

# 黄土高原沟壑区果园还耕对土壤水分的影响

车升国<sup>1</sup>, 郭胜利<sup>1,2</sup>, 高会议<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 在黄土高原沟壑区王东沟小流域, 在塬面、梁地和坡地三种地貌类型上, 分别选取了盛果期果园、老果园和退耕还田等 3 种土地利用与管理方式, 测定土壤 0~400 cm (塬面 0~600 cm) 水分含量分布, 研究果园的利用管理方式变化对土壤剖面中水分含量变化的影响。结果表明, 梁地和坡地上, 盛果期果园、老果园土壤水分含量均接近作物凋萎湿度 (10%) ; 塬面上, 盛果期果园、老果园土壤水分含量为 15%。退果 4 年的耕地、坡地 0~400 cm 土层土壤储水量显著增加, 梁地和塬面虽有增加但与老果园相比, 剖面储水量并没有达到显著水平; 退果 4 年耕地、坡地和梁地剖面中的 60~140 cm 和 220~400 cm 含水量提高最显著, 塬面上 220~600 cm 土层中水分提高显著。

**关键词:** 黄土高原; 土壤水分; 退果还耕

**中图分类号:** S152.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0071-05

土地利用和管理的变化是影响土壤水分循环的重要因素。二十世纪八十年代开始, 黄土区的苹果园建设得到了快速发展。截至 2000 年时, 果园面积已发展到 84.76 万  $\text{hm}^2$ , 占全国的 34.16%<sup>[1]</sup>。果园作为肥料投入和耗水强烈的人工植被, 其对土壤水分生态的影响曾受到广泛关注<sup>[2~8]</sup>。大量的研究发现, 黄土区的果园建设会产生生物利用型土壤干层, 10 多年以上树龄的果园中, 土壤水分会达到凋萎湿度<sup>[9,10]</sup>。大规模的果园建设已经对区域土壤水分环境产生重要影响<sup>[1,11,12]</sup>。果业已成为黄土高原地区经济发展的支柱产业, 保持果业的持续发展直接关系到当地群众的经济收入、区域经济持续发展和生态环境建设成败的关键<sup>[10~13]</sup>。但是, 由于品种、管理等原因大面积果园很快进入了衰老期。据调查, 部分 20 年园龄的果园已经开始重新还田。但退果还耕后土壤水分动态变化的研究较少。随着大规模老果园陆续还田, 土壤剖面土壤水分的动态恢复变化, 将会影响区域水分环境及其生态效应<sup>[10,11,14~16]</sup>。本文以黄土高原沟壑区小流域内的果园为例, 研究了不同地形部位 (坡地、梁地和塬面) 退果还耕后土壤剖面水分状况, 以期揭示土地利用与管理方式的变化对土壤水分环境的影响, 为黄土高原沟壑区果园土壤水分有效管理利用、老果园改造提供依据, 以最终确保果树种植业健康持续发展。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区域位于陕甘交界处的长武县洪家乡王东沟小流域, 东经 107°40'30" ~ 107°42'30", 北纬 35°12' ~ 35°16'。土地面积 8.3  $\text{km}^2$ , 塬、沟、坡各占 1/3, 沟壑密度为 2.78 条/ $\text{km}^2$ , 属典型的黄土高原沟壑类型区, 代表面积 5 万  $\text{km}^2$ 。塬面海拔 1220 m, 气候温和湿润, 年均气温 9.1℃, 10℃ 积温 3029℃, 年日照时数 2226.5 h, 年太阳总辐射量 484  $\text{kJ}/\text{cm}^2$ , 年均雨量 584 mm, 降水季节性分布不均, 7~9 月降水占总量的 55%。

地带性主要土壤类型为黑垆土, 母质是深厚的中壤质马兰黄土, 土层深厚, 垒结疏松, 通透性好, 降水的入渗深度最大可达 300 cm, 田间持水量 21%~24%, 萎焉系数 9%~12%。土壤有机质含量 7.46  $\text{g}/\text{kg}$ 、全氮量 0.52  $\text{g}/\text{kg}$ 、碱解氮 48.2  $\text{mg}/\text{kg}$ 、pH8.4、Olsen-P 含量 5.5  $\text{mg}/\text{kg}$ 。自 1980 年该流域部分农田、荒草地先后改建为苹果园, 因此除农田外, 整个流域内分布有不同种植年限的苹果园。

### 1.2 采样与分析方法

1.2.1 土壤样品选取原则 在塬面、梁地和坡地三种地貌类型上, 依据果园的利用和管理状况, 选取了 9 种旱作地土地利用与管理方式 (表 1)。每一利用与管理方式进行 0~400 cm 土层 (塬面 0~600 cm)

收稿日期: 2008-09-22

基金项目: 中国科学院知识创新方向项目 (KZCX2-YW-424); 陕西省自然科学基金

作者简介: 车升国 (1983—), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 主要从事土壤生态和水分变异性研究。E-mail: cheshg1983@nwsuaf.edu.cn。

通讯作者: 郭胜利 (1969—), 男, 河北栾城人, 副研究员, 主要从事土壤生态研究。

的样品采集,用于测定土壤水分。每样点重复两次。

表 1 不同地貌类型条件下土地利用类型的样地选取及特征

Table 1 The samples and characteristics of different land uses under various landform types in Gully Region of Loess Plateau

地貌类型 Land types	土地利用类型 Land use-type	基本特征 Characteristic	管理方式 Management
坡地 Slopeland	老果园 Aged orchard	树龄 25 年 Trees aged 25 a	人工深穴施肥、肥量大;自然降水浇灌 Heavy deep hole fertilizing, rain-fed
	荒果园 Wasted orchard	树龄 25 年以上,杂草丛生 Trees aged 25 a and weeds	废弃、无人工管理 Wasted, no management
	退果还耕地 Cultivated land from returning orchard	冬小麦,4 年 Winter wheat, 4 a	人工表层施肥、肥量降低;自然降水浇灌 Surface light fertilizing, rain-fed
梁地 Ridgeland	盛果期果园 Peak period	树龄 15 年 Trees aged 15 a	人工深穴施肥、肥量大;自然降水浇灌 Heavy deep hole fertilizing, rain-fed
	老果园 Aged orchard	树龄 25 年 Trees aged 25 a	人工深穴施肥、肥量大;自然降水浇灌 Heavy deep hole fertilizing, rain-fed
	退果还耕地 Cultivated land from returning orchard	冬小麦,4 年 Winter wheat, 4 a	人工表层施肥、肥量降低;自然降水浇灌 Surface light fertilizing, rain-fed
塬面 Tableland	盛果期果园 Peak period	树龄 15 年 Trees aged 15 a	人工深穴施肥、肥量大;经常人工灌溉 Heavy deep hole fertilizing, frequent irrigating
	退果还耕地 Cultivated land from returning orchard	冬小麦,4 年 Winter wheat, 4 a	人工表层施肥、肥量降低;自然降水浇灌 Surface light fertilizing, rain-fed
	长期耕地 Cultivated land	冬小麦—春玉米,20 年以上 Winter wheat - spring maize, over 20 a	人工表层施肥、肥量低;自然降水浇灌 Surface light fertilizing, rain-fed

1.2.2 土壤样品采取及测定 2007 年 11 月利用轻型人力土钻(直径 3 cm)采取样品。取样深度塬面样点为 600 cm,其它样点为 400 cm,样品垂直间距 0~100 cm 为 10 cm,100 cm 以下为 20 cm。每个样点重复两次。土壤水分测定采用烘箱烘干法,烘干温度 105~110 ℃,烘干时间 8~10 h,烘干前后用高精度电子天平(精确度 0.001)称重,土壤水分用重量百分比(干土%)表示。

1.2.3 土壤剖面储水量计算和土壤剖面容重 土壤储水量是指一定土层厚度的土壤含水量,以水层深度(mm)表示,其计算公式为:

$$W_i = w_i \times r_i \times h$$

$$W = \sum W_i$$

式中,  $W_i$  为每层土壤储水量(mm);  $W$  为土壤总储水量(mm);  $w_i$  为每层土壤质量含水量(%);  $h$  为土层厚度(cm);  $r_i$  为  $i$  土层的土壤干容重( $g/cm^3$ )。

土壤容重,农田 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100、100~120、120~140、140~160、160~180、180~200、200~600 cm 土层容重取值依次为 1.3、1.3、1.4、1.4、1.35、1.35、1.32、1.32、1.32、1.30、1.30  $g/cm^3$ 。果园土壤 0~600 cm 容重取值为 1.30  $g/cm^3$ 。

1.2.4 数据的统计分析 测定数据采用 SAS(8.0)软件包进行统计分析和多重显著性比较,利用 Mi-

crosoft Excel 2003 进行数据初处理及作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 退果还耕对坡地剖面土壤水分的影响

坡地 0~400 cm 土层,老果园平均含水量为 10.04%,已接近土壤凋萎湿度。荒果园(10.02%)则略低于老果园(未达显著程度)。退果还耕地(10.53%)则显著高于老果园( $P < 0.05$ )。老果园 0~400 cm 土层土壤储水量也仅为 522.3 mm,荒果园(521.0 mm)与之相差不大,而退果还耕地(557.2 mm)则显著( $P < 0.05$ )高于老果园。上述结果表明,老果园还耕后由于长期的果树种植已接近凋萎湿度,土壤水分含量会逐渐得到恢复,本研究中退果还耕 4 a 后土壤含水量和储水量增加均达到显著程度。

其次,土地利用与管理方式影响剖面土壤水分分布(表 2)。三种土地利用类型的土层水分均表现为上高下低。表层 0~60 cm 为小麦和杂草根系的主要分布区,耗水量较大。盛果期果园减少了杂草等的耗水,增加了保水、蓄水能力,因而盛果期果园表层 0~60 cm 土壤含水量(15.08%)略高于退果还耕地(14.48%)和荒果园(14.25%)土壤含水量。但此层由于受外界环境影响强烈,水分变化较大,但不同利用类型的土壤含水量之间差异性并不显著;60~140 cm 为苹果根系主要分布区,老果园剖面水分耗

水量剧增,土壤水分迅速降低(11.42%),明显低于退果还耕地(13.03%),差异也达到极显著水平( $P=0.003<0.01$ ),这可能由于退果还耕后,此土层根系耗水减少,但降水等入渗补给增多;140~220 cm土层盛果期果园、退果还耕地、荒果园各剖面层次水分交替高低,但差异并不显著。220 cm以下,老果园平均土壤含水量仅为8.38%。荒果园(8.02%)则略低于老果园。退果还耕地(8.89%)则显著高于老果园( $P<0.05$ ),这可能与退果还耕后根部水分消耗减少甚至消失等因素,减少了水分消耗输出,而老果园和荒果园仍存在深层次的水分消耗有关。上述结果表明,除表层0~60 cm,因受环境影响强烈水分

难以预测外,坡地老园果退果还耕后,剖面土壤水分开始慢慢恢复,并由上层(60~140 cm)逐渐深入底层(220 mm以下)。据此,将梁地退果还耕剖面水分分为四个层次:表层0~60 cm,受人为耕作、降水等环境影响剧烈,土壤水分变化剧烈,为水分活跃层;60~140 cm层,退果还耕后因根部耗水减少,降水入渗等相对补给增加使水分慢慢恢复,为水分补给恢复层;140~220 cm层,降水灌溉等入渗补给降低,水分恢复不明显,为水分紊缓层;220~400 cm层,水分入渗补给几乎没有,而根部耗水也因果树砍伐而迅速减少甚至消失,水分比果园土壤水分明显增加,此层为水分输出锐减恢复层。

表2 黄土高原沟壑区坡地土壤剖面含水量的多重显著性比较

Table 2 Comparisons on differences of soil moisture among soil layers in Gully Areas of Loess Plateau

土地利用类型 Land use types	土壤含水量(%) Soil moisture									
	0~400 cm		0~60 cm		60~140 cm		140~220 cm		220~400 cm	
	平均含水量 Mean (%)	储水量 Storage (mm)	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.
老果园 Aged orchard	10.04b	522.3b	15.08a	0.44	11.42b	0.09	8.70a	0.50	8.38b	0.23
荒果园 Wasted orchard	10.02b	521.0b	14.25a	1.18	12.56a	0.12	9.07a	0.40	8.02b	0.14
退果还耕地 Cultivated land from returning orchard	10.53a	557.2a	14.48a	0.27	13.03a	0.27	8.72a	0.36	8.89a	0.06
F值 F value	16.49*	16.72*	0.66		42.27*		0.47		15.18*	

注:平均值(%)后的字母为多重比较结果,含有相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ );字母不同表示差异显著。\*表示显著性水平为0.05(Alpha=0.05),表3、4同表2。

Note: The letters take the results of multiple-comparison analysis, with the same letter that means the difference is not significant ( $P>0.05$ ), but different letters mean significantly different. \* shows significant level of 0.05 (Alpha=0.05). Table 3 to 4 will be consistent with table 2.

## 2.2 退果还耕对梁地土壤水分的影响

梁地0~400 cm土层,老果园土壤平均含水量为10.00%,已经达到土壤凋萎湿度;盛果期果园(10.20%)略高于老果园(未达显著程度);退果还耕地(11.06%)则比老果园高10.6%(未达显著程度)。老果园0~400 cm土层土壤储水量仅530.7 mm,与盛果期果园相比,盛果期(563.4 mm)升高6.2%,退果还耕地(585.4 mm)则升高10.3%,差异均未达显著水平(表3)。

由表3可看出,土地类型影响梁地剖面土壤水分分布。表层60 cm以上,老果园土壤平均含水量为15.15%,高于盛果期果园(12.20%)和退果还耕地(14.49%),但三者差异尚未达显著程度。60~140 cm土层,老果园土壤平均含水量为10.92%。盛果期果园(13.70%)和退果还耕地(14.05%)则高于老果园(未达显著程度),分别是老果园的1.25倍和1.29倍;140~240 cm土层,退果还耕地、盛果期果园以及老果园的水分含量均较低,差异明显;240

cm以下,退果还耕地、盛果期果园平均水分含量比上一层都有所增加,退果还耕地增加了24.8%,而盛果期果园和老果园仅增加17.3%和15.3%。此层老果园土壤平均含水量为9.22%,比盛果期果园(9.37%)低1.6%,比退果还耕地(9.96%)低7.4%。据此,将梁地退果还耕剖面水分分为4个层次:表层0~60 cm为水分活跃层;60~140 cm为水分补给恢复层;140~220 cm为水分紊缓层;220~400 cm为水分输出锐减恢复层。

## 2.3 退果还耕对塬面土壤水分的影响

塬面区,盛果期果园0~600 cm土层土壤平均含水量为14.67%,退果还耕地(14.48%)则略低于盛果期果园(未达显著程度),长期耕地(17.13%)则高于盛果期果园,差异达显著程度(表4)。盛果期果园0~600 cm土层土壤储水量为1144.6 mm,略高于退果还耕地(1140.7 mm),却显著低于长期耕地(1347.6 mm)(表4)。土地利用类型和管理方式影响塬面区剖面土壤水分分布。0~180 cm剖面盛果

表 3 黄土高原沟壑区范家梁不同土地利用类型土壤剖面含水量的多重显著性比较

Table 3 Multiple-comparisons of soil moisture content among different soil layers among changes under different land-use types in Fanjialiang area on the Loess Plateau

土地利用类型 Land use types	土壤含水量 (%) Soil moisture									
	0 ~ 400 cm		0 ~ 60 cm		60 ~ 140 cm		140 ~ 220 cm		220 ~ 400 cm	
	平均含水量 Mean (%)	储水量 Storage (mm)	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.
老果园 Aged orchard	10.00a	530.7a	15.15a	0.65	10.92a	1.68	8.00a	0.42	9.22a	0.40
盛果期果园 Peak period	10.20a	563.4a	12.20a	1.56	13.70a	2.40	7.99a	1.7	9.37a	0.57
退果还耕地 Cultivated land from returning orchard	11.06a	585.4a	14.49a	0.31	14.05a	0.47	7.98a	0.27	9.96a	0.08
F 值 F value	0.68	0.71	4.76		1.68		0.31		2.80	

表 4 黄土高原塬面地区果园还田后土壤剖面含水量的多重显著性分析

Table 4 Analysis of differences of soil moisture content among different soil layers when returning orchard to agriculture on the Loess Plateau

土地利用类型 Land use types	土壤含水量 (%) Soil moisture									
	0 ~ 600 cm		0 ~ 180 cm		180 ~ 220 cm		220 ~ 600 cm			
	平均含水量 Mean (%)	储水量 Storage (mm)	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.	平均值 Mean	标准差 Std.		
长期耕地 Cultivated land	17.13a	1347.6a	14.97b	2.26	11.67a	1.71	18.73a	2.27		
盛果期果园 Peak period	14.67b	1144.6b	18.26a	1.85	11.40a	0.59	13.35b	1.23		
退果还耕地 Cultivated land from returning orchard	14.48b	1140.7b	14.94b	3.17	11.16a	0.89	14.58b	0.88		
F 值 F value	51.47 *		51.64 *		8.72		0.32		20.11 *	

期果园平均土壤水分含量达到 18.26%，是长期耕地(14.97%)和退果还耕地(14.94%)平均含水量的 1.22 倍，差异也达到显著性水平 ( $P = 0.036 < 0.05$ ) (表 4)。这可能主要由于塬面距离村庄较近，耕作锄草等人为果园管理较多以及该地区农民对果园特殊施肥措施<sup>[17]</sup> (当地群众采用穴施或沟施到 50~70 cm 土壤深度的施肥方式)，有利于降水的汇集、保持以及入渗，使果园含水量显著高于小麦和退果还耕地。而当果园改造成农田后，失去穴或沟的汇水、集水功能，农地土壤水分含量迅速下降；180~220 cm 水分入渗影响较小、水分补给缺乏，果园、农地土壤水分降低至谷底 (可能形成干层)，但果园土壤水分降低的幅度更大，为 37.57%，这主要由于此层苹果根系生理吸水量比农地耗水量更强烈。此土壤层长期耕地平均土壤含水量略高于盛果期果园和退果还耕地，但差异并不显著；220~600 cm 长期耕地土壤水分迅速增加，退果还耕地含水量略有增加，果园水

分更趋向于稳定水平。该层盛果期果园平均水分含量为 13.35%，比退果还耕地(14.58%)低 8.4% (未达显著程度)，比长期耕地(18.73%)低 28.7% (差异达显著程度)。这一结果表明，黄土塬面区不同土地利用方式对土壤剖面水分分布影响差异不同，长期耕地 0~600 cm 平均土壤剖面含水量显著高于果园用地；退果还耕后，与盛果期果园相比，0~200 cm 土层平均土壤含水量有所降低，而 220 cm 以下土壤水分开始恢复提高。据此，将塬面退果还耕后水分动态变化分为三个层次：0~180 cm 土层，果园改造为农地后失去穴或沟的集水入渗优势，水分迅速降低，差异显著，为水分锐减层；180~220 cm 土层，入渗水补给降低，果麦和果园水分差异不显著，为水分调整层或水分恢复过渡层；220~600 cm 土层，入渗补给几乎消失，但退果还耕后根系吸水耗水量亦锐减，果麦含水量比果园提高，为水分恢复层。

### 3 讨论与结论

坡地、梁地和塬面上,长期种植果园的土壤水分含量0~400 cm土层都已经达到或接近作物凋萎湿度。退果还耕4 a,在塬面和坡地上,尽管剖面水分的提高数据统计都已达到显著水平,但幅度并不大,例如,坡地上退耕后剖面水分仅仅提高了4.9%(表2)。并且在梁地上,虽有提高却没有达到显著水平。其原因可能与狭长地貌、水分蒸发面增大有关<sup>[18]</sup>。因此,果园退耕后,剖面土壤水分恢复将是一个长期的过程。它将取决于降水量、地上植被的水分利用、人为管理等多种因素。我们将进一步对此进行观测。从水分利用与恢复角度看,果园退耕后,选择浅根系作物作为“后茬”有利于表层水分利用和土壤深层水分的恢复。通过对黄土高原沟壑区小流域不同地形部位(坡地、梁地和塬面)退果还耕后土壤剖面水分状况变化研究得出以下结论:

1) 黄土高原沟壑区退果还耕条件下,坡地和梁地0~400 cm土层土壤平均水分含量和土壤储水量逐渐增加,而塬面区退果还耕4 a的影响不明显。本研究中,退果还耕仅4 a坡地土壤平均含水量恢复和储水量增加就达显著程度,梁地虽未达显著水平,而退果还耕地土壤平均含水量和储水量比老果园升高了10.6%和10.3%。

2) 退果还耕后,不同地貌类型剖面土壤水分开始逐渐恢复。沟壑区坡地和梁地貌剖面水分恢复土层为60~140 cm和220~400 cm;塬面土壤水分恢复土层为220~600 cm。坡地60~140 cm和220~400 cm土层与老果园相比,退果还耕地分别升高14.1%和6.1%,而梁地升高28.7%和8.0%;塬面区220~600 cm土层,退果还耕地比盛果期果园升高9.2%。

#### 参考文献:

[1] 樊军,胡波.黄土高原果业发展对区域环境的影响与对策

- [J]. 中国农学通报,2005,21(11):355—359.
- [2] 杨雨林,郭胜利,马玉红,等.黄土高原沟壑区不同利用年限苹果园土壤碳、氮、磷变化特征[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(4):685—691.
- [3] 李辉桃,周建斌,郑险峰,等.旱地红富士果园土壤营养诊断和施肥[J]. 干旱地区农业研究,1996,14(2):45—50.
- [4] 朱德兰,王文娥,楚杰.黄土高原丘陵区红富士苹果水肥耦合效应研究[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(1):152—155.
- [5] 郭胜利,党廷辉,郝明德.黄土高原沟壑区沟坡地土壤剖面中矿质氮的分布特征[J]. 水土保持学报,2003,17(2):31—33.
- [6] 刘侯俊,巨晓棠,同延安,等.陕西省主要果树的施肥现状及存在问题[J]. 干旱地区农业研究,2002,20(1):38—44.
- [7] Zhang S C, Su Z Y, Chen B G, et al. Nitrogen and Phosphorus Runoff Losses from Orchard Soils in South China as Affected by Fertilization Depths and Rates[J]. *Pedosphere*,2008,18(1):45—53.
- [8] 彭福田,姜远茂.不同产量水平苹果氮磷钾营养特点研究[J]. 中国农业科学,2006,39(2):361—367.
- [9] 冉伟,谢永生,郝明德.黄土高原沟壑区不同种植年限果园土壤水分变化[J]. 西北农业学报,2008,17(4):229—233.
- [10] 刘贤赵,黄明斌.渭北旱塬果园土壤水分环境效应[J]. 果树学报,2002,19(2):75—78.
- [11] 黄明斌,杨新民,李玉山.黄土区渭北旱塬苹果基地对区域水循环的影响[J]. 地理学报,2001,56(1):7—13.
- [12] 何福红,黄明斌,党廷辉.黄土高原沟壑区小流域综合治理的生态水文效应[J]. 水土保持研究,2003,10(2):33—37.
- [13] 李松,宫春旺,蔡小春,等.土高原山坡地果园建设示范研究[J]. 水土保持学报,2003,17(5):138—142.
- [14] 孟秦倩,王健.延安丘陵沟壑区果园土壤储水量动态研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(11):161—170.
- [15] 王健,吴发启.黄土高原丘陵沟壑区果园土壤水分动态[J]. 节水灌溉,2007,(3):32—37.
- [16] 李玉山.黄土区土壤水分循环及其对陆地水文循环的影响[J]. 生态学报,1983,(3):91—101.
- [17] 赵世民,杨柳,李撑娟.陕西咸阳渭北优果区苹果巧施肥技术[J]. 西北园艺(果树),2005,(3):29—30.
- [18] 赫晓慧,温仲明,李锐,等.黄土丘陵区小流域横断面土壤水分的空间分布特征[J]. 中国农学通报,2005,21(8):243—246.

(英文摘要下转第89页)

## Analysis of physiological indexes variation for *Elytrigia* Desv. germplasm at different salt resistant colonies

MENGLin, MAO Pei-chun, ZHANG Guo-fang

(Beijing Research and Development Center for Grasses and Environment, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

**Abstract:** The simulating salinity stress method in green house was adopted, and the relative water content, the relative electrical conductivity rate (REC), the content of free proline (Pro),  $K^+/Na^+$ , the change rate of relative growth (RWC), the salt-tolerant coefficient, the livability and the days of salinity injure to death of 34 germplasm and materials of 8 species of *Elytrigia* Desv. collected from 21 different countries were measured and analyzed at seedling stage, and the above 8 index values at 0.9% NaCl concentration were analyzed using the Euclidean Farthest Distance Cluster Method. The results showed that 34 germplasm and materials were classified into 3 salt tolerant colonies (classes), namely higher salt tolerant germplasm (HSTG), medium salt tolerant germplasm (MSTG) and sensitive salt germplasm (SSG). And different variation trends and rules of the physiological indexes of different salt tolerant *Elytrigia* Desv. germplasm were showed, among them, REC, Pro and  $Na^+$  showed gradually increase but  $K^+$ ,  $K^+/Na^+$  and RWC showed gradually decrease, but when NaCl concentration was raised up to 1.2%, REC, Pro and  $Na^+$  were increased by 121.83%, 29.25 times and 145.45%;  $K^+$ ,  $K^+/Na^+$  and RWC were decreased by 26.89%, 74.26% and 16.40% for the HSTG, respectively. However, REC, Pro and  $Na^+$  were increased by 199.20%, 75.45 times and 17.86%;  $K^+$ ,  $K^+/Na^+$  and RWC were decreased by 43.16%, 93.55% and 27.69% for the SSG, respectively. The increase and decrease scales of the MSTG were in the middle.

**Key words:** *Elytrigia* Desv.; germplasm; salt tolerance; physiological indexes

(上接第 75 页)

## Influence of orchard planting-life and returned to cultivated land on soil moisture content in typical gully region of the Loess Plateau

CHE Sheng-guo<sup>1</sup>, GUO Sheng-li<sup>1,2</sup>, GAO Hui-yi<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The change of land use and land management takes crucial roles on environment of soil moisture content. The various land use and management were collected, such as peak period, aged orchard and cultivated land from returning orchard on three terrains, i. e. tableland, slopeland and ridgeland, to analyze the effect of change of land-use and management on soil moisture content in soil profile in the form of measuring distribution of soil moisture in the 0~400 cm (0~600 cm on tableland). The results show that: on the slopeland and ridgeland, soil moisture content of peak orchard and aged orchard is close to crop wilting humidity, approximately equalled to 10%. On tableland, soil moisture in peak orchard and aged orchard is about 15%. For cultivated land aged four years after returning orchard, the water storage in 0~400 cm on slopeland increases significantly. On tableland and ridgeland, compared to aged orchard the soil water storage in profile can not reach significant level although it increases; and for cultivated land aged four years after returning orchard, the soil moisture in 60~140 cm and 220~400 cm in profile on slopeland and ridgeland increase significantly, compared to 220~600 cm on tableland.

**Key words:** loess plateau; soil moisture content; returning orchard to cultivated land