

不同耕作方式对糜子产量及水分利用效率的影响

赵建栋¹, 乔治军^{1*}, 陈凌¹, 王君杰¹, 王海岗¹, 曹晓宁¹, 田翔¹, 刘思辰¹, 秦慧彬¹, 杨光宗²

(1. 山西省农业科学院农作物品种资源研究所, 农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室, 杂粮种质资源发掘与遗传改良山西省重点实验室, 山西太原 030031; 2. 山西省农业科学院, 山西太原 030031)

摘要 [目的]研究不同耕作方式对糜子干物质积累量、土壤含水量、水分利用效率以及产量的影响。[方法]采用深耕、传统耕作、免耕、旋耕4种耕作方式,以晋黍9号为材料,分析不同耕作方式的糜子干物质积累量、土壤含水量、水分利用效率以及产量。[结果]深耕、免耕、旋耕这3种耕作措施的干物质积累速度和积累量要明显高于传统耕作,且深耕最为明显;深耕在0~100 cm处的土壤含水量高于其它耕作方式,且土壤贮水量最大,水分利用效率排序依次为深耕>旋耕>免耕>传统耕作;穗粒重、千粒重和产量都以深耕处理的最大,传统耕作方式的最小。研究表明在四种耕作方式中,深耕有利于糜子产量和水分利用效率的提高。[结论]在干旱、半干旱的糜子主产区,深耕是最有利于糜子生长的耕作方式。

关键词 耕作方式;糜子;水分利用效率;产量

中图分类号 S344 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)24-0021-02

Effect of Different Tillage Techniques on Yield and Water Use Efficiency in Broomcorn Millet

ZHAO Jian-dong, QIAO Zhi-jun*, CHEN Ling et al (Institute of Crop Germplasm Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Loess Plateau Crop Gene Resources and Germplasm Creation of Ministry of Agriculture, Shanxi Key Laboratory of Coarse Cereals Germplasm Resources Mining and Genetic Improvement, Taiyuan, Shanxi 030031)

Abstract [Objective]The effects of different tillage techniques on the dry matter accumulation, soil water content, water use efficiency and yield of broomcorn millet were studied. [Method]The test set the following 4 kinds of tillage techniques; deep tillage, traditional tillage and no-tillage and rotary tillage techniques. [Result]The dry matter accumulation rate and accumulated amount of the three cultivation measures were significantly higher than those of the conventional tillage, and the deep tillage was the most obvious. The soil water content of deep tillage at 0-100 cm was higher than that of other tillage techniques. The water storage of soil was the highest, and the order of water use efficiency was deep tillage > rotary tillage > no-tillage > traditional tillage. Grain weight per spike, 1000-grain weight and yield were the highest in deep plowing and the least in traditional tillage. The results showed that deep tillage was beneficial to yield and water use efficiency in four farming techniques. [Conclusion] Deep tillage was beneficial to the growth of broomcorn millet in arid and semiarid area of arid Broomcorn millet.

Key words Tillage techniques; Broomcorn millet; Water use efficiency; Yield

糜子具有耐旱、耐瘠、水分利用效率高等特性,是北方干旱、半干旱区的重要粮食作物和经济作物^[1],有研究表明,水分是制约旱地作物长势和产量的主要限制因素,旱地耕作技术主要通过纳雨蓄墒来增加土壤的水分含量,但传统翻耕的耕作方式不利于土壤水分积累,且使80%以上的土壤水分无效损失加重,频繁翻耕会导致土壤结构破坏,表层土壤裸露,加大犁底层的紧实度,加快土壤水分的流失,不利于耕层土壤聚集水分^[2-4],同时深松耕对杂粮的产量和水分利用效率明显高于传统耕作^[5],且作物生长期的耗水量和水分利用效率是决定水分利用的关键指标^[6]。因此,探索合理的耕作方式有利于农田的可持续性发展。近年来,国内外研究多侧重于大宗作物的耕作方式,对糜子田的水分利用研究相对较少,通过对深耕、传统耕作、免耕、旋耕4种耕作方式下糜子土壤水分变化、水分利用效率及产量的比较分析,明确不同耕作方式对糜子水分利用效率及产量的影响,为糜子主产区提高水分利用效率提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验于2015年在山西省忻州市河曲县社梁乡井峪沟村进行,该区域海拔高度为1 086 m,年平均气

温为8.8℃,年降雨量400 mm左右,无霜期150 d左右,土壤为砂壤土,农业生产为天然降水,属于干旱、半干旱区域,糜子生育期平均气温21.73℃,该区域为糜子生产的主产区。

1.2 试验材料 供试品种为晋黍9号。

1.3 试验设计 试验设深耕(37 cm)、传统耕作(10 cm)、旋耕(12 cm)、免耕4种耕作方式处理。试验采用随机区组排列,小区面积60 m²(6 m×10 m)。

1.4 测定方法与采样种

1.4.1 干物质测定。在各个生育期对每个小区选取长势均匀一致的15株,通过烘干法进行干物质测定。

1.4.2 土壤水分各项指标的测定。测定采用传统土钻取样方法,在各生育期每个处理按“S”型曲线随机选取5个点,然后混合,每点取样深度为10、20、40、60、80、100 cm,用烘干法测定含水量。同时土壤容重采用环刀法测定。土壤含水量、贮水量、耗水量及水分利用效率的计算方法如下:

$$\text{土壤含水量} = (\text{湿土重} - \text{烘干土重}) / \text{烘干土重} \times 100\% \quad (1)$$

$$W = h \times a \times b \times 10 / 100 \quad (2)$$

式中:W为土壤贮水量(mm),h为土层深度(cm),a为土壤容重(g/cm³),b为土壤含水量(质量%)。

$$\text{全生育期耗水量 } Et_a(\text{mm}) = W_1 - W_2 + P \quad (3)$$

式中:W₁播前土壤贮水量(mm),W₂收获后土壤贮水量(mm),P生育期有效降水量(mm)。

$$WUE_y[\text{kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)] = Y/Et_a \quad (4)$$

基金项目 山西省青年科技研究基金(2014021031-02);农业部国家谷子糜子产业技术体系项目(CARS-07-13.5)。

作者简介 赵建栋(1966—),男,山西平遥人,副研究员,主要从事作物栽培研究。*通讯作者,研究员,主要从事种质资源等方面的研究。

收稿日期 2017-05-31

式中: WUE_y 为水分利用效率, Y 为作物子粒产量 (kg/hm^2); ETa 为全生育期耗水量。

1.4.3 产量及产量构成因素。成熟后,每个处理中间区域选取长势均匀一致的植株 20 株进行穗粒重和千粒重的考种工作,同时每个处理选取 3 个 1 m^2 ,进行糜子测产。

1.5 数据分析 试验数据采用 Excel 和 DPS 进行整理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式对糜子干物质积累量的影响 由图 1 可以看出,不同耕作方式处理的干物质积累量随着生育期呈逐渐递增趋势,深耕的干物质积累量在整个生育期高于其他耕作方式,其次为旋耕、免耕,传统耕作最低,在 8 月 30 日(开花后期)后干物质积累迅速增加,深耕和旋耕的干物质积累速度明显高于免耕和传统耕作,成熟后干物质积累量深耕、旋耕、免耕比传统耕作分别高 48.29%、46.45%、6.33%。

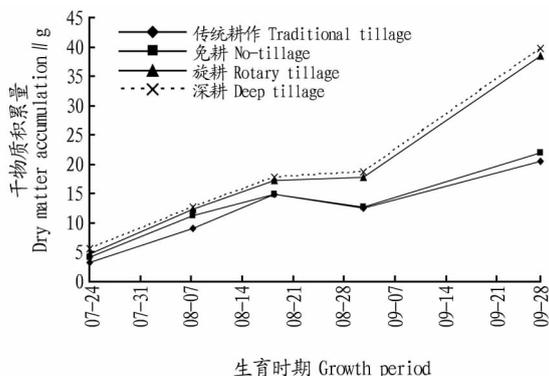


图 1 不同耕作方式的干物质积累量

Fig. 1 Dry matter accumulation of different tillage techniques

2.2 不同耕作方式对土壤含水量的影响 由图 2 可以看

出,各耕作方式处理的土壤含水量随土壤深度呈逐渐增加趋势,深耕在 0~100 cm 各土壤(20、40、60、80、100 cm)的土壤含水量都高于其他土层,在 0~20 cm 处,深耕的土壤含水量较免耕、旋耕、传统耕作方式分别高 47.4%、19.6%、8.2%,在 100 cm 处,深耕的土壤含水量较免耕、旋耕、传统耕作分别高 8.2%、1.3%、18.8%。

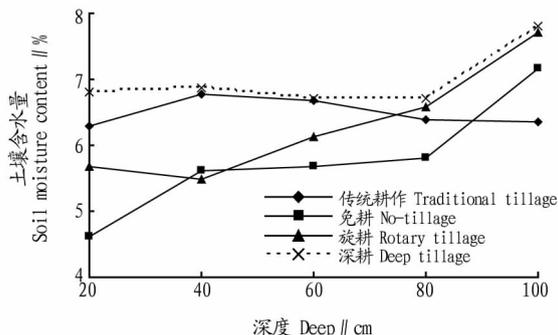


图 2 不同耕作方式的土壤水分含量

Fig. 2 Soil moisture content of different tillage techniques

2.3 不同耕作方式对糜子水分利用效率的影响 由表 1 可以看出,从土壤贮水量来看,深耕处理的土壤贮水量最大,传统耕作方式的最小,深耕较旋耕、免耕、传统耕作方式分别高 3.38%、37.82%、50.39%。全生育期土壤耗水量,传统耕作方式的土壤耗水量最大为 213.23 mm,其次是免耕、旋耕和深耕。水分利用效率则依次为深耕 > 旋耕 > 免耕 > 传统耕作,深耕较旋耕、免耕、传统耕作方式分别高 53.0%、90.1%、103.8%。

2.4 不同耕作方式对糜子产量的影响 由表 2 可以看出,穗粒重和千粒重都以深耕处理的最大,传统耕作方式的最小,深耕较传统耕作方式的穗粒重和千粒重分别高 20.8% 和

表 1 不同耕作方式下的糜子水分利用效率

Table 1 Water use efficiency of broomcorn millet under different tillage techniques

处理 Treatment	收获后土壤贮水量 Water storage of soil after harvest // mm	土壤耗水量 Soil water consumption // mm	水分利用效率 Water use efficiency $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})$
传统耕作 Traditional tillage	73.98	213.23	5.30
免耕 No-tillage	80.73	209.59	5.68
旋耕 Rotary tillage	107.62	182.70	7.06
深耕 Deep tillage	111.26	175.95	10.80

表 2 不同耕作方式的糜子产量

Table 2 Yield of broomcorn millet of different tillage techniques

处理 Treatment	穗粒重 Grain weight per spike // g	千粒重 1000-grain weight // g	产量 Yield kg/hm^2
传统耕作 Traditional tillage	9.38	7.40	1 130.57
免耕 No-tillage	10.00	7.72	1 190.60
旋耕 Rotary tillage	10.67	7.46	1 290.65
深耕 Deep tillage	11.33	7.90	1 900.95

6.8%,较免耕方式的穗粒重和千粒重分别高 13.3% 和 2.3%,较旋耕方式的穗粒重和千粒重分别高 6.2% 和 5.9%,

各耕作处理的产量从高到低依次为深耕、旋耕、免耕、传统耕作,且深耕、旋耕、免耕分别比传统耕作方式的产量高 68.14%、14.16%、和 5.31%。

3 结论与讨论

研究表明,耕作方式对土壤水分利用效率影响显著,深耕能够有效的改善土壤物理结构,有效缓解土壤紧实,打破犁底层,增加土壤通透性,有效地截获自然降水,促进降水的渗入,增加土壤的蓄水保墒能力,同时在提高籽粒产量、水分利用效率、经济效益、节水、节本、增产增收效果等方面也具有良好的表现^[5,7-16]。该研究认为,与其他耕作方式相比较,

(下转第 25 页)

势。种子发芽后胚根胚芽是否伸长以及其伸长速度受到水分胁迫吸水能力的制约^[4]。由图 2A、2B 可看出,随水势的降低,多根葱种子胚根胚芽长度呈明显下降趋势。5% PEG 胁迫下,胚根长度、胚芽长度相比对照组有下降趋势,平均胚芽长 2.66 cm,相比对照组明显降低;10% PEG 及以上浓度胁迫下,胚根长度、胚芽长度及平均芽长较前 2 组明显降低,其中 10%、15%、20%、25% PEG 胁迫下平均芽长分别为 2.04、1.85、1.50、1.11 cm。

3 结 语

多根葱属于百合科葱属植物,根系发达,属鳞茎密生型,且适应盐和干旱能力强。利用纸上发芽法进行种子萌发试验,揭示了多根葱在不同干旱水平下的发芽变化,表明多根葱种子在轻度干旱胁迫下显示出一定的耐旱性。通过分析多根葱在不同 PEG 浓度培养下的胚根长、胚芽长、干重等指标,能够进一步阐释多根葱适应低浓度干旱环境的原因。

参 考 文 献

[1] 张勇,薛林贵,高天鹏,等. 荒漠植物种子萌发研究进展[J]. 中国沙漠,

(上接第 22 页)

深耕的干物质积累量在整个生育期都呈最大值,传统耕作最小;与传统耕作方式相比较,深耕、旋耕、免耕能够明显提高土壤的水分含量,增加土壤的贮水量,其中深耕的土壤水分利用效率最大,是生产上最利于糜子利用土壤水分、促进糜子生长、提高产量的耕作方式。

参 考 文 献

- [1] CHAI Y, WAN F S. Industry Development Report in Chinese Minor Grains [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2007.
- [2] BLANCO - CANQUI H, LAI R. Soil structure and organic carbon relationships following 10 years of wheat straw management in no - till [J]. Soil and tillage research, 2007, 95(1/2): 240 - 254.
- [3] SUN G F, CHEN F, XIAO X P, et al. Preliminary study on effects of rotational tillage on soil physical properties and rice yield [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(12): 109 - 113.
- [4] GOOD L G, SMIKA D E. Chemical fallow for soil and water conservation in the Great Plains [J]. Journal of soil and water conservation, 1978, 17(1): 69 - 78.
- [5] 姚爱华,冯佰利,柴岩,等. 不同耕作方式对小杂粮产量及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(1): 97 - 101.
- [6] 张正斌,山仑. 作物水分利用效率和蒸发蒸腾估算模型的研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 15(1): 73 - 78.
- [7] PINK J L, AASE J K. Wheat response and residual soil properties following subsoiling of a sandy loam in eastern Montana [J]. Soil and tillage research, 1999, 51(1/2): 61 - 70.

- [2] WANG X Y, WEI Y, YANG C H, et al. Germination response of two species of *Haloxylon* to temperature and salinity [J]. Arid zone research, 2004, 21(S1): 58 - 63.
- [3] 段德玉,刘小京,冯凤莲,等. 不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应[J]. 中国农学通报, 2003, 19(6): 168 - 172.
- [4] 朱教君,李智辉,康宏樟,等. 聚乙二醇模拟水分胁迫对沙地樟子松种子萌发影响研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(5): 801 - 804.
- [5] 杨景宁,王彦荣. PEG 模拟干旱胁迫对四种荒漠种子萌发的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(6): 23 - 29.
- [6] WU Y N, LUO W T, PEI H, et al. Climate change and the effect on the biomass growth in steppe communities in Kherlon River Basin, Northern China [J]. Acta ecological sinica, 2012, 32(4): 215 - 220.
- [7] 林璐,乌云娜,霍光伟,等. 草原退化过程中植物功能群数量特征的变化[J]. 大连民族学院学报, 2013, 15(1): 23 - 28.
- [8] 秦峰梅,张红香,武祯,等. 盐胁迫对黄花苜蓿发芽及幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2010, 19(4): 71 - 78.
- [9] 孙艳茹,石屹,陈国军,等. PEG 模拟干旱胁迫下 8 种绿肥作物萌发特性与抗旱性评价[J]. 草业学报, 2015, 24(3): 89 - 98.
- [10] 苗昊翠,李利民,宋彬,等. NaCl 胁迫对两种锦鸡儿种子萌发的影响[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(3): 498 - 503.
- [11] 汪建军,麻安卫,汪治刚,等. 不同温度和 PEG 处理对中华羊茅种子萌发的影响[J]. 草业学报, 2016, 25(4): 73 - 80.

- [8] MOHANTY M, BANDYOPADHYAY K K, PAINULI D K, et al. Water transmission characteristics of a vertisol and water use efficiency of rainfed soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] under subsoiling and manuring [J]. Soil and tillage research, 2007, 93(2): 420 - 428.
- [9] 毛红玲,李军,贾志宽,等. 旱作麦田保护性耕作蓄水保墒和增产增收效应[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 44 - 51.
- [10] 王蕾,李军,贾志宽,等. 渭北旱原夏闲期麦田不同耕作措施的土壤贮水效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(8): 133 - 138.
- [11] 张丽华,李军,贾志宽,等. 渭北旱原保护性耕作对冬小麦 - 春玉米轮作田蓄水保墒效果和产量的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(7): 1750 - 1758.
- [12] 尚金霞,李军,贾志宽,等. 渭北旱原春玉米田保护性耕作蓄水保墒效果与增产增收效应[J]. 中国农业科学, 2010, 43(13): 2668 - 2678.
- [13] 王玉玲,李军. 黄土旱塬区平衡施肥下不同土壤耕作模式的蓄水纳墒及作物增产增收效应研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(1): 151 - 163.
- [14] IQBAL M, ANWAR - UL - HASSAN, IBRAHIM M. Effects of tillage systems and mulch on soil physical quality parameters and maize (*Zea mays* L.) yield in semi - arid Pakistan [J]. Biological agriculture and horticulture, 2008, 25(4): 311 - 325.
- [15] CHONG S K, COWSERT P T. Infiltration in reclaimed mined land ameliorated with deep tillage treatments [J]. Soil and tillage research, 1997, 44(3): 255 - 264.
- [16] LIU Y, GAO M S, WU W, et al. The effects of conservation tillage practices on the soil water - holding capacity of a non - irrigated apple orchard in the Loess Plateau, China [J]. Soil and tillage research, 2013, 130: 7 - 12.

科技论文写作规范——缩略语

采用国际上惯用的缩略语。如名词术语 DNA(脱氧核糖核酸)、RNA(核糖核酸)、ATP(三磷酸腺苷)、ABA(脱落酸)、ADP(二磷酸腺苷)、CK(对照)、CV(变异系数)、CMS(细胞质雄性不育性)、IAA(吲哚乙酸)、LD(致死剂量)、NAR(净同化率)、PMC(花粉母细胞)、LAI(叶面积指数)、LSD(最小显著差)、RGR(相对增长率),单位名缩略语 IRRI(国际水稻研究所)、FAO(联合国粮农组织)等。对于文中有些需要临时写成缩写的词(如表及图中由于篇幅关系以及文中经常出现的词而写起来又很长时),则可取各主要词首字母写成缩写,但需在第一次出现处写出全称,表及图中则用注解形式在下方注明,以便读者理解。