

休闲期深翻覆盖对旱地小麦土壤水分运行及产量与品质形成的影响

崔 凯,高志强,孙 敏,赵维峰,邓 妍,李 青
(山西农业大学农学院,山西 太谷 030801)

摘 要:为充分利用休闲期自然降水,提高旱地麦田土壤的蓄水保墒能力,达到“伏雨春用”的目的,本研究在山西闻喜县旱地麦田将休闲期耕作与覆盖相结合,采用大田试验方法研究了前茬小麦收获后 15d 或 45d 进行深翻,而后立即采取渗水地膜或液态地膜覆盖对旱地小麦土壤水分、产量及其构成、品质形成的影响效果,试图探索旱地小麦蓄水保墒技术新途径。结果表明,前茬小麦收获后 45 d 深翻较 15 d 可显著提高麦收后 65 d 至孕穗期 100~300 cm 土壤蓄水量,可显著提高播前至孕穗期 0~300 cm 总土壤蓄水量,且覆盖的蓄水效果可延续至开花期,以渗水地膜覆盖效果较好。前茬小麦收获后 45 d 深翻覆盖较 15 d 可显著提高穗数、产量、籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量,且以渗水地膜覆盖效果较好。此外,播前 80~200 cm 土壤蓄水量与穗数、产量显著相关;播前和开花期 120~300 cm 土壤蓄水量与籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量显著相关,播前 80~280 cm、开花期 40~60 cm、100 cm、240~300 cm 土壤蓄水量与谷醇比显著相关。总之,休闲期等雨后深翻并采用渗水地膜覆盖有利于提高旱地小麦土壤蓄水量,达到伏雨春用的目的;有利于优化产量结构,提高产量;有利于提高籽粒蛋白质品质,实现优质。

关键词:旱地小麦;休闲期;深翻覆盖;水分;产量;品质
中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)02-0078-07

Effect of deep plowing and plastic film mulching in fallow period on soil water storage and wheat grain yield and quality

CUI Kai, GAO Zhi-qiang, SUN Min, ZHAO Wei-feng, DENG Yan, LI Qing
(Shanxi Agriculture University, College of Agriculture, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: In order to utilize precipitation in fallow period, and preserve soil water, a field experiment was carried out to study effect on soil water storage, yield, and quality formation of two treatments using water-permeability plastic membrane (WPM) and liquid film (LM) after deep plowing in fallow period in Wenxi of Shanxi Province, with the aim of exploring an effective way of preserving the soil moisture in dryland wheat. Results showed that the combination of deep plowing and plastic film mulching increased 100~300 cm soil water storage until booting stage. It added 0~300 cm total water storage from pre-sowing to booting stage, and this promoting effect of storing water lasted until flowering stage, with WPM being better than other treatments. Spike number, actual yield, and grain protein content increased significantly at 45 d after harvest in fallow period. Furthermore, 80~200 cm in pre-sowing water storage was related to spike number and grain yield. 120~300 cm water storage in pre-sowing and anthesis was related to grain protein content and yield. In conclusion, deep plowing in combination with WPM in fallow period had marked effect on water storage preservation, thereby increasing wheat yield and quality.

Keywords: dryland wheat; fallow period; deep plowing mulch; soil water; grain yield; grain quality

小麦是北方旱区最重要的粮食作物之一,降水时空分布不均且与小麦水分需求规律不吻合严重制约该区小麦生产。而旱地麦田水分的唯一来源是自然降水,因此充分利用有限的天然降水,提高土壤集雨保墒能力是实现该地区旱地小麦增产的重要途径。以地膜覆盖、秸秆覆盖为主的地表覆盖栽培是提高旱地土壤贮水和作物产量的一个重要措施,并在北方旱区大面积推广应用^[1-3]。张德奇^[4]研究指

收稿日期:2013-10-15
基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-03-01-24);公益性行业科研专项(200903007-10);国家自然科学基金(31101112);山西省回国留学人员科研项目(2009037);山西省青年基金(2010021028-3)
作者简介:崔凯(1989—),男,山东惠民人,在读硕士,主要从事旱作栽培及生理方面的研究。E-mail: sldhmck0706@163.com。
通信作者:高志强(1964—),男,教授,E-mail: gaozhiqiang1964@126.com。

出地表覆盖可有效保蓄土壤水分,减少蒸发,协调作物生长用水、需水矛盾,并且可促进深层水分的利用;侯连涛^[5]等研究指出膜垄与秸秆覆盖加大了深层土壤水分的利用,膜垄在冬小麦生长前期(播种-返青)的集雨保墒效应具有明显的优势,且覆盖影响土壤水分的时空分布;党廷辉^[6],樊俊华^[7]研究了不同覆盖栽培下小麦产量与水分效应表明,地膜覆盖在整个生育期内具有较好的保温增温效果,提高了产量和水分利用率;白丽婷^[8]等也研究指出采用地膜覆盖较不覆盖可显著提高水分利用效率,干旱年份覆膜处理的优势更加明显。前人的研究多集中在小麦播种时期覆盖处理上,往往忽视休闲期技术的研究。为此,本试验抓住严重限制旱地小麦产量的水这个重要因子,将播种期保水技术前移至前茬小麦收获后 2~3 周实施,将小麦秸秆提前翻入土壤,并结合地面覆盖,研究其蓄水、保水、肥田、增产及提

高品质的效果,为旱地小麦高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验于 2010—2011 在山西农业大学闻喜试验基地进行,采用大田试验。试验地为夏闲地,2010 年 7 月 1 日测定土壤肥力,有机质为 $8.65\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全氮 $0.74\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮为 $32.93\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷为 $20.08\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

试验区十年九旱,降水 60%~70%集中于夏秋季(7、8、9 月)。表 1 为试验田 2005—2011 年降雨情况,气象数据由闻喜县农业局提供。2010—2011 年全年降雨量较常年稍高,总体表现为休闲期偏高,生育前期较低,2005—2011 年平均休闲期降雨量占全年的 58%,2010—2011 年占 75%。

表 1 闻喜试验点的降雨量(mm)

Table 1 Precipitation at the experimental site in Wenxi

项目 Item	休闲期 Fallow period	播种-越冬 Sowing - wintering	越冬-拔节 Wintering - elongation	拔节-开花 Elongation - anthesis	开花-成熟 Anthesis - mature	总计 Total
2005—2010 平均	227.58 ± 30.46	46.90 ± 9.84	35.50 ± 12.84	34.06 ± 0.09	61.44 ± 5.89	405.49 ± 39.40
2010—2011	401.50	27.10	19.10	22.20	64.80	534.70

数据来源:山西省闻喜县气象站。休闲期:7 月上旬至 10 月上旬;播种-越冬:10 月上旬至 11 月下旬;越冬-拔节:11 月下旬至 4 月上旬;拔节-开花:4 月上旬至 5 月上旬;开花-成熟:5 月上旬至 6 月中旬。

Source: Meteorological Observation Station of Wenxi County, Shanxi Province, China. Fallow period: from the first 10 d of July to the first 10 d of Oct.; Sowing - wintering: from the first 10 d of Oct. to the last 10 d of Nov.; Wintering - elongation: from the last 10 d of Nov. to the first 10 d of Apr. in the following year; Elongation-anthesis: from the first 10 d of Apr. to the first 10 d of May; Anthesis-mature: from the first 10 d of May to the middle 10 d of Jun.

供试品种为运早 20410,试验采用二因素裂区设计,前茬小麦收获时留高茬(30~40 cm),以休闲期提前深翻、深施有机肥后进行覆盖的时间为主区,设麦收后 15 d(7 月 1 日)、麦收后 45 d(8 月 1 日)两个水平;以覆盖方式为副区,设渗水地膜覆盖(WPM)、液态地膜覆盖(LF)、不覆盖(NF)三个水平,共 $2\times 3=6$ 个处理,重复 3 次。小区面积 $30\times 3=90\text{ m}^2$,休闲期施有机肥(山西灵石深奥腐殖酸有机肥) $1\,500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,基施氮、磷、钾肥,纯氮 $150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $\text{P}_2\text{O}_5\,150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $\text{K}_2\text{O}\,150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,9 月 29 日播种,基施氮、磷、钾肥,纯氮 $150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $\text{P}_2\text{O}_5\,150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $\text{K}_2\text{O}\,150\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,基本苗 $225\times 10^4\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$,行距 20 cm,机械条播。

1.2 测定项目与方法

前茬小麦收获后 15、30、45、65、85 d 至播前(107 d)及越冬期(178 d)、返青期(281 d)、拔节期(303 d)、孕穗期(316 d)、开花期(326 d)、成熟期(365 d)用土钻取 0~300 cm(每 20 cm 为一土层)土样,采用烘干

法测定土壤水分。用土钻取 0~300 cm(每 20 cm 为一土层)土样,采用烘干法测定土壤水分。

土壤蓄水量(mm) = [(湿土重 - 烘干土重)/烘干土重 $\times 100$] $\times$ 土层厚度(mm) $\times$ 各土层容重。

在开花期挂牌标记生长一致且同日开花的麦穗,花后每隔 5 天取样,每次 20 穗,分离籽粒,计数后置于烘箱中 105°C 杀青 30 min,然后 80°C 烘干称重,烘干的籽粒经微型高速万能粉碎机粉碎后,用于蛋白质及其组分含量的测定^[9]。采用 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}_2$ -靛酚蓝比色法测定籽粒含氮率,含氮率 $\times 5.7$ 即为蛋白质含量,经与半微量凯氏定氮量测定结果进行对比分析,两方法测定结果一致。采用连续提取法测定籽粒蛋白质组分含量。

成熟期调查单位面积穗数、每穗平均粒数及千粒重,每小区取 20 株测定生物产量。

1.3 数据分析方法

试验数据经 Microsoft Excel 和 SAS9.0 软件计算、绘图与统计分析。

2 结果与分析

2.1 休闲期深翻覆盖对旱地小麦全年土壤水分的影响

夏季休闲有利于旱地小麦蓄水保墒。前茬小麦收获后 15 d 至播前 0~300 cm 土壤蓄水量呈上升趋势,播种后,幼苗吸水导致土壤蓄水量降低,直至成熟期,因此,0~300 cm 土壤蓄水量在播前达到峰值(图 1)。前茬小麦收获后 45 d 深翻较 15 d 可显著提高前茬小麦收获后 65 d 至孕穗期(前茬小麦收获后

316 d)100~300 cm 土壤蓄水量,且深翻后覆盖具有较大的调控性,以渗水地膜覆盖显著高于液态地膜,而降低了开花至成熟期土壤蓄水量,且渗水地膜覆盖与不覆盖之间差异显著。

由于休闲期等雨后深翻覆盖增加了生育前期土壤蓄水量,促进植株生长,尤其增加了孕穗至开花期作物耗水,从而降低了花后土壤蓄水量。因此,休闲期覆盖的蓄水效果可延续至开花期,且采用渗水地膜覆盖调控效应较大。

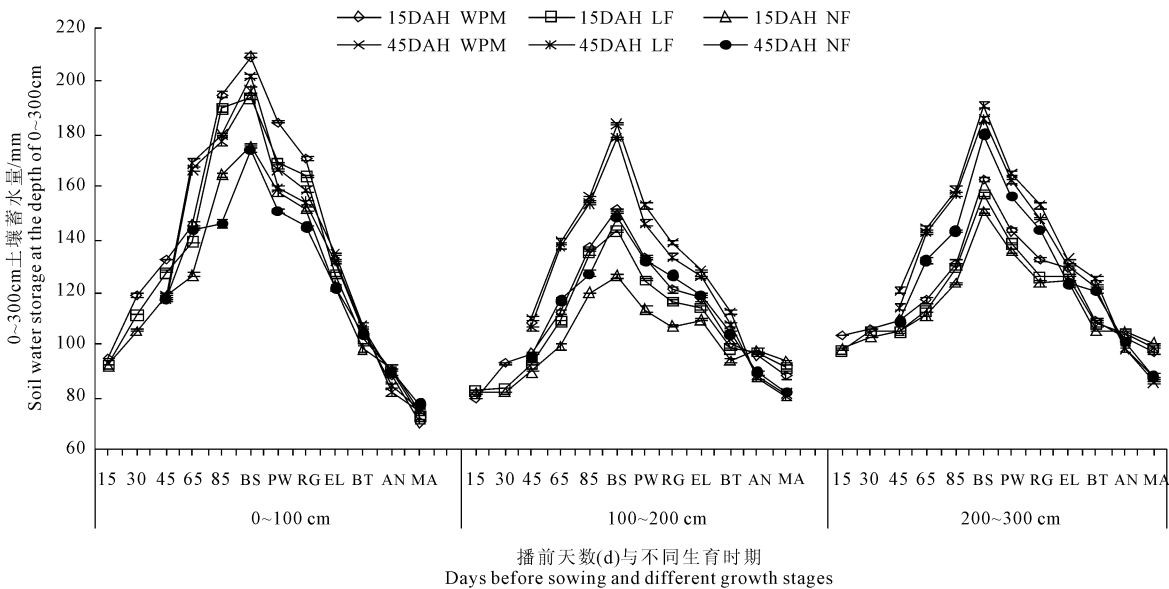


图 1 休闲期深翻覆盖对全年土壤水分的影响

Fig.1 Soil water variation in fallow period under deep plowing and mulching

注: BS:播前;PW:越冬期;RG:返青期;EL:拔节期;BT:孕穗期;AN:开花期;MA:成熟期;DAH:收获后天数;WPM:渗水地膜覆盖;LM:液态地膜覆盖;NF:不覆盖。下同。

Note: BS: Before Sowing; PW: Pre-wintering; RG: Returning Green; EL: Elongation; BT: Booting Stage; AN: Anthesis; MA: Mature; DAH: Days After Harvest; WPM: water-permeability plastic membrane; LM: Liquid film; NF: No film. The same as below.

2.2 休闲期深翻覆盖对旱地小麦土壤水分垂直变化的影响

播前至成熟期 0~300 cm 土壤蓄水量呈逐渐降低趋势,成熟期最低(图 2)。前茬小麦收获后 45 d 深翻较 15 d 可显著提高播前至孕穗期 0~300 cm 土壤蓄水量,深翻后覆盖具有较大调控性,以渗水地膜覆盖显著高于液态地膜覆盖;由于休闲期等雨后深翻覆盖提高了旱地小麦生育前期土壤蓄水量,促进作物花后吸水,从而降低了开花至成熟期土壤蓄水量,且渗水地膜覆盖与不覆盖之间差异显著。可见,休闲期覆盖的蓄水效果可延续至开花期,且采用渗水地膜覆盖效果较好。

2.3 休闲期深翻覆盖对旱地小麦产量及其构成的影响

前茬小麦收获后 45 d 深翻较 15 d 可显著提高

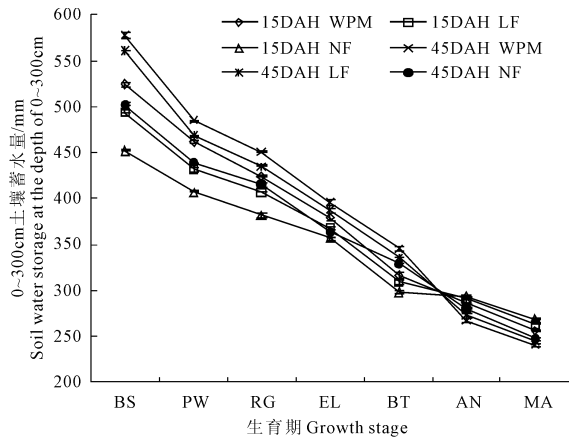


图 2 休闲期深翻覆盖对各生育时期 0~300 cm 土层土壤蓄水量的影响

Fig.2 Effect of mulching in fallow period on soil water storage at the depth of 0~300 cm at different growth stages

穗数、产量,而对穗粒数、千粒重的影响不显著(表 2),且深翻后覆盖均可显著提高穗数及产量,渗水地膜覆盖显著高于液态地膜。可见,休闲期等雨后深翻的增产效应主要是由于引起了穗数的变化,且深翻后采用渗水地膜覆盖效果更好。

表 2 休闲期深翻覆盖对旱地小麦产量及其构成的影响					
Table 2 Effect of mulching and deep plowing in fallow period on yield and its formation in dryland wheat					
处理时间 Treatment time	覆盖 Mulch	穗数/(个·hm ⁻²) Ear number	穗粒数 Grain number per spike	千粒重/g 1000-grain weight	产量/(kg·hm ⁻²) Yield
15 DAH	WPM	552.00 b	30.41 a	41.53 ab	5454.97 a
	LM	507.92 c	27.24 b	41.58 ab	4846.47 d
	NF	470.00 d	28.75 ab	39.34 b	4651.47 e
45 DAH	WPM	575.13 a	30.61 a	41.60 ab	5533.08 a
	LM	546.25 b	28.85 ab	41.05 ab	5193.64 b
	NF	505.04 c	28.28 b	42.41 a	4961.19 c

表 3 休闲期深翻覆盖对旱地小麦籽粒蛋白质及其组分含量的影响								
Table 3 Effect of mulching and deep plowing in fallow period on grain protein and its component contents in dryland wheat								
处理时间 Treatment time	覆盖 Mulch	清蛋白 Albumin /%	球蛋白 Globulin /%	醇溶蛋白 Gliadin /%	麦谷蛋白 Glutenin /%	谷醇比 Glu/Gli	蛋白质含量 Protein /%	蛋白质产量 Protein yield /(kg·hm ⁻²)
15 DAH	WPM	2.68 c	1.56 b	4.42 c	4.51 c	1.02bc	14.76 c	805.20 b
	LM	2.54 e	1.52 cd	4.13 d	4.12 d	1.00cd	14.21 d	688.49 d
	NF	2.51 e	1.49 d	3.64 e	3.56 e	0.98 d	12.86 e	598.22 e
45 DAH	WPM	2.95 a	1.61 a	5.04 a	5.33 a	1.06 a	15.93 a	881.36 a
	LM	2.82 b	1.58 ab	4.72 b	4.84 b	1.02 b	15.59 b	809.95 b
	NF	2.61 d	1.55 bc	4.50 c	4.48 c	1.00 d	14.89 c	738.64 c

2.4 休闲期深翻覆盖对旱地小麦品质的影响

前茬小麦收获后 45 d 深翻较 15 d 可显著提高籽粒蛋白质及其组分含量、蛋白质产量(表 3)。休闲期覆盖可提高籽粒蛋白质及其组分含量、蛋白质产量,且渗水地膜覆盖显著高于液态地膜覆盖。此外,前茬小麦收获后 45 d 深翻覆盖可显著提高谷醇比,且采用渗水地膜覆盖效果较好,有利于提高籽粒蛋白质质量。可见,休闲期等雨后深翻覆盖可改善旱地小麦籽粒品质,且采用渗水地膜覆盖效果较好。

2.5 土壤蓄水量与旱地小麦产量、品质的关系

2.5.1 播前土壤蓄水量与旱地小麦产量的相关分析 播前 0~300 cm 土壤蓄水量与产量及其构成均呈正相关关系(表 4)。60~220 cm 土层土壤蓄水量与穗数呈显著或极显著相关,80~200 cm 土层土壤蓄水量与产量呈显著或极显著相关。可见,播前 0~300 cm 土壤蓄水量与旱地小麦穗数及产量关系密切,播前土壤蓄水量的提高有利于促进小麦幼苗吸水,增加成穗数,从而增产。

表 4 播前土壤蓄水量与旱地小麦产量及其构成的相关性

Table 4 The relationship between soil water storage before sowing and grain yield components				
不同土层/cm Different soil layers	穗数 Spike number	穗粒数 Grain number per spike	千粒重 1000-grain weight	产量 Yield
20	0.5966	0.5583	0.0373	0.6409
40	0.6983	0.6442	0.0307	0.7095
60	0.7756 *	0.5400	0.1625	0.7526
80	0.8934 * *	0.5362	0.3785	0.8480 *
100	0.9415 * *	0.5325	0.5230	0.8945 * *
120	0.9482 * *	0.5094	0.5133	0.8549 *
140	0.8884 * *	0.4851	0.4448	0.7864 *
160	0.8654 *	0.4617	0.4606	0.7639 *
180	0.8724 *	0.5308	0.3045	0.7712 *
200	0.8562 *	0.5206	0.3265	0.7592 *
220	0.7855 *	0.4346	0.5577	0.7106
240	0.7262	0.4040	0.5670	0.6602
260	0.7317	0.3880	0.5583	0.6552
280	0.6471	0.3920	0.4533	0.5857
300	0.6769	0.3675	0.5169	0.6077

注: * 和 * * 表示 5% 和 1% 显著水平。下同。
Note: * and * * indicates 5% and 1% significant level. The same as below.

2.5.2 播前土壤蓄水量与旱地小麦籽粒蛋白质的相关分析

播前 0~300 cm 土壤蓄水量与籽粒及其组分含量、籽粒蛋白质产量呈正相关关系(表 5)。播前 100~300 cm 土壤蓄水量与籽粒蛋白质及其组

分含量,80~300 cm 土壤蓄水量与籽粒蛋白质产量,80~280 cm 土壤蓄水量与谷醇比呈显著或极显著相关。可见,播前土壤蓄水量,尤其是深层土壤水分与籽粒品质关系密切。

表 5 播前土壤蓄水量与旱地小麦籽粒蛋白质含量、产量及其组分的相关性
Table 5 The relationship between soil water storage before sowing and grain proteins

不同土层/cm Different soil layers	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	麦谷蛋白 Glutenin	谷醇比 Glu/Gli	蛋白质含量 Protein content	蛋白质产量 Protein yield
20	0.2922	0.3299	0.2002	0.2555	0.4679	0.2171	0.4400
40	0.4808	0.4614	0.3205	0.3918	0.6320	0.3208	0.5382
60	0.5238	0.5501	0.4454	0.4965	0.6719	0.4725	0.6359
80	0.6664	0.7192	0.6522	0.6901	0.8032 *	0.6772	0.7937 *
100	0.7328	0.8136 *	0.7726 *	0.7951 *	0.8476 *	0.7985 *	0.8808 **
120	0.9388 **	0.9642 **	0.9550 **	0.9675 **	0.9453 **	0.9628 **	0.9564 **
140	0.9608 **	0.9580 **	0.9545 **	0.9635 **	0.9189 **	0.9552 **	0.9204 **
160	0.9516 **	0.9533 **	0.9581 **	0.9614 **	0.8964 **	0.9596 **	0.9108 **
180	0.9721 **	0.9348 **	0.9062 **	0.9258 **	0.9157 **	0.9034 **	0.8878 **
200	0.9687 **	0.9382 **	0.9169 **	0.9304 **	0.8984 *	0.9140 **	0.8868 **
220	0.9068 **	0.9324 **	0.9662 **	0.9544 **	0.8316 *	0.9527 **	0.8793 **
240	0.8686 *	0.8990 **	0.9435 **	0.9249 **	0.7785 *	0.9260 **	0.8390 *
260	0.8761 **	0.9001 **	0.9453 **	0.9288 **	0.7885 *	0.9295 **	0.8388 *
280	0.8403 *	0.8482 *	0.8843 **	0.8634 *	0.7085 *	0.8665 *	0.7704 *
300	0.8429 *	0.8664 **	0.9111 **	0.8875 **	0.7260	0.8997 **	0.7977 *

2.5.3 开花期 0~300 cm 土壤蓄水量与旱地小麦籽粒蛋白质的相关性分析

开花期 0~300 cm 土壤蓄水量与籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量呈负相关关系(表 6)。开花期 100~300 cm 土壤

蓄水量与蛋白质及其组分含量,40 cm、100~120 cm、180~300 cm 土壤蓄水量与蛋白质产量,40~60 cm、100 cm、240~300 cm 土壤蓄水量与谷醇比呈显著或极显著相关。

表 6 开花期土壤蓄水量与旱地小麦籽粒蛋白质的相关性
Table 6 The relationship between soil water storage at flowering stage and grain yield components

不同土层/cm Different soil layers	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	麦谷蛋白 Glutenin	谷醇比 Glu/Gli	蛋白质含量 Protein content	蛋白质产量 Protein yield
20	-0.7954 *	-0.8055 *	-0.8604 *	-0.8328 *	-0.6565	-0.8496 *	-0.7230
40	-0.9438 **	-0.8657 *	-0.8352 *	-0.8584 *	-0.8553 *	-0.8278 *	-0.7942 *
60	-0.7934 *	-0.6657	-0.5746	-0.6517	-0.8418 *	-0.5265	-0.6338
80	0.0790	0.1393	0.2639	0.1828	-0.1229	0.2777	0.0556
100	-0.9367 **	-0.9419 **	-0.8725 *	-0.9016 **	-0.9450 **	-0.8737 *	-0.9461 **
120	-0.8446 *	-0.8420 *	-0.8838 **	-0.8668 *	-0.7205	-0.8600 *	-0.7594 *
140	-0.7535 *	-0.7820 *	-0.8480 *	-0.8140 *	-0.6179	-0.8331 *	-0.7031
160	-0.8201 *	-0.8147 *	-0.8591 *	-0.8380 *	-0.6801	-0.8414 *	-0.7275
180	-0.8080 *	-0.8359 *	-0.8917 **	-0.8642 *	-0.6881	-0.8760 **	-0.7637 *
200	-0.8599 *	-0.8646 **	-0.9022 **	-0.8849 **	-0.7400	-0.8828 **	-0.7881 *
220	-0.7988 *	-0.8373 *	-0.8651 *	-0.8377 *	-0.6687	-0.8453 *	-0.7742 *
240	-0.8826 **	-0.9277 **	-0.9610 **	-0.9414 **	-0.7987 *	-0.9545 **	-0.8813 **
260	-0.9745 **	-0.9598 **	-0.9540 **	-0.9635 **	-0.9111 **	-0.9376 **	-0.9071 **
280	-0.9819 **	-0.9333 **	-0.9124 **	-0.9374 **	-0.9318 **	-0.8808 **	-0.8737 **
300	-0.8974 **	-0.9440 **	-0.9680 **	-0.9511 **	-0.8227 *	-0.9705 **	-0.9062 **

3 讨论

有效的耕作措施是提高旱地麦田土壤水分的重要途径。张胜爱^[10]等研究认为免耕和播前深松耕有利于增加土壤蓄水保墒性能,提高水分利用效率;侯贤清^[11]研究认为休闲期翻耕显著改善了冬小麦苗期的土壤水分状况,能有效地蓄雨保墒,提高旱平地冬小麦播前的土壤贮水量。本试验选择麦收后15 d(7月1日)和45 d(8月1日)实施深翻,结果表明麦收后45 d深翻更有利于休闲期蓄纳雨水。这可能是由于试验年度(2010—2011)降雨量为534.70 mm,高于常年,两次深翻时间相差一个月,降雨量相差132.30 mm引起的。此外,本团队在2009—2010年(降雨量为335.00 mm,低于常年)也有类似研究,结果与试验年度相一致。说明不同降雨年型等雨后深翻更有利于蓄水保墒,为旱地小麦适时播种提供有利条件。然而,连年深翻频繁的搅动土层,致使土壤水分不断流失,旱地小麦休闲期蓄水保墒是否采用连年深翻或深翻、深松、免耕技术相互结合有待于进一步探索。

地膜覆盖具有保墒、蓄水、节水作用。官情^[12]等研究认为旱地小麦生育期采取覆盖措施(秸秆覆盖、地膜覆盖)能够有效地减少土壤表层水分的散失和蒸发,起到了保墒蓄水的作用,从而增加了“土壤水库”的蓄水量;王俊^[13]等也研究认为覆膜有明显的促根作用,地膜覆盖后,作物根系生长加快,中下层分布比例增加,相对发达的根系保证了作物吸收器官(根)和失水器官(叶)间的平衡。本研究表明,麦收后45 d较15 d深翻后立即采用渗水地膜覆盖可显著提高土壤蓄水量,即等雨后深翻覆盖,在土壤存在一定水分条件下覆盖保水的效果更好。此外,前人在有关渗水地膜保墒方面做了大量研究,均认为渗水地膜覆盖具有良好的保水效果,与本文研究较为一致。

地膜覆盖可改善土壤水分条件,有利于旱地小麦增产,改善其品质。李华^[14]研究认为,地膜覆盖栽培能显著提高拔节期小麦分蘖数,促进小麦生长过程中干物质的累积及其向穗部的转移,从而提高小麦生物量和籽粒产量;张洁^[15]研究认为,地膜覆盖能显著提高产量,增产8.32%,效果优于秸秆覆盖和液膜覆盖;潘世禄^[16]等人研究认为,改善水分条件可以提高籽粒产量,提高对氮素的吸收量,提高蛋白质产量。本研究表明,前茬小麦收获后45 d深翻覆盖较15 d可显著提高穗数及产量,可显著提高籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量,且均以

采用渗水地膜覆盖效果较好。这是由于休闲期等雨后深翻覆盖提高了土壤蓄水量,改善土壤水分条件引起的。此外,本文通过分析表明,播前80~220 cm土壤蓄水量与旱地小麦穗数及产量显著相关;播前和开花期120~300 cm土壤蓄水量与籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量显著相关,播前80~280 cm、开花期40~60 cm、100 cm、240~300 cm土壤蓄水量与谷醇比显著相关。

4 结论

前茬小麦收获后45 d深翻较15 d深翻可显著提高65 d至孕穗期100~300 cm土壤蓄水量;休闲期覆盖可显著提高播前至孕穗期0~300 cm土壤蓄水量且均以渗水地膜覆盖效果最好。等雨深翻后覆盖可显著提高旱地小麦穗数、产量,籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量,且均以渗水地膜覆盖调控效应较好。此外,播前和开花期0~300 cm土壤蓄水量与籽粒蛋白质及其组分含量、籽粒蛋白质产量关系密切,且均以深层水分对旱地小麦的调控效应较大。总之,休闲期等雨后深翻且采用渗水地膜覆盖可提高旱地小麦土壤蓄水量、产量,改善籽粒蛋白质品质。

参考文献:

- [1] 李世清,李凤民,宋秋华,等.半干旱地区不同地膜覆盖时期对土壤氮素有效性的影响[J].生态学报,2001,21(9):1519-1526.
- [2] 李立科,王兆华,赵二龙,等.留茬少耕或免耕秸秆全程覆盖技术[J].农机与技术推广,2002,4:1-9.
- [3] 姜东燕,于振文.土壤水分对小麦产量和品质的影响[J].核农学报,2007,21(6):641-645.
- [4] 张德奇,廖允成,贾志宽.旱区地膜覆盖技术的研究进展及发展前景[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):208-213.
- [5] 侯连涛,江晓东,韩宾,等.不同覆盖处理对冬小麦气体交换参数及水分利用效率的影响[J].农业工程学报,2006,22(9):58-63.
- [6] 党廷辉,郭栋,戚龙海.旱地地膜和秸秆双元覆盖栽培下小麦产量与水分效应[J].农业工程学报,2008,24(10):20-24.
- [7] 樊俊华,宋晓丽,姚建忠.渗水地膜覆盖冬小麦的生态效应研究[J].天津农学院学报,2006,13(2):32-35.
- [8] 白丽婷,韩清芳,海江波,等.不同地膜覆盖对渭北旱塬冬小麦生长及水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2010,28(4):26.
- [9] 南京农学院.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [10] 张胜爱,马吉利,崔爱珍,等.不同耕作方式对冬小麦产量及水分利用状况的影响[J].农艺科学,2006,22(1):111-113.
- [11] 侯贤清,韩清芳,贾志宽,等.半干旱区夏闲期不同耕作方式对土壤水分及小麦水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2009,29(5):52-58.
- [12] 官情,王俊,宋淑亚,等.黄土旱塬区不同覆盖措施对土壤

