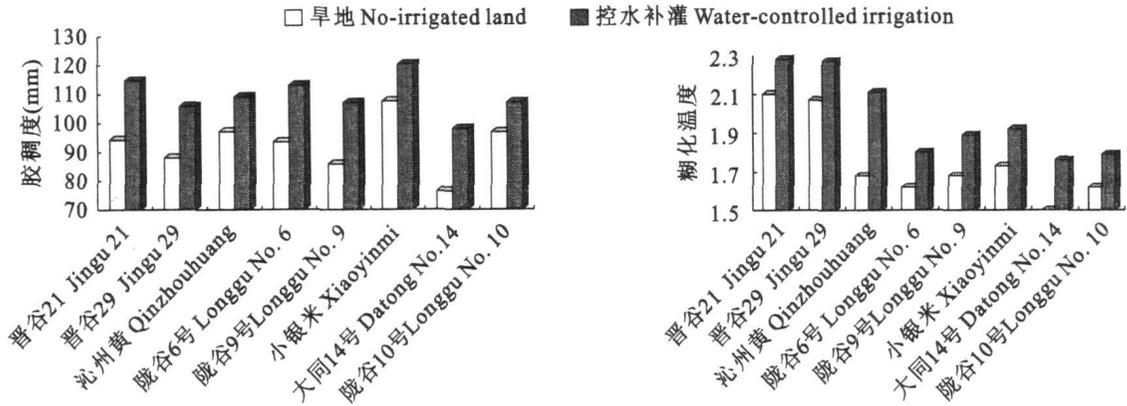


图 2 不同处理对谷子蒸煮品质的影响

Fig. 2 Effect of cooking quality in different treatments

### 3 结论与讨论

在旱作农业区,水分是限制农业生产的主要因子,如何提高有限水分利用效率是农业生产的焦点,集雨补灌作为旱作农业区的一项重要技术措施,是提高旱作农业区水分利用效率、提高旱地作物生产力、改善旱地作物品质的有效途径。

水分是影响谷子生长发育的重要因子,水分不足会影响谷子的光合作用,改变谷子的物质合成和营养代谢,从而影响谷子物质和养分的积累,使谷子产量下降,品质降低。谷子的品质虽然受品种遗传特性的影响,但与生态环境和栽培措施密切相关。因此,生产中除了选择应用优质品种外,研究提高谷子品质的栽培措施,不仅可以有效提高产量,还可以明显改善谷子的品质。

试验研究表明,控水补灌对旱地谷子产量和品质都有较大影响。控水补灌后谷子产量明显增加,谷子籽粒粗蛋白、赖氨酸、粗脂肪和  $V_{b1}$  含量下降,但促进了谷子籽粒淀粉合成与积累,提高了谷子粗淀粉含量和出米率,谷子的胶稠度伸长,糊化温度降低,谷子的蒸煮品质明显得到改善。控水补灌是提高旱地谷子产量和改善旱地谷子品质的有效措施。本试验虽然明确了控水补灌对谷子品质有较大影响,但控水灌溉的次数、灌水量、灌水时间等问题有待进一步深入研究和探讨。

### 参考文献:

- [1] Antony U. The effect of fermentation on the primary nutrients in foxtail millet[J]. Food Chemistry, 1996, 54(4): 381-384.
- [2] 古世禄. 中国谷子蛋白质氨基酸组成的研究[J]. 华北农学报, 1989, 4(1): 8-15.
- [3] 卫丽, 王同朝, 张桂兰. 谷子品种资源营养品质分析及抗病性鉴定[J]. 华北农学报, 1999, 14(2): 107-110.
- [4] 刘发敏, 喻尚其, 唐章林, 等. 我国小米脂肪酸含量研究[J]. 西南农业大学学报, 1997, 19(4): 371-374.
- [5] 籍贵苏. 粟直链淀粉含量的遗传[J]. 河北农业大学学报, 1992, 15(3): 7-11.
- [6] 赵淑铃, 李洪, 王殿赢, 等. 生态环境对谷子蛋白质、脂肪和淀粉含量的影响[J]. 华北农学报, 1990, 5(4): 48-53.
- [7] 刘为红, 卢布, 周乃健. 不同生态因子对谷子蛋白质脂肪含量影响的研究[J]. 山西农业大学学报, 1995, 15(3): 244-247.
- [8] 古世禄, 古晓红, 耿聚平. 不同土壤和海拔高度对谷子(粟)蛋白质氨基酸组成的影响[J]. 山西农业科学, 2000, 8(3): 32-35.
- [9] 王节之, 郑向阳, 郝晓芬, 等. 不同播期对晋谷 21 号产量及米质的影响[J]. 山西农业科学, 2001, 29(3): 26-28.
- [10] 古世禄, 马建萍. 播种期对谷子(粟)蛋白质氨基酸组成的影响[J]. 山西农业科学, 1998, 26(4): 27-30.
- [11] 赵镭, 程绍义, 隋方功. 施用氮磷钾肥对夏谷品质的影响[J]. 莱阳农学院学报, 1990, 7(1): 34-38.
- [12] 张喜文, 宋殿珍, 刘源湘. 氮肥和氮磷肥配合对谷子籽粒营养品质和食味品质的影响[J]. 土壤通报, 1994, 23(3): 122-123.
- [13] 彭锁堂, 薛光文, 董淑英. 沁州黄谷子优质机理分析研究[J]. 山西农业大学学报, 2000, 20(1): 13-15.

(英文摘要下转第 79 页)

表 5 参加区域试验 7 个品种的抗旱系数比较 (kg/667m<sup>2</sup>)

Table 5 Drought resistant coefficients of 7 strains of wheat in the regional test

品种 Strain	正常年份 (2006 年) Normal year	干旱年份 (2005 年) Dry year	抗旱系数 (%) Drought resistant coefficient
商麦 5226 Shangmai 5226	394.0	386.2	98.01
9722	403.9	377.4	93.33
1316	398.7	338.2	84.87
陕农 28 Shannong 28	393.8	366.0	92.95
小偃 15 Xiaoyan 15	385.4	332.3	86.16
长旱 58 Changhan 58	380.1	353.9	93.14
陕农 981 Shannong 981	363.5	347.5	95.52

合冬季和早春雨雪进行,以促大穗大粒。该品种抗旱能力强,因此,冬春无严重干旱一般不灌水。春季注意及时防治红蜘蛛和麦蚜。

参 考 文 献:

[ 1 ] 王岳光,李 扬,王月福,等.耐旱小麦品种选育指标的研究[J].莱阳农学院学报,2000,17( 4 ):180-182.  
 [ 2 ] 卫云宗,乔蕊清,刘新月.高产耐旱小麦育种技术评价研究[J].华北农学报,2001,16( 3 ):16-22.  
 [ 3 ] 张林刚,邓西平.小麦抗旱生理生化研究进展[J].干旱地区农业研究,2000,18( 3 ):87-92.  
 [ 4 ] 刘桂如,张荣芝,卢建祥.小麦抗逆育种几个抗旱性状及主要农艺形状的遗传研究[J].河北农业大学学报,1996,19( 4 ):6-10.  
 [ 5 ] 温振民,张永科.用高稳系数估算玉米杂交种高产稳产性的探讨[J].作物学报,1994,20( 4 ):508-512.  
 [ 6 ] 李德炎.小麦育种学[M].北京:科学出版社,1976.205-206.

### Breeding of Shang mai 5226 variety with good quality and resilience

YU Hao shi , WANG Xin jun , HUA Zhi rui , LI U Zhi gang , LI Xiao ling  
 ( Institute of Biomedical Engineering , Shangluo College , Shangluo , Shaanxi 726000 , China )

**Abstract :** Shang mai 5226 is a hybrid form between female parent “Shang mai 8928” and male parent “Planting 8788” bred by Institute of Biomedical Engineering of Shangluo College . The original line , 97( 5 ) -22-6-1SR, “Shang mai 5226” , participated strains qualification test in 2002~2003 and strains comparison test in 2003~2004 . The results of the regional test showed that its yield was 8.7% higher than the control , and the yield of pilot production increased by 11.3% . All these show that , as a highly yielding strain with fine quality and strong resistance against drought , it is suitable to grow in southern Shaanxi and similar regions .

**Key words :** wheat ; Shang mai 5226 ; breeding

( 上接第 58 页 )

### Effect of water controlled irrigation on the quality characters of foxtail millet in arid area

HE Ji hong<sup>1</sup> , DONG Kong jun<sup>1</sup> , YANG Tian yu<sup>1,2</sup>  
 ( Crop Institute , Gansu Academy of Agricultural Sciences , Lanzhou , Gansu 730070 , China )

**Abstract :** Field experiments were conducted in arid area to study quality characters of foxtail millet under water controlled irrigation among eight cultivars . The results showed that the crude protein , crude fat , lysine and V<sub>b1</sub> content dropped by 23.40 g/kg , 0.77 g/kg , 0.28 g/kg , 0.18 g/100g respectively after water controlled irrigation compared with non irrigation , but the crude starch , gel consistency , alkali value and rate of milled grains increased by 26.77 g/kg , 29.44 mm , 0.23 and 7.00% respectively . Water controlled irrigation is a good measure to improve cooking quality .

**Key words :** foxtail millet ; nutritional quality ; cooking quality ; water controlled irrigation