

保水剂对旱地冬小麦生长发育和产量的影响

魏秀华¹, 张志伟¹, 李升东², 罗振明³, 夏玉华³, 王寿民⁴, 张桂珍¹, 于海涛¹, 宋顺¹, 王同芹¹

(1. 潍坊市农业科学院, 山东潍坊 261071; 2. 山东省农业科学院作物研究所, 山东济南 250100; 3. 山东省安丘市农业技术推广站, 山东安丘 262100; 4. 山东省青州市农业农村局, 山东青州 262550)

摘要 为探索新型农林保水剂在旱地冬小麦上的应用效果, 在潍坊寒亭、柘山两地安排了小麦保水剂试验。结果表明, 在自然条件下, 与不施用相比, 施用该保水剂 45 和 75 kg/hm² 能有效增加两地小麦的冬前次生根条数、不同时期的干物质重量和分蘖数, 进而促进后期形成更多的有效穗数, 增加千粒重和穗粒数, 最终显著增产 24.6% 和 36.9%。**关键词** 保水剂; 小麦; 干旱; 生长; 产量**中图分类号** S512.1¹ **文献标识码** A**文章编号** 0517-6611(2023)01-0033-03**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Water Retaining Agent on Growth and Yield of Winter Wheat in Dryland**WEI Xiu-hua¹, ZHANG Zhi-wei¹, LI Sheng-dong² et al** (1. Weifang Academy of Agricultural Sciences, Weifang, Shandong 261071; 2. Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan, Shandong 250100)**Abstract** In order to explore the application of new water retaining agent on dryland winter wheat, the experiment was arranged in Hanting and Zhesan of Weifang. The results showed that under the condition of natural rainfall, compared with no application, the application of 45 and 75 kg/hm² water retaining agent could effectively increase the number of secondary roots before winter, dry matter weight and tiller number in different periods, promote the formation of more effective panicles in the later period, increase the 1 000-grain weight and grain number per panicle, and finally increase the yield by 24.6% and 36.9%, respectively.**Key words** Water retaining agent; Wheat; Drought; Growth; Yield

水是整个国民经济和人类生活的命脉。虽然我国国土辽阔, 但是一个水资源相对贫乏的国家, 数据显示我国人均水资源占有量仅为世界人均水平的 1/4, 同时我国水资源时空分布严重不平衡, 80% 以上的水资源集中分布在长江流域及以南地区, 而耕地面积占全国 50% 以上的长江以北地区, 水资源只有 18%^[1]。此外, 受灌溉条件的限制, 目前我国的农业水资源利用效率普遍较低^[2]。小麦作为我国重要的粮食作物, 是中国最重要的口粮之一, 每年种植面积接近 2 500 万 hm², 其中约 90% 分布在长江以北地区^[3], 但因其需水量较大, 生长过程极易受到干旱等自然灾害的影响。小麦受旱灾后不仅会严重影响生长发育^[4], 造成大幅减产, 而且会导致农户种植积极性降低, 严重影响我国粮食安全。因此, 在旱灾频发的自然背景下如何提升小麦的生产效率, 是实现农业可持续发展不可回避的重要问题^[5]。

近年来, 各种类型的农林保水剂逐步被开发和利用^[6-30]。研究表明, 单独或配合使用保水剂在改善土壤结构^[7-8]、增加土壤微生物含量^[9]、提高水分利用效率^[10-22]、促进植株生长发育^[14-26]、增加叶片光合效率^[26-29] 和提高产量^[8-30] 等方面具有重要作用。鉴于此, 笔者选取一种新型农林保水剂在不同地区冬小麦上进行试验, 以期为该产品的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法**1.1 试验地概况** 试验在潍坊市寒亭区张家院村和潍坊市

安丘市柘山镇进行。寒亭地区以近海平原为主, 平均海拔 5~15 m, 年平均气温 12.1℃, 年平均降雨量约 635 mm, 土壤以潮土和褐土为主; 柘山地区以山地丘陵为主, 海拔最高处约 523 m, 年平均气温 12.2℃, 年平均降雨量约 650 mm, 土壤以砂壤土和棕壤土为主。

1.2 试验材料 供试小麦品种为济麦 22, 供试保水剂为潍坊华潍膨润土有限公司生产, 执行标准: NY/T 886—2016, 技术指标: 吸水倍数 100~700 倍, 外观为灰色片状。

1.3 试验设计 试验时间为 2017 年 10 月—2018 年 6 月。播前耕翻 20 cm, 播种量 135 kg/hm², 施肥量 750 kg/hm², 行距 20 cm。播种设 3 种处理, 分别为施用保水剂 75 kg/hm² (处理 1)、施用保水剂 45 kg/hm² (处理 2) 和不使用保水剂 (处理 3, CK)。试验采用大区种植, 随机排列, 每个处理大区种植面积不低于 0.1 hm²。保水剂施用方法为与小麦底肥混合均匀后, 加入小麦播种机肥料仓, 播种时随肥料一同施入。小麦整个生育期内不进行人工浇水, 其他管理措施保持一致。

生育期内的降雨量统计为播种后的 10 月下旬至次年 6 月上旬, 其中寒亭试验地降雨量以寒亭区为代表, 生育期内总降雨量为 190.2 mm; 柘山试验地降雨量以安丘市为代表, 生育期内总降雨量为 148.5 mm。具体月度降雨分布见图 1。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 形态指标调查。 每个大区随机选取 3 个点, 每个点取有代表性小麦植株 10 株在越冬前、拔节期和成熟期调查分蘖数、次生根条数、干物质重、株高等数据。分蘖数、次生根条数、干物质重调查方法为将植株用清水冲洗干净, 调查相关数据, 然后放入烘箱 105℃ 下杀青 0.5 h, 80℃ 恒温烘干至恒重。株高为地表至穗尖的高度, 用直尺测量。

基金项目 国家现代农业产业技术体系项目 (CARS-03); 国家重点研发计划项目 (2017YFD0301000)。**作者简介** 魏秀华 (1977—), 女, 山东高密人, 高级农艺师, 硕士, 从事小麦高产育种与栽培研究。**收稿日期** 2022-02-14

1.4.2 产量及产量构成因素调查。小麦成熟后每个大区随机选取3个点,每点取200 m²实收测产,同时调查穗数、每穗粒数、千粒重等数据。

1.5 数据处理 采用 Microsoft Excel 软件进行数据统计分析;采用 IBM SPSS Statistics 软件进行显著性分析。

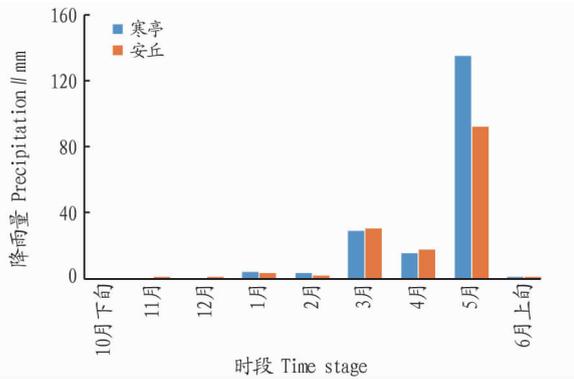


图1 试验期内两地月度降雨量比较

Fig. 1 Comparison of monthly rainfall during the test period

2 结果与分析

2.1 保水剂用量对小麦冬前生长发育的影响 由表1可知,寒亭和柘山两地小麦冬前分蘖数、次生根条数、干物质重均随保水剂用量增加而增加。具体表现为处理2较对照冬前分蘖数平均增加0.4个/株,次生根条数平均增加0.3条/株,干物质重平均增加0.03 g/株;处理1较对照冬前分蘖数平均增加0.8个/株,次生根条数平均增加0.8条/株,干物质重平均增加0.10 g/株。不同地点比较,寒亭相比柘山小麦冬前生长速度和增加程度略高。

2.2 保水剂用量对小麦拔节后生长发育的影响 由表2可知,寒亭和柘山两地小麦拔节期最大分蘖数、干物质重和成熟期株高均随保水剂用量增加而增加。具体表现为处理2较对照最大分蘖平均增加132.3万个/hm²,干物质重平均增加0.49 g/株,成熟期株高平均增加2.2 cm;处理1较对照最大分蘖数平均增加197.4万个/hm²,干物质重增加0.86 g/株,成熟期株高平均增加3.3 cm。不同地点比较结果显示,拔节后寒亭地区小麦生长略优于柘山,但增加程度各有高低。

表1 不同保水剂用量对小麦冬前生长发育的影响

Table 1 Effects of different dosages of water retaining agent on the growth of wheat before winter

| 处理编号 Treatment code | 分蘖数 Tiller number//个/株 | | | 次生根条数 Number of secondary roots//个/株 | | | 干物质重 Dry matter weight//g/株 | | |
|---------------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------------|---------------|-----------------------------|--------------|---------------|
| | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average |
| 1 | 4.1 | 3.5 | 3.8 | 4.6 | 4.0 | 4.3 | 0.51 | 0.40 | 0.46 |
| 2 | 3.6 | 3.2 | 3.4 | 4.1 | 3.5 | 3.8 | 0.42 | 0.36 | 0.39 |
| 3(CK) | 3.2 | 2.8 | 3.0 | 3.8 | 3.2 | 3.5 | 0.38 | 0.34 | 0.36 |

表2 不同保水剂用量对小麦拔节后生长发育的影响

Table 2 Effects of different dosages of water retaining agent on the growth of wheat after jointing

| 处理编号 Treatment code | 拔节期最大分蘖数 Maximum tillers at jointing stage//万个/hm ² | | | 拔节期干物质重 Dry matter weight at jointing stage//g/株 | | | 成熟期株高 Planting height at mature stage//cm | | |
|---------------------------|--|--------------|---------------|--|--------------|---------------|---|--------------|---------------|
| | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average |
| 1 | 1 063.6 | 1 053.1 | 1 058.4 | 3.16 | 2.97 | 3.07 | 66.5 | 65.9 | 66.2 |
| 2 | 1 001.7 | 984.9 | 993.3 | 2.70 | 2.69 | 2.70 | 65.2 | 64.9 | 65.1 |
| 3(CK) | 940.8 | 781.2 | 861.0 | 2.30 | 2.11 | 2.21 | 62.9 | 62.8 | 62.9 |

2.3 保水剂用量对小麦产量的影响 由表3可知,随着保水剂用量增加,与对照相比,处理1、2产量极显著增加。进一步对产量构成因素分析表明,处理1、2穗数极显著高于对照,其中处理1比对照增加49.0万个/hm²,处理2比对照平均增加28.9万个/hm²;处理1每穗粒数极显著高于处理2和对照,其中处理1比对照增加1.7粒,处理2比对照平均增加0.4粒;千粒重三个处理间差异均表现为差异极显著,其

中处理1比对照平均增加1.3 g,处理2比对照平均增加0.8 g。从产量来看,处理1比对照平均增产1 276.5 kg/hm²,增产比例36.9%;处理1比处理2增产424.5 kg/hm²,增产比例9.8%;处理2比对照平均增产852.0 kg/hm²,增产比例24.6%。从不同地点来看,柘山地区的小麦增产幅度高于寒亭。表4对产量进一步方差分析后表明,不同地点、不同保水剂施用量以及二者的交互作用均能极显著影响小麦产量。

表3 不同保水剂用量对小麦产量的影响

Table 3 Effects of different dosages of water retaining agent on wheat yield

| 处理编号 Treatment code | 穗数 Ear number//万/hm ² | | | 每穗粒数 Ear grains//粒 | | | 千粒重 1 000-grain weight//g | | | 产量 Yield//kg/hm ² | | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|--------------------|--------------|---------------|---------------------------|--------------|---------------|------------------------------|--------------|---------------|
| | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average | 寒亭 Hanting | 柘山 Zhesan | 平均 Average |
| 1 | 456.0 | 454.5 | 455.3 A | 32.2 | 32.1 | 32.2 A | 41.1 | 40.6 | 40.9 A | 4 789.5 | 4 683.0 | 4 736.3 A |
| 2 | 446.5 | 423.9 | 435.2 A | 31.4 | 30.4 | 30.9 B | 40.6 | 40.2 | 40.4 B | 4 467.0 | 4 156.5 | 4 311.8 B |
| 3(CK) | 413.6 | 399.0 | 406.3 B | 31.1 | 29.9 | 30.5 B | 40.0 | 39.1 | 39.6 C | 3 681.0 | 3 238.5 | 3 459.8 C |

注:同列不同大写字母表示在0.01水平差异极显著。

Note: Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level.

表 4 不同处理小麦产量方差分析

Table 4 Variance analysis of wheat yield under different treatments

| 源 Source | 平方和 Quadratic sum | 自由度 Degree of freedom | 均方 Mean square | F | 显著性 Significance |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|---------|---------------------|
| 地点 Site | 369 370.1 | 1 | 369 370.1 | 172.9 | 0.000 |
| 施用量 Application amount | 5 071 113.0 | 2 | 2 535 556.5 | 1 186.9 | 0.000 |
| 地点×施用量 Site × application amount | 8 968.0 | 2 | 42 984.0 | 20.1 | 0.000 |
| 误差 Error | 25 636.1 | 12 | 2 136.3 | | |
| 总计 Total | 5 552 087.2 | 18 | | | |

3 结论与讨论

根、茎、叶等作为小麦个体构成的主要组成部分,对小麦后续籽粒发育具有重要的促进作用,是小麦产量形成的物质基础。该研究中,在无浇水条件下,施用该供试保水剂后可以有效增加潍坊两地冬小麦的冬前次生根条数、不同时期的干物质重和分蘖数,进而促进后期形成更多的有效穗数,显著增加千粒重和在一定程度上增加穗粒数,最终显著增产20%以上,说明使用该保水剂45~75 kg/hm²,可以有效促进两地小麦的生长,增加光合产物积累,进而形成更多的产量,这也与杨永辉等^[14-26]对其他保水剂的研究结果类似。而寒亭地区的小麦生长状况和产量略高于柘山,可能与该地生育期内降雨量较多和土壤状况不同等有关。

同时该研究发现,由于不同地点、不同保水剂施用量以及二者的交互作用均能极显著影响小麦产量,说明该产品在不同地区的使用效果存在差异,因此其不同地区对小麦的增产潜力和最佳用量等方面还有待于进一步研究。另外,由于该产品的外形为片状,与普通圆形肥料不一致,在小麦播种时不易混匀,因此在产品外形和使用便捷性等方面还有待进一步改进。

参考文献

[1] 杨鑫,穆月英. 中国粮食生产与水资源的时空匹配格局[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2019, 18(4): 91-100.

[2] 水利部水资源管理司. 2020 年年《中国水资源公报》[J]. 水资源开发与管理, 2021(8): 2.

[3] 王利民, 刘佳, 季富华, 等. 中国小麦面积种植结构时空动态变化分析[J]. 中国农学通报, 2019, 35(18): 12-23.

[4] 赵燕昊, 曹跃芬, 孙威怡, 等. 小麦抗旱研究进展[J]. 植物生理学报, 2016, 52(12): 1795-1803.

[5] 栾健, 韩一军. 干旱灾害与农田灌溉对小麦生产技术效率的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(8): 1387-1399.

[6] LEE G H, VO N D, JEON R Y, et al. Modeling and simulation for acrylamide polymerization of super absorbent polymer [J]. Korean journal of chemical engineering, 2018, 35(9): 1791-1799.

[7] 杨永辉, 丁普利, 武继承, 等. 不同水分条件下保水剂对土壤结构的影响[J]. 土壤通报, 2012, 43(5): 1065-1072.

[8] 吴传发, 文倩, 韩燕来, 等. 保水剂与秸秆深施对砂质潮土水肥状况及小麦产量的影响[J]. 土壤通报, 2017, 48(3): 692-700.

[9] 李培培, 全昊天, 翟庆慧, 等. 不同保水措施对砂质潮土水分、微生物量及小麦产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2019(4): 78-83.

[10] 丁林, 李元红, 孟彤彤, 等. 春小麦免储水灌全膜覆盖穴播与保水剂配合节水技术研究[J]. 灌溉排水学报, 2012, 31(1): 102-105.

[11] 杨永辉, 武继承, 吴普特, 等. 冬小麦不同生育阶段水分利用对保水剂与氮肥的响应[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(7): 888-894.

[12] 裴雪霞, 党建友, 张定一, 等. 休闲期耕作方式和施用保水剂对旱地小麦产量及水分利用率的影响[J]. 核农学报, 2021, 35(5): 1243-1251.

[13] 雷巧, 韩燕来, 谭金芳, 等. 不同水分条件下保水剂对冬小麦产量及水分利用效率的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014(3): 78-83.

[14] 康永亮, 武继承, 郑惠玲, 等. 长期施用保水剂对小麦生长和水分利用的影响[J]. 水土保持通报, 2020, 40(4): 83-90.

[15] 杨永辉, 吴普特, 武继承, 等. 保水剂对冬小麦不同生育阶段土壤水分及利用的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 19-26.

[16] 韩波, 张明, 丁永辉, 等. 保水剂对小麦生长特性及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(24): 72-74.

[17] 杨永辉, 武继承, 李宗军, 等. 保水剂用量对冬小麦生长及水肥利用的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(3): 127-132, 149.

[18] 杨永辉, 武继承, 李宗军, 等. 保水剂对冬小麦生长及水分利用效率的影响[J]. 华北农学报, 2011, 26(3): 173-178.

[19] 杨永辉, 武继承, 李学军, 等. 冬小麦补偿效应对保水剂用量的响应[J]. 河南农业科学, 2013, 42(12): 64-69.

[20] 张蕊, 耿桂俊, 白岗栓, 等. 保水剂施用方式对土壤水热及春小麦生产的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2012, 38(2): 211-219.

[21] 杨永辉, 武继承, 吴普特, 等. 保水剂用量对小麦不同生育期根系生理特性的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(1): 73-78.

[22] 武继承, 管秀娟, 杨永辉. 地面覆盖和保水剂对冬小麦生长和降水利用的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(1): 86-92.

[23] 于乐, 郗志红, 吴鑫淼, 等. 新型液体保水剂对冬小麦生长及产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(7): 1-5.

[24] 侯冠男, 刘景辉, 郝景慧, 等. SAP、PAM 对土壤水分及小麦生长发育和产量的影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(18): 102-106.

[25] 杨永辉, 武继承, 赵世伟, 等. 不同保墒与土壤结构改良措施对土壤结构及小麦、玉米水分利用的影响[J]. 水土保持研究, 2018, 25(2): 220-227.

[26] 杨永辉, 武继承, 吴普特, 等. 保水剂对小麦生长及生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(3): 133-137.

[27] 王依惠, 张叶子, 王亚菲, 等. 凹凸棒石保水剂对小麦旗叶光合特性及衰老的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2020(4): 202-207.

[28] 冯波, 李国芳, 李宗新, 等. 不同粒径保水剂结合氮肥施用对小麦光合特性及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2015, 47(9): 80-84.

[29] 杨永辉, 吴普特, 武继承, 等. 保水剂对冬小麦土壤水分和光合生理特征的影响[J]. 中国水土保持科学, 2010, 8(5): 36-41.

[30] 倪海峰, 朱尤东, 刘树堂, 等. 保水剂及有机酸土壤调理剂对盐碱地的改良效果及小麦产量的影响[J]. 山东农业科学, 2020, 52(4): 121-125.