

NONGYIJIESHUI JISHUYANJIU YU YINGYONG

农艺节水

技术与应用

武继承 主编



黄河水利出版社

农艺节水技术研究与应用

武继承 主 编

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书针对节水农业高效持续发展的主要因素,对雨水利用关键技术、抗旱保水剂应用技术及增产增效机理、不同作物耗水特征与需水指标体系、水肥耦合技术等方面进行了系统研究与应用。可供从事旱作农业、节水农业、水土保持、生态环境建设与保护等方面的科技工作者阅读参考,也可供大专院校相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

农艺节水技术研究与应用/武继承主编. —郑州:黄河水利出版社,2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80621 - 887 - 7

I. 农… II. 武… III. 农业工程 - 节约用水 - 研究
IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005674 号

组稿编辑:简群 电话:0371 - 66023343 E-mail:w_jq001@163.com

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:18

字数:415 千字

版次:2008 年 12 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2008 年 12 月第 1 次印刷

定价:39.00 元

《农艺节水技术研究与应用》

编辑委员会

主 编 武继承

副主编 杨占平 杨永辉 王志勇 郑惠玲 王玉珍
焦建伟 屈俊峰

编 委 (按姓氏笔画排列,排名不分先后)

王志勇	王洪伟	王洪斌	王东海	王玉珍
孔祥旋	史福刚	任岩岩	吕军杰	李宗军
闫惊涛	何 方	陈献营	武继承	杨占平
郑惠玲	尚 莉	屈俊峰	姚宇卿	赵世伟
赵玉坤	康永亮	姬变英	程 俊	褚小军
焦建伟	韩伟锋	潘晓东	管秀娟	薛毅芳

统 稿 武继承 杨永辉

前 言

河南省既是农业大省,又是水资源缺乏的省份。据水利部门统计,2004年河南省水资源总量为404.96亿 m^3 ,人均水资源占有量仅412 m^3 ,不足全国人均水平的1/5,每公顷耕地水资源拥有量不足5205 m^3 。我省常年缺水额达30亿~50亿 m^3 。但全省水分利用效率低,具有很大的发展潜力。同时,地下水超采严重,全省地下水开采量近130亿 m^3 ,占全省总供水量的67%,占全国地下水开采量的1/8。由于对水资源缺乏科学认识和有效保护,地下水超采严重,地下水位持续下降。全省浅层地下水漏斗面积已由1982年的2230 km^2 扩大到1万 km^2 ,占平原区面积的11.3%,不少漏斗区的地下水埋深超过20m,并以每年0.5m的速度递增。这已经造成了大量机井报废、泉水枯竭、湿地萎缩、土地沙化等一系列生态环境问题,给群众生活和人民财产造成极大的损失。因此,只有发展节水农业,建立我省农业节水技术体系和作物需水指标体系,才能够实现农业结构调整,促进水资源利用、经济发展与环境治理的有机统一。

根据河南省的实际情况和水资源状况,国家科技部在我省实施了“北方半干旱集雨补灌旱作区节水农业综合技术体系集成与示范”(2002AA2Z4291)和“绿色环保多功能节水制剂”(2006AA100215)等863节水农业项目,河南省科技厅实施了一系列相关的科技攻关项目,河南省农业科学院设立了相关的科研发展基金项目。借助这些项目的支持和顺利实施,相继开展了雨水高效利用关键技术、不同农作物需水耗水特征及需水指标体系、保水剂产品研制与应用等一系列研究。为提高科技成果的转化利用,尽快将研究的新技术、新方法、新模式和新产品服务于“三农”经济和新农村建设,特将近期研究的相关技术组装成册。本书第一部分系统地阐述了保水剂应用技术;第二部分则对保水剂的增产增效机理进行了系统分析;第三部分对农田土壤水分变化特征及不同技术条件下农作物耗水特征及需水指标进行了研究与应用;第四部分主要论述了旱作区雨水高效利用技术与模式;第五部分对平衡施肥和水肥耦合技术进行了研究。可供从事旱作农业、节水农业、水土保持、生态环境建设与保护等方面的科技工作者参考使用。

在得到国家863节水农业项目(2006AA100215)支持的同时,我们得到了河南省科技攻关项目、河南省农业科学院科研发展基金项目等相关课题的大力资助,以及相关单位专家、领导的不懈指导与支持,在此一并表示衷心的感谢。

感谢!

虽然编撰人员尽了最大努力,但书中仍可能有这样或那样的不足,敬请广大读者批评指正。同时,希望本书能起到抛砖引玉的作用,促进河南省乃至全国农艺节水技术研究的优化、完善与广泛应用,促进我国节水农业健康持续发展。

武继承

2008年9月于郑州

目 录

前 言

第一部分 保水剂应用技术研究与应用

不同水分条件下保水剂对小麦产量和水分利用的影响	武继承等(3)
不同保水剂用量对旱地小麦增产效应及降水利用的影响	武继承等(8)
不同保水剂玉米耐旱性试验研究	薛毅芳等(13)
保水剂穴施对红薯增产效应的影响	郑惠玲等(18)
秸秆覆盖和保水剂施用对小麦玉米两熟制水分利用的影响	武继承(22)
营养型抗旱保水球增产效应试验研究	褚小军等(29)
营养型抗旱保水球配方研制及制造工艺	王洪伟等(33)
不同技术措施对降水利用和土壤养分的影响	武继承等(36)

第二部分 保水剂增产增效机理研究

保水剂对土壤性质及土壤微生物影响的研究进展	任岩岩等(43)
不同保水措施对小麦幼苗抗旱性的影响	管秀娟等(47)
保水剂在农业上的应用进展及发展趋势	管秀娟等(53)
保水剂对作物生理生态特性的影响研究进展	武继承等(60)
农业生产中保水剂经济有效需求量及其影响因子分析	史福刚等(67)
沃特多功能保水剂保水性能研究	杨永辉等(72)
PAM 的土壤保水性能研究	杨永辉等(76)
施用不同保水剂对土壤水分变化的影响研究	郑惠玲等(82)

第三部分 作物耗水特征及需水指标研究

不同补灌量对小麦产量和灌水利用的影响研究	武继承(91)
作物需水量研究进展	韩伟锋等(97)
小麦生育期不同保水措施土壤水分变化研究	杨永辉等(102)
冬小麦耗水特性及其生理生态特征的研究进展	程俊等(108)
限量灌溉对冬小麦农艺性状与水分利用效率的影响	程俊等(115)
河南主栽小麦品种叶绿素含量的变化特征研究	尚莉等(122)
小麦抗旱性生理生态研究进展	尚莉等(127)
河南丘陵旱地冬小麦田土壤水分变化动态特征研究	杨占平等(135)
原状土柱模拟条件下作物耗水量研究	杨占平等(139)
旱地一年两熟制条件下作物阶段耗水规律研究	杨占平等(143)

不同生育期限量灌溉对冬小麦产量和水分利用的影响	孔祥旋等(148)
河南省不同农作物有限灌溉技术研究	武继承等(154)
不同小麦品种节水增产效应分析	陈献营等(165)

第四部分 雨水高效利用技术研究与应用

试论旱作节水高效农业技术集成体系的建设问题	武继承等(169)
耕作对土壤入渗性能的影响	杨永辉等(175)
宁南黄土丘陵区不同植被措施的土壤水分特征	杨永辉等(183)
宁南黄土丘陵区集雨补灌节水农业效益评价	杨永辉等(190)
旱作农业区不同田间集雨措施应用研究	史福刚等(199)
西北黄土高原半干旱地区雨水高效利用技术	杨永辉等(204)
保水剂对不同生育期冬小麦光合及水分利用的影响	杨永辉等(213)
河南省秸秆资源及综合利用现状调查	王志勇(220)
试论雨水集蓄与节水农业	褚小军等(225)
河南省旱作区雨水高效利用技术研究与应用	武继承等(229)

第五部分 作物水肥耦合技术研究与应用

不同专用小麦品种的生长特征及养分吸收特征研究	武继承等(255)
氮肥分期施用对夏玉米生长发育和产量的影响	郑惠玲等(261)
不同水肥条件下旱地小麦水肥利用率研究	武继承等(266)
提高水分利用效率,建立我国高效节水型农业持续发展模式	武继承等(271)
通许县中低产田的现状与提升技术研究	陈献营(277)

第一部分 保水剂应用技术研究与应用

不同水分条件下保水剂 对小麦产量和水分利用的影响

武继承¹ 郑惠玲² 史福刚¹ 杨占平¹

(1. 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 郑州 450002;

2. 河南省土壤肥料站, 郑州 450002)

摘要:不同水分条件下保水剂小麦增产效应研究表明,施用保水剂可以增加小麦穗长和穗粒数,提高千粒重,从而提高小麦产量。不灌水时施用保水剂处理分别增产 8.42% ~ 22.71%,以 60 kg/hm² 和 45 kg/hm² 处理较好;灌一水时保水剂处理分别增产 10.86% ~ 19.88%,以 45 kg/hm² 处理最好;灌二水时保水剂处理分别增产 10.79% ~ 18.39%,处理间差异性减小。水分利用率在不同处理间也有很大差异,不灌水时保水剂处理降水利用效率分别提高 1.11 ~ 2.99 kg/(mm · hm²),以 60 kg/hm² 处理提高最多;灌一水时灌水利用效率分别增加 0.063 ~ 0.206 kg/m³,以 30 kg/hm² 处理最高;灌二水时灌水利用效率分别增加 0.029 ~ 0.192 kg/m³,以 90 kg/hm² 处理提高最多。说明保水剂对旱地小麦产量和水分利用率的提高具有积极效果,并表现为水分匮乏时显著、充分时减弱的特点。

关键词:保水剂 小麦 增产效应 水分利用率

关于保水剂在农业上的应用的报道很多^[1~5],但对于不同水分条件下保水剂的增产效应和水分利用的研究较少^[6,7]。河南省旱作面积 440 万 hm²,占总耕地面积的 63.9%,其中山丘旱地 180 万 hm²。受年度降水时空分配不均的影响,干旱发生频率高,干旱发生频率达 59.6%,平均两年一遇,夏秋连旱三年一遇,春夏旱几乎年年发生;全省每年用于抗旱的费用高达数亿元,因干旱造成直接经济损失达 10 多亿元甚至几十亿元。为确定抗旱保水剂的最佳用量和水分条件,实现高效利用降水和提高旱作区经济效益的目的,根据国家 863 节水农业项目的要求,2001 ~ 2003 年进行了不同水分条件下保水剂对小麦产量和水分利用的影响研究。

1 材料和方法

试验安排在半湿润易旱区、863 节水农业项目禹州试验基地的旱岗地,该区年降水量 646 mm,其中 60% 以上集中在夏季,存在较严重的春旱、伏旱和秋旱;土壤为褐土,土壤母质为黄土性物质,耕层土壤养分状况为有机质 12.3 g/kg、全氮 0.80 g/kg、水解氮 47.82 mg/kg、速效磷 6.66 mg/kg、速效钾 114.8 mg/kg。

基本项目:“十五”国家 863 节水农业课题(2002AA2Z4291)和河南省重点科技攻关项目(0423102600)。

作者简介:武继承(1965—),男,河南通许人,博士,研究员,主要从事节水农业和土壤资源研究。

试验设不灌水、补灌一水、补灌二水 3 种水分条件,保水剂处理设置 7 个处理,即 0 kg/hm² (对照);15 kg/hm²;30 kg/hm²;45 kg/hm²;60 kg/hm²;75 kg/hm²;90 kg/hm²,3 次重复,随机排列。补充灌水时间为拔节期和灌浆期,补灌水量分别为 450 m³/(hm²·次)。

播种小麦品种为豫麦 18-64,播种量为 135 kg/hm²,播期为 10 月 20 日,统一播种、统一管理。11 月 15 日选定小麦定苗样段,分析小麦的生长发育特征。试验用肥料采用过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%)、尿素(含 N 46%)、硫酸钾(含 K₂O 60%)。氮磷钾配比为 N₁₈₀P₁₂₀K₁₂₀, (N₁₈₀ 为施纯 N 180 kg/hm², P₁₂₀ 为施 P₂O₅ 120 kg/hm², K₁₂₀ 为施 K₂O 120 kg/hm²),磷肥和钾肥及 50% 的氮肥作底肥一次性施入,50% 的氮肥作追肥在拔节期前追施。试验用保水剂为河南省农业科学院研制的营养型抗旱保水剂(简称保水剂,下同),使用方法为条施。

2 结果与分析

2.1 对小麦产量的影响

由表 1 可知,施用保水剂处理比对照有明显的增产效果。不灌水条件下,施用保水剂的处理分别比对照增产 8.42%~22.71%,以施用 60 kg/hm² 处理最好,其次为 45 kg/hm² 处理,二者增产幅度分别达 19.74% 和 22.71% (见表 1)。

表 1 不同补水条件下保水剂对小麦产量的影响

处理	不灌水		灌一水			灌二水			
	产量 (kg/hm ²)	% *	产量 (kg/hm ²)	% *	% **	产量 (kg/hm ²)	% *	% **	% ***
1	2 583.0		2 761.5		6.91	3 058.5		18.41	10.76
2	2 800.5	8.42	3 061.5	10.86	9.32	3 388.5	10.79	21.00	10.68
3	2 935.5	13.65	3 207.0	16.13	9.25	3 544.5	15.89	20.75	10.52
4	3 093.0	19.74	3 310.5	19.88	7.03	3 594.0	17.51	16.20	8.56
5	3 169.5	22.71	3 240.0	17.33	2.22	3 570.0	16.72	12.64	10.19
6	2 989.5	15.74	3 196.5	15.75	6.92	3 601.5	17.75	20.47	12.67
7	2 973.0	15.10	3 078.0	11.46	3.53	3 621.0	18.39	21.80	17.64

注: * 比对照增产; ** 比不灌水相应处理增产; *** 比灌一水相应处理增产。

灌一水时,施用保水剂处理分别比对照增产 10.86%~19.88%,以施用 45 kg/hm² 处理最好,增产幅度达 19.88% (见表 1);其次为 60 kg/hm²、30 kg/hm² 和 75 kg/hm² 三个处理,增产幅度分别为 17.33%、16.13% 和 15.75%;与相应不灌水处理相比,分别增产 2.22%~9.32%,与不灌水保水剂相应处理增产幅度相比,其增产幅度呈相反的增势。

灌二水时,施用保水剂处理分别比对照增产 10.79%~18.39%,保水剂处理间差异性减小(表 1);与不灌水相应处理相比,分别增产 12.64%~21.80%;与灌一水相应处理相比,分别增产 8.56%~17.64%。

上述分析结果表明,保水剂的增产效应在水分缺乏时显著,而在水分充分时增幅降低。

2.2 不同处理对小麦性状的影响

从表2可以看出,不同水分条件下保水剂处理对小麦性状的影响具有不同的表现特征。在不灌水条件下,施用保水剂的处理小麦穗长、穗粒数均有显著提高,其中穗长增长1.34~2.10 cm,以30 kg/hm²处理增长最长;穗粒数平均增加9.4~16.5粒,以45 kg/hm²处理增加最多;小麦株高除15 kg/hm²处理外,均明显增高;千粒重除45 kg/hm²、60 kg/hm²处理提高外,其他均有所降低。

表2 不同水分条件下保水剂对小麦性状的影响

水分条件	项目	1	2	3	4	5	6	7
不灌水	株高(cm)	59.8	58.2	63.0	66.5	63.2	67.0	62.9
	穗长(cm)	6.46	8.46	8.56	8.22	7.80	8.43	8.14
	穗粒数(粒)	17.2	30.0	28.2	33.7	28.6	29.6	26.6
	千粒重(g)	38.50	37.99	38.01	39.18	38.60	37.74	37.30
灌一水	株高(cm)	61.4	62.6	61.2	59.2	58.2	65.4	59.0
	穗长(cm)	8.34	8.30	8.22	8.22	8.14	8.46	8.28
	穗粒数(粒)	26.8	28.6	27.2	28.5	25.2	35.6	31.6
	千粒重(g)	42.31	39.83	39.32	42.65	40.63	39.15	42.30
灌二水	株高(cm)	58.0	58.4	63.0	59.9	57.6	65.3	54.6
	穗长(cm)	8.56	7.76	8.24	8.00	7.78	8.58	7.72
	穗粒数(粒)	34.4	30.6	33.4	27.0	25.0	38.2	30.0
	千粒重(g)	41.70	42.98	37.03	41.51	41.78	39.15	37.53

补灌一水情况下,施用保水剂的处理千粒重除60 kg/hm²处理提高外,其他均有所降低;小麦穗长除75 kg/hm²处理增长外,其他均有所缩短;穗粒数除30 kg/hm²处理减少外,其他均有所增加;株高除15 kg/hm²处理外,其他均明显降低。

补灌二水时,施用保水剂处理株高除60 kg/hm²处理外,其他均明显增高;千粒重除30 kg/hm²、75 kg/hm²处理提高外,其他均有所降低;小麦穗长除75 kg/hm²处理增长外,其他均有所缩短;穗粒数除75 kg/hm²处理增加外,其他均有所减少。

上述分析表明,保水剂的使用可以增加小麦穗长和穗粒数、提高小麦籽粒千粒重,从而提高小麦的产量,但过多的水分反而影响保水剂的使用效果。

2.3 不同处理对水分利用的影响

由表3可知,不灌水时,保水剂处理的降水利用效率比对照均有所提高,分别增加1.11~2.99 kg/(mm·hm²),并以60 kg/hm²处理增幅最大,提高2.99 kg/(mm·hm²);其次是45 kg/hm²处理,增加2.60 kg/(mm·hm²)。

补灌一水时,保水剂处理的灌水利用效率分别比对照增加0.063~0.206 kg/m³,并以30 kg/hm²处理最高,为0.206 kg/m³;其次是15 kg/hm²处理,提高0.183 kg/m³。60 kg/hm²处理和90 kg/hm²处理略有降低。

表3 不同水分条件保水剂对水分利用率的影响

水分条件	项目	1	2	3	4	5	6	7
不灌水	产量(kg/hm ²)	2 583.0	2 800.5	2 935.5	3 093.0	3 169.5	2 989.5	2 973.0
	降水利用效率(kg/(mm·hm ²))	13.15	14.26	14.95	15.75	16.14	15.22	15.14
	比CK增减(kg/(mm·hm ²))		1.11	1.80	2.60	2.99	2.07	1.99
灌一水	产量(kg/hm ²)	2 761.5	3 061.5	3 207.0	3 310.5	3 240.0	3 196.5	3 078.0
	灌水利用效率(kg/m ³)	0.397	0.580	0.603	0.483	0.157	0.460	0.233
	比CK增减(kg/m ³)		0.183	0.206	0.086	-0.240	0.063	-0.164
灌二水	产量(kg/hm ²)	3 058.5	3 388.5	3 544.5	3 594.0	3 570.0	3 601.5	3 621.0
	灌水利用效率(kg/m ³)	0.528	0.653	0.677	0.557	0.445	0.680	0.720
	比CK增减(kg/m ³)		0.125	0.149	0.029	-0.083	0.152	0.192
	比灌一水增减(kg/m ³)	0.132	0.073	0.073	0.073	0.288	0.220	0.487

补灌二水时,保水剂处理的灌水利用效率分别增加 0.029 ~ 0.192 kg/m³,并以 90 kg/hm²处理提高最多,增加 0.192 kg/m³;其次是 75 kg/hm²处理,增加 0.125 kg/m³;60 kg/hm²处理略有降低。相对于补灌一水相应处理灌水利用效率分别增加 0.073 ~ 0.487 kg/m³,仍然以 90 kg/hm²处理提高幅度最大,其次是 60 kg/hm²处理,分别提高 0.487 kg/m³和 0.288 kg/m³。

以上水分利用分析结果表明,保水剂在水分缺乏时对提高降水利用效率十分有效,合理补充灌水有利于提高灌水利用效率,而过多的水分补充灌水利用效率增幅降低。

3 结论与讨论

(1)保水剂的使用可以增加小麦穗长和穗粒数、提高小麦籽粒千粒重,从而提高小麦的产量,但过多的水分反而影响保水剂的使用效果。

(2)施用保水剂处理均比不施保水剂处理有明显的增产效应。不灌水时,以施 45 ~ 60 kg/hm²最好,增幅 19.74% ~ 22.71%;补灌一水时,也以施 45 ~ 60 kg/hm²最好,增幅 17.33% ~ 19.88%;补灌二水时,施 30 ~ 90 kg/hm²差异性较小,说明保水剂的增产效应在水分缺乏时增产效应显著,而在水分充分时增幅降低。

(3)保水剂在水分缺乏时对提高降水水分利用效率十分有效,并以 45 ~ 60 kg/hm²处理最好,分别提高 2.60 ~ 2.99 kg/(mm·hm²);不同补充灌水次数试验表明,合理补灌有利于提高灌溉水水分利用效率。但保水剂最佳的使用水分条件尚待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 武继承,王志和,何方,等. 不同技术措施对降水和土壤养分的影响[J]. 华北农学报,2005,20(6): 73-76.
- [2] 武继承,杨稚娟,何方,等. 试论河南省旱地节水农业发展的有效途径[J]. 河南农业科学,

2006(1):5-8.

- [3] 黄风球,杨立光,黄承武,等. 化学节水技术在农业上的应用效果研究[J]. 水土保持研究,1996,3(3):118-124.
- [4] 杜晓东,王丽娟,刘作新. 保水剂及其在节水农业上的应用[J]. 河南农业大学学报,2000,34(3):255-259.
- [5] 贾朝霞,郑焰. 高吸水性树脂用于水土保持和节水农业的新思路[J]. 农业环境与发展,1999,16(3):38-41.
- [6] 史福刚,杨稚娟,王志勇. 水分条件对保水剂增产效应的影响[M]//梅旭荣,等. 节水高效农业理论与技术. 北京:中国农业科学出版社,2004:226-228.
- [7] 汪立刚,武继承,王林娟. 保水剂有效使用的土壤水分条件及对小麦的增产效果[J]. 土壤,2003(1):80-82.

不同保水剂用量对旱地小麦增产效应及降水利用的影响

武继承¹ 郑惠玲² 何 方¹ 褚小军²

(1. 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 郑州 450002;

2. 河南省土壤肥料站, 郑州 450002)

摘要:施用营养型抗旱保水剂对小麦的发育性状及小麦增产具有积极的效果。试验表明当每亩施用保水剂 2.5 ~ 5.5 kg 时, 保水剂对小麦发育性状具有显著作用, 并以每亩施用抗旱保水剂 3.5 ~ 4.5 kg 处理增产效果最佳。同时, 可以提高耕层土壤含水量 0.3% ~ 1.0% 和降水利用效率 0.08 ~ 0.36 kg/mm。

关键词:营养型抗旱保水剂 小麦 旱地 增产效应

受年度降水时空分配不均的影响, 干旱灾害是河南省农业生产的主要灾害之一, 全省旱灾受灾面积呈现逐年增加的趋势, 并由 20 世纪 70 年代的 118.1 万 hm^2 增加到 80 年代的 171.2 万 hm^2 , 2001 年则高达 300 万 hm^2 。全省每年用于抗旱的费用高达数亿元, 因干旱造成直接经济损失达 10 多亿元甚至几十亿元。为缓解旱作区的旱灾灾情, 确定抗旱保水的最佳施用量, 实现高效利用降水和高经济效益的双重目的, 2001 ~ 2003 年我们开展了营养型抗旱保水剂用量的试验研究。

1 材料与方法

试验安排在半湿润易旱区的禹州市郭连乡岗孙村的岗旱地, 该区年降水量 646 mm, 其中 60% 以上集中在夏季, 存在较严重的春旱、伏旱和秋旱; 土壤为褐土, 土壤母质为黄土性物质, 耕层土壤养分状况为有机质 11.6 g/kg、全氮 0.82 g/kg、水解氮 35.64 mg/kg、速效磷 7.87 mg/kg、速效钾 123.5 mg/kg。

试验设置 0、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6 kg(亩施)等 12 个处理, 重复 3 次, 随机排列, 小麦品种采用豫麦 18-64, 播种量为 135 kg/hm^2 , 播期为 10 月 15 ~ 20 日, 统一播种、统一管理。处理周围设 1.5 m 宽保护行; 11 月 15 日选定小麦定苗样段, 分析小麦株高、分蘖、成穗、穗长、穗粒数等生长发育特征。试验用肥料采用过磷酸钙(含 P_2O_5 12%)、尿素(含 N 46%)、硫酸钾(含 K_2O 60%), 氮磷钾配比为 $\text{N}_{12}\text{P}_8\text{K}_8$, 磷肥和钾肥及 50% 的氮肥作底肥一次性施入, 50% 的氮肥作追肥在拔节期前追施。

基金项目:“十五”国家 863 节水农业课题(2002AA2Z4291)和河南省重点科技攻关项目(0423102600)。

作者简介:武继承(1965—), 男, 河南通许人, 博士, 研究员, 主要从事节水农业和土壤资源研究。

2 试验结果分析

2.1 不同保水剂处理小麦发育性状分析

从表1可以看出,不同保水剂施用量处理的穗长、穗粒数、亩穗数和千粒重均比不施处理有所提高,穗长以施保水剂3 kg/亩处理最长,其次为5.5 kg/亩处理和4.5 kg/亩处理;穗粒数则以施保水剂3.5 kg/亩处理最多,其次是3.0 kg/亩处理和2.5 kg/亩处理;亩穗数以施保水剂4.0 kg/亩处理最多,其次是4.5 kg/亩处理和5.5 kg/亩处理;千粒重则以4.5 kg/亩处理最高,其次是5.5 kg/亩处理和4.0 kg/亩处理。说明在施保水剂2.5~5.5 kg/亩处理,保水剂对小麦发育性状具有积极的作用。

表1 不同保水剂施用量小麦的生长发育特征及其对产量的影响

处理	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗粒数 (粒)	亩穗数 (万穗)	千粒重 (g)	株高 (cm)	小区产量 (kg/hm ²)	平均产量 (kg/hm ²)	比CK增 (%)
1	73.6	7.24	32.5	33.7	36.64	73.6	0.841	4 206.0	
2	69.3	7.94	34.8	32.3	38.96	69.3	0.905	4 527.0	7.62
3	72.5	7.49	34.2	36.7	38.3	72.5	0.920	4 599.0	9.32
4	72.3	7.66	34.4	35	39.32	72.3	0.952	4 761.0	13.20
5	72	7.76	37	34.7	38.8	72	0.983	4 914.0	16.81
6	73.3	8.51	37.8	37.3	37.7	73.3	1.054	5 268.0	25.25
7	72.7	7.76	38	39.3	39.24	72.7	1.125	5 626.5	33.77
8	68.1	7.39	33.6	46.7	39.86	68.1	1.135	5 673.0	34.88
9	69.1	8.07	33.2	44	41.46	69.1	1.148	5 742.0	36.50
10	65.5	7.66	32.5	40.3	39.3	65.5	1.024	5 119.5	21.70
11	65.9	8.12	32.7	40.7	40.92	65.9	1.065	5 322.0	26.54
12	67.2	7.95	35.4	37	39.6	67.2	1.022	5 107.5	21.43

2.2 不同保水剂施用对小麦增产效应的影响

由表1和图1的增产趋势分析表明,采用不同保水剂施用量及补给量的处理均较对照有明显增产效应,其增产幅度达7.62%~36.50%,关键是各个保水剂处理穗长、穗粒数和千粒重均有不同程度的增加;并以施用抗旱保水剂3.5~4.5 kg/亩处理增产效果最佳。

方差分析结果表明,不同处理间达到显著差异水平(表2),显著性差异分析表明各使用保水剂处理与对照相比,均达到了5%的显著水平;各保水剂处理之间表现出不同的显著性水平,其中处理6~处理12等7个处理和处理2~处理5等4个处理相互之间在1%显著水平上无差异;但两组之间与对照相比有明显不同,其中处理6~处理12与对照相比则达到1%的显著水平,处理2~处理5与对照之间差异不显著(表3)。