

西藏青稞农田草浆地膜覆盖的保水效果研究

关法春

(西藏农牧学院园艺系, 西藏 林芝 860000; 西藏高原草业工程技术研究中心, 拉萨 850000)

摘要:采用对比方法研究了草浆地膜覆盖对青稞(*Hordeum vulgare*)农田土壤的保水作用,以期明确草浆地膜的农田保水理论依据和保水效果。结果表明:草浆地膜覆盖下的土壤表面相对湿度、土壤紧实度和土壤含水量等指标均低于塑料地膜覆盖处理,其中土壤含水量指标显著低于后者($n=3, P<0.05$);与对照相比,草浆地膜覆盖下 0~5 cm 土层内土壤紧实度显著降低,但土壤温度与对照相比相差不大,同时土壤表层水分散失明显减少,土壤含水量增加 7.59%,达到显著差异水平($n=3, P<0.05$)。草浆地膜覆盖保水效果十分明显。

关键词:草浆地膜;保水作用;农田

中图分类号:X712 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2012)02-0385-05

Influence of Straw Pulp Film Mulching on Water Conservation Effect of *Hordeum vulgare* Farmland in Tibet

GUAN Fa-chun

(Department of horticulture, College of Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000, China; Engineering and Technology Research Center for Prataculture on the Tibet Plateau; Lhasa 850000, China)

Abstract: In order to offer theoretical basis and clarify practical effect, straw pulp film and plastic film were compared to investigate the effect of film mulches for water conservation of soil in *Hordeum vulgare* farmland. Plastic film, straw pulp film and CK treatment were administrated; the effect was compared by measuring relative humidity of soil surface, soil temperature, soil compaction and water content. The results showed that all four factors monitored were lower in the treatment of straw pulp film than the plastic film, among which water content of the former was significantly reduced than the latter($n=3, P<0.05$). In the treatment of straw pulp film comparing to CK, soil compaction was significantly reduced($n=3, P<0.05$), while no significant difference in soil temperature was shown between the two. The evaporation of soil moisture reduced dramatically in the treatment of straw pulp film, resulting in a 7.59% statistically significant increase in the water content of soil ($n=3, P<0.05$). In conclusion, the straw pulp film mulch has significantly improved the water conservation of the soil in *Hordeum vulgare* farmland.

Keywords: straw pulp film; water conservation; farmland

数十年来,塑料地膜一直是主要的农业保水措施之一^[1],带动了农业生产方式的变革和农业生产力的飞跃发展。但随着地膜应用年限的延长,其以往的潜在危害已经逐渐显现出来。塑料地膜因其不易降解性,在田间残留的地膜碎片导致土壤理化性质恶化,同时给地下水 and 周边环境带来污染,由此带来了一系

列社会和环境问题^[2-3],发展环保型生物地膜,已成为今后世界农业发展过程中的必然趋势^[4-6]。包括麻浆地膜、纸浆地膜等形式的植物纤维地膜^[5,7-9],是当前国内外研究的热点^[9-11],以上种类的植物纤维地膜虽然具有一定的保温保水性能,但是其强度较差、使用时间较短,而且使用成本远高于普通塑料地膜,目前主要用于研究领域^[5,7,9]。

在中国当代农业生产比较效益相对低下的现实条件下,如何将国内丰富的秸秆资源优势与农业生产节水措施相结合,替代塑料地膜,在今后较长时期内是国内科研工作者破解地膜使用难题的重要途径和方向。目前国内外尚无关于草浆地膜的研究报道,本

收稿日期:2011-06-30

基金项目:教育部重点科研项目(210217);西藏“十二五”重点科技项目“西藏饲草安全与高效利用关键技术与示范”;西藏自然科学基金项目“草浆地膜覆盖技术在西藏主要大田作物上的应用”;211 工程师资队伍建设项目(SZRC-211-04)

作者简介:关法春(1976—),男,讲师,博士,从事农业生态学研究。

E-mail:guanfachun2003@yahoo.com.cn

研究通过对草浆地膜进行青稞田苗期栽培试验,研究其土壤保水作用机制和保水效果,为草浆地膜作为一种重要节水措施的应用奠定理论和实践基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于西藏林芝地区西藏农牧学院农场内(29°40'23"N, 94°20'26"E),地处尼洋河下游河谷,海拔约3 000 m,属藏东南温暖半湿润气候区,全年平均温度8.6℃,全年日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数为159.2 d, 10°C 以上积温2 225.7℃,全年无霜177 d;年均降雨量634.2 mm,全年降水分布不均,降水主要集中在6至9月,占全年降雨量71.6%;全年日照时数为1 988.6 h,日照百分率为46%,试验地开阔、无遮荫,光照、通风、灌溉条件良好。试验地面积500 m²,20 cm土层内土壤有机质含量为1.35% $\pm$ 0.38%,全氮0.10% $\pm$ 0.02%,全磷0.17% $\pm$ 0.11%,全钾0.15% $\pm$ 0.09%。

1.2 试验设计

试验于2010年进行,草浆材料主要来源为青稞+油菜秸秆,供试作物品种为青稞优系05093,试验设置3个处理(草浆喷浆覆盖、塑料地膜覆盖和对照),每个处理3次重复,每小区面积为4 m²,随机排列。青稞9月11日播种,播种前各小区均施磷酸二铵约50 kg $\cdot$ hm⁻²,尿素80 kg $\cdot$ hm⁻²,草浆喷浆和塑料地膜覆盖时间均在青稞播种后进行,其中草浆喷涂量为8 g $\cdot$ m⁻²,塑料地膜幅宽1.0 m,厚度0.008 mm。塑料地膜处理样地在青稞出苗后破膜放苗,其他管理与对照均相同。采样位置位于样地的中间。

1.3 测定项目与方法

在每个处理的样方内的中心位置,在下午14:00分别使用Testo605-H1湿度计和PT-04型温度计(深

圳江阳公司产),测定土壤表面相对湿度和0、5 cm土层处的土壤温度,每5 d测定一次,3次重复。在试验后期,使用TJSD-750型土壤紧实度仪测定土壤紧实度,在各处理每个样方内随机取点,用直径为3 cm的土钻在样方内取10 cm土壤混合样,采用烘干法测定土壤含水量,每5 d测定一次,3次重复。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖方式下土壤表面相对湿度的变化

土壤表面相对湿度的变化可在一定程度上反映出土壤表面的水分散失情况,数值越大表层土壤水分向空气中散失的水分越多。不同覆盖方式下土壤表面相对湿度结果的测定表明(图1):塑料地膜覆盖下的土壤表面相对湿度最低,其次为草浆地膜,对照土壤表面相对湿度最高,其中塑料地膜处理和草浆地膜处理土壤表面相对湿度显著低于对照($n=6, P<0.05$),而前两者之间差异不显著。地表进行塑料或草浆地膜覆盖后,土壤水分受地膜的物理阻隔,阻碍了水分向大气中扩散,从而降低了空气的相对湿度。由于草浆地膜层存在一定的微空隙导致土壤少量水分的散失,而塑料地膜的透气性极差,草浆地膜下的土壤表面相对湿度要高于塑料地膜,但低于对照。

2.2 不同覆盖方式对土壤温度的影响

在青稞幼苗期对各处理不同深度的土壤温度测定结果表明(图2):在9月25日至10月30日间,塑料地膜、草浆地膜和对照处理下0 cm土层土壤平均温度分别为30.53℃、27.11℃和27.83℃,5 cm土层土壤平均温度分别为26.53℃、24.72℃和24.90℃,不同测定时期的塑料地膜处理下0 cm、5 cm土层的土壤温度均明显高于草浆地膜覆盖处理和CK,草浆地膜覆盖处理下不同土层的土壤温度略低于CK,但

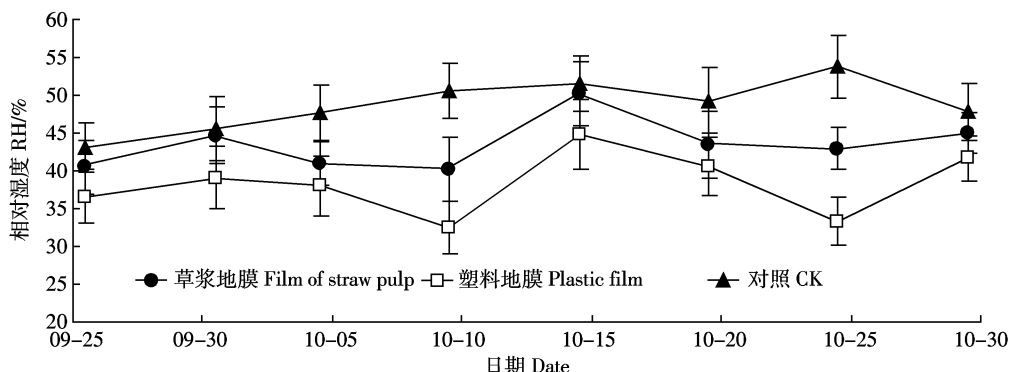


图1 不同覆盖方式下土壤表面的相对湿度(14:00)

Figure 1 Relative humidity of soil surface under different mulch treatments(14:00)

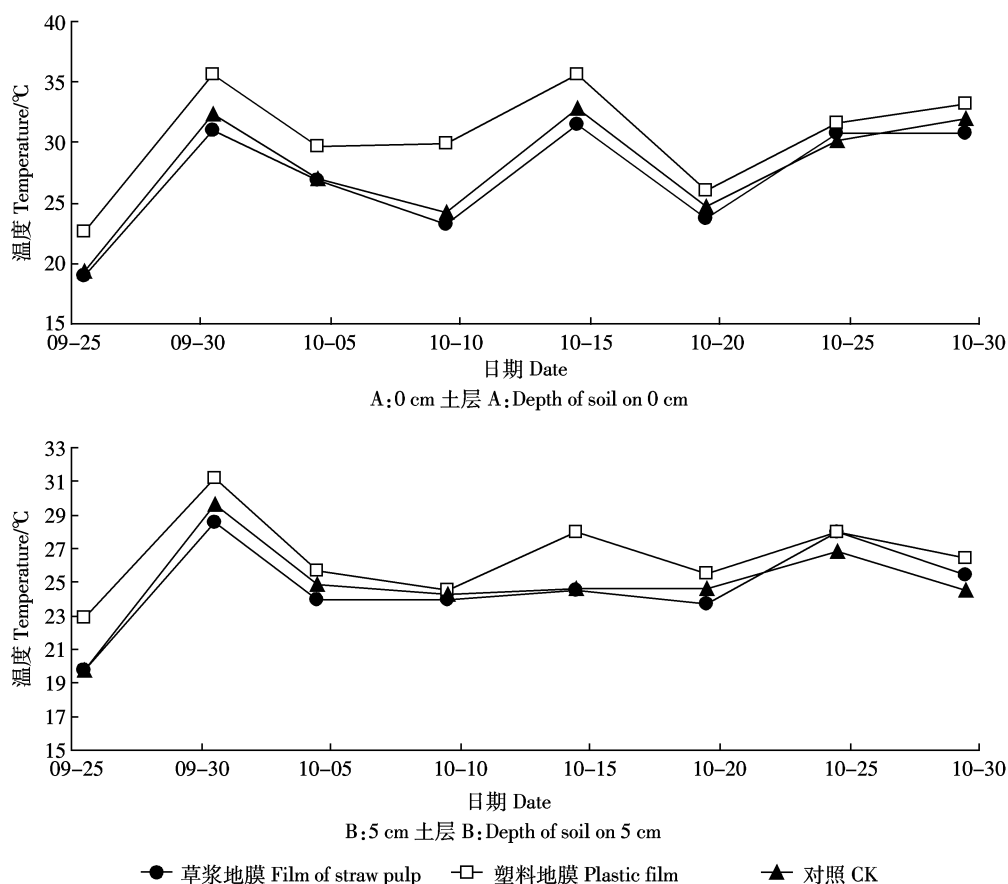


图2 不同覆盖方式下土壤的温度(14:00)

Figure 2 Temperature of soil under different mulch treatments(14:00)

两者之间土壤温度相差极小,差异并不明显。

草浆地膜覆盖下的地表土壤与下层土壤之间的平均温差为 2.38 °C, 低于对照(2.94 °C)的平均温差 0.56 °C, 上下层土壤温差的减小, 有利于降低土壤深层水分向上运移的水汽压力势, 从而削弱了地表土壤水分蒸发散失的强度。但该温差数值与对照相比差异较小, 因此由于草浆颗粒物理隔热而产生的上下层土壤温差减小作用对土壤含水量的影响不大。

2.3 不同覆盖方式对土壤紧实度的影响

在 0~30 cm 土层内, 随着土壤深度的加深, 不同处理下的土壤紧实度均呈现逐渐增加的趋势(图 3), 但不同处理间仍存在一定的差异。0~30 cm 土层内的土壤紧实度以塑料地膜处理最低, 其次为草浆地膜处理, 对照最高, 但随着土壤深度的加深, 三者之间的土壤紧实度差异逐渐降低, 其中在 15 cm 土层内, 各处理之间的土壤紧实度数值差异较大, 其中由于雨水淋溶的主导作用导致对照处理地表土壤板结、硬实, 5 cm 土层内土壤紧实度数值显著高于塑料地膜和草浆地膜处理($n=3, P<0.05$), 而 15~30 cm 土层内, 各处理

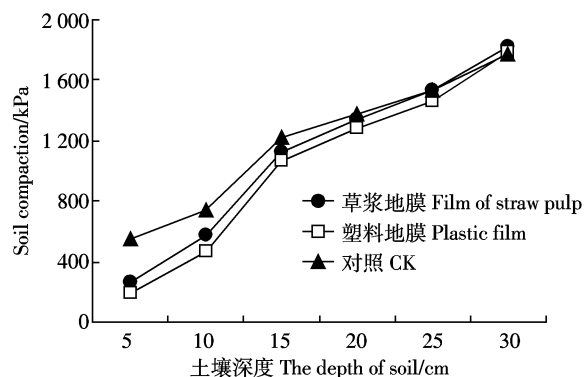


图3 不同覆盖方式下土壤的紧实度

Figure 3 Soil compaction under different mulch treatments

之间的土壤紧实度数值差异不大, 除了 5 cm 土层外, 其他各处理间各土层土壤紧实度数值之间差异不显著($n=3, P>0.05$)。由此说明, 与对照相比, 在试验观测期间, 塑料地膜和草浆地膜主要在 5 cm 内的土层对降低土壤紧实度有明显作用, 其中草浆地膜对土壤紧实度的影响小于塑料地膜处理。

与对照相比, 草浆地膜覆盖有利于降低表层土壤

的紧实度,从而在一定程度上抑制了表层土壤水的“毛细作用”,可减少土壤水分的散失。

2.4 不同覆盖方式对土壤含水量的影响

图4表明,在整个观测期内,塑料地膜覆盖处理样地的土壤水分蒸发受到地膜物理阻隔,切断了与大气的水平分交换,因而水分的散失减少,塑料地膜覆盖处理平均土壤含水量最高(26.02%),其次为草浆地膜覆盖处理(18.81%),而对照处理土壤含水量最低(11.22%);在各观测时间下,塑料地膜覆盖处理土壤含水量显著高于草浆地膜覆盖处理和对照处理($n=3$, $P<0.05$),与对照相比,草浆地膜处理土壤平均含水量增加7.59%,两者间土壤含水量差异也达到显著水平($n=3$, $P<0.05$)。由此说明,虽然草浆地膜覆盖的保水效果不如塑料地膜,但草浆地膜覆盖处理下的土壤水分状况明显优于对照,具有较好的保水效果。

3 讨论

草浆地膜的保水效果较为显著,比对照处理土壤含水量增加了7.59%,起到了明显的保水作用,但是草浆地膜的保水效果仍显著低于塑料地膜,不过保水效果是否优于塑料地膜,并不是衡量保水材料是否应用的唯一因素。草浆地膜覆盖有效地降低了土壤表面的相对湿度,主要是由于草浆颗粒在土壤—大气界面间起到物理阻隔作用,阻断了毛管水的向上运动,阻碍了水分向大气中扩散,使地表面空气相对湿度降低,土壤水分的散失减少。以往在作物秸秆保水^[12-14]和新型地膜保水机制^[15-17]的研究报道中,各种覆盖措施的保水效果主要是通过覆盖土壤表面的颗粒或膜来减少土壤水分的过度蒸发来实现的;由于草浆地膜覆盖对土壤温度影响较小,通过草浆地膜覆盖降低土壤上下层温差而减少水汽压力差的作用亦有限。因此,土壤

表面覆盖的草浆颗粒的物理阻隔作用,是草浆地膜能够起到良好保水效果的主要原因,这与植物纤维地膜^[7,9]、液体地膜^[15]等新型地膜的保水作用机理相同或相似。

此外,由于雨水淋溶和风蚀等作用,导致农田土壤表面出现板结、硬实现象,土壤中的水分易在“毛细”作用下加快散失。而草浆地膜覆盖可在一定程度上减轻表层土壤的板结、硬实作用,有利于地表土壤紧实度的降低,这在一定程度上抑制了表层土体5 cm内水分的“毛细”作用,从而减少土壤水分的散失。

青稞是西藏高原上最主要的农作物,水分是制约西藏青稞生产的最关键因子^[18],草浆地膜的应用,将为西藏青稞农业生产提供一条新的研究与应用途径。

4 结论

草浆地膜覆盖下的土壤表面相对湿度、土壤紧实度和土壤含水量等指标均低于塑料地膜覆盖处理,其中土壤含水量指标显著低于后者($n=3$, $P<0.05$);与对照相比,草浆地膜覆盖下0~5 cm土层内土壤紧实度显著降低,但土壤温度与对照相比相差不大,同时土壤表层水分散失明显减少,土壤含水量增加7.59%,达到显著差异水平($n=3$, $P<0.05$)。

鉴于草浆地膜覆盖保水效果十分明显,采用草浆地膜覆盖栽培是今后有望推广利用的技术。

参考文献:

- [1] Cook H F, Valdes G S B, Lee H C. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L.[J]. *Soil Till Research*, 2006, 91: 227-235.
 - [2] 严昌荣, 梅旭荣, 何文清, 等. 农用地膜残留污染的现状与防治[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(11): 269-272.
- YAN Chang-rong, MEI Xu-rong, HE Wen-qing, et al. Present situation

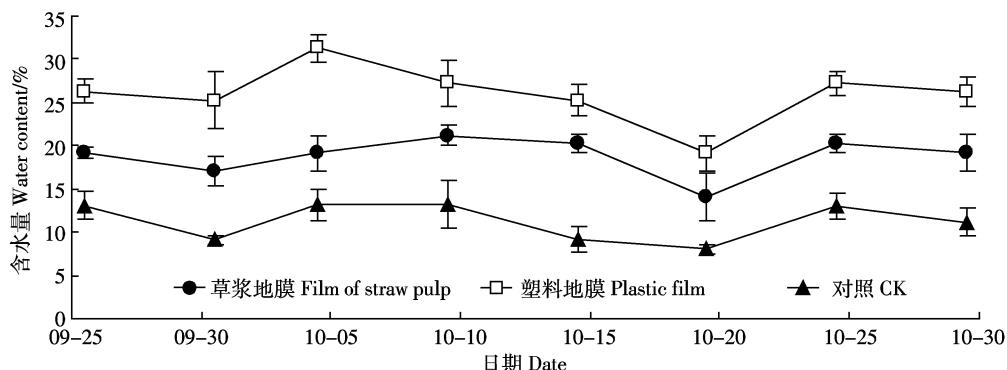


图4 不同覆盖方式下土壤的含水量(土层0~10 cm)

Figure 4 Water content of soil under different mulch treatments (Depth: 0~10 cm)

- of residue pollution of mulching plastic film and controlling measures[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2006, 22(11):269-272.
- [3] 徐 刚, 杜晓明, 曹云者, 等. 典型地区农用地膜残留水平及其形态特征研究[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(1):79-83.
XU Gang, DU Xiao-ming, CAO Yun-zhe, et al. Residue levels and morphology of agricultural plastic film in representative areas of China[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2005, 24(1):79-83.
- [4] Briassoulis D. Mechanical behavior of biodegradable agricultural films under real field conditions[J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2006, 91:1256-1272.
- [5] Scarascia Mugnozza G, Schettini E, Vox G. Mechanical properties decay and morphological behavior of biodegradable films for agricultural mulching in real scale experiment[J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2006, 91:2801-2808.
- [6] Tzankova Dintcheva N, La Mantia F P. Durability of a starch-based biodegradable polymer[J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2007, 92, 630-634.
- [7] 王朝云, 吕江南, 欧阳清, 等. 环保型麻地膜的试制 [J]. 纺织学报, 2008, 29(3):42-46.
WANG Chao-yun, LÜ Jiang-nan, OUYANG Qing, et al. Trial manufacturing of environmental friendly bast fiber mulch film[J]. *Journal of Textile Research*, 2008, 29(3):42-46.
- [8] Fritz J. Strategies for detecting ecotoxicologic effect of biodegradable polymers in agricultural application[J]. *Macromolecular Symposia*, 2003, 197:397-409.
- [9] 李文军, 刘作新, 舒乔生, 等. 植物纤维地膜的土壤水热及作物产量效应[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 11(6):34-37.
LI Wen-jun, LIU Zuo-xin, SHU Qiao-sheng, et al. Effect of mulching plant fiber film on soil moisture and temperature properties and crop yield[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2008, 11(6):34-37.
- [10] Kapanen A, Schettini E, Vox G, et al. Performance and environmental impact of biodegradable films in agriculture: A field study on protected cultivation[J]. *Journal of Polymers and the Environment*, 2008, 16(2):109-122.
- [11] Kijchavengkul T, Auras R, Rubino M, et al. Assessment of aliphatic-aromatic copolyester biodegradable mulch films. Part I: Field study[J]. *Chemosphere*, 2008, 71:942-953.
- [12] 卜玉山, 苗果园, 周乃健, 等. 秸秆与地膜覆盖玉米农田土壤水分时空动态变化——兼评回归等值线法的应用[J]. 土壤学报, 2004, 41(5):795-802.
BU Yu-shan, MIAO Guo-yuan, ZHOU Nai-jian, et al. Temporal and spatial variation of soil moisture in corn field mulched with straw and plastic film[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2004, 41(5):795-802.
- [13] 关法春. 不同措施对重度苏打盐碱地改良效果的研究[D]. 北京: 中国科学院博士学位论文, 2009.
GUAN Fa-chun. The Effects of different amelioration measures on severe sodic saline-alkali land[D]. PhD Thesis. Beijing: Chinese Academy of Sciences, 2009.
- [14] Fang Shengzuo, Xie Baodong, Liu Jiuju. Soil nutrient availability, poplar growth and biomass production on degraded agricultural soil under fresh grass mulch[J]. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255:1802-1809.
- [15] 杨青华, 韩锦峰, 贺德先, 等. 液体地膜覆盖棉花高产机理研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(8):2520-2527.
YANG Qing-hua, HAN Jin-feng, HE De-xian, et al. Study on high-yielding mechanism of liquid film mulching on cotton[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(8):2520-2527.
- [16] 张 杰, 任小龙, 罗诗峰, 等. 环保地膜覆盖对土壤水分及玉米产量的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6):14-19.
ZHANG Jie, REN Xiao-long, LUO Shi-feng, et al. Influences of different covering materials mulching on soil moisture and corn yield[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2010, 26(6):14-19.
- [17] Barbara Immirzi, Gabriella Santagata, Giuliano Vox. Preparation, characterisation and field-testing of a biodegradable sodium alginate-based spray mulch[J]. *Biosystems Engineering*, 2009, 102:461-472.
- [18] 杜 军, 普布卓玛, 索朗欧珠. 西藏青稞需水关键期降水的气候变化特征[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(1):23-27.
DU Jun, PURPU Drolma, SONAM Ngotrup. Climatic change of precipitation during key water requirement period of highland barley in Tibet[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2004, 22(1):23-27.