

2 种保水剂对砂土土壤持水性能的影响

周 岩^{1,2,3}, 武继承^{1*}, 张 彤³, 何 方¹, 杨永辉¹

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002;

2. 河南信阳五云茶叶研究院, 河南 信阳 464000; 3. 河南大学 生命科学学院, 河南 开封 475001)

摘要: 以营养型抗旱保水剂、沃特保水剂和冬小麦矮抗 58 为试验材料, 在延津县砂质潮土试验基地开展了 2 种保水剂不同用量(0、15、30、45、60 kg/hm²)和不同生育期(拔节期和孕穗期)施用对麦田砂土土壤物理性质及其持水性能影响的研究。结果表明, 施用营养型抗旱保水剂, 拔节期和孕穗期土壤容重分别平均减小 3.1%、5.8%, 土壤总孔隙度分别平均增大 14.0%、7.3%, 土壤含水量在拔节期增大, 孕穗期减小, 土壤持水性能在 2 个生育期都有所增强, 并以 45 kg/hm² 用量效果最好; 施用沃特保水剂, 孕穗期土壤容重平均减小 5.1%, 土壤孔隙度平均增大 1.5%; 而拔节期土壤容重、土壤孔隙度变化不明显, 土壤含水量和土壤持水性能都随着用量的增加而增大, 以 30 kg/hm² 用量效果最好。孕穗期施用保水剂对土壤物理性质的影响比拔节期施用的效果好; 2 种保水剂以营养型抗旱保水剂的效果较好。

关键词: 砂土; 保水剂; 施用时期; 土壤容重; 土壤总孔隙度; 土壤持水性能; 土壤含水量

中图分类号: S152.7⁺¹ **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)02-0078-05

Effects of Water-retaining Agents on Water-holding Performance of Sandy Soil

ZHOU Yan^{1,2,3}, WU Ji-cheng^{1*}, ZHANG Tong³, HE Fang¹, YANG Yong-hui¹

(1. Institute of Plant Nutrition & Resource Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences,

Zhengzhou 450002, China; 2. Xinyang Auspicious Cloud Tea Research Institute of Henan Province, Xinyang

464000, China; 3. College of Life Science, Henan University, Kaifeng 475001, China)

Abstract: With winter wheat Aikang 58, nutrient water-retaining agent (NWRA) and Wote absorbent (WA) as experimental materials, the effects of different dosage absorbents (0, 15, 30, 45, 60 kg/ha) on soil physical properties and water-holding properties at different stages (jointing and booting stages) of wheat were studied in Yanjin county. The results showed that soil bulk density decreased by 3.1% and 5.8% separately at jointing stage and booting stage, total soil porosity increased by 14.0% and 7.3%, soil moisture content improved at jointing stage but decreased at booting stage, and soil water-holding performance improved at two stages of winter wheat by use of NWRA, with the best effect under the treatment of 45 kg/ha. By use of WA, the soil bulk density decreased by 5.1% and the soil porosity increased by 1.5% at booting stage. However, the trends of soil bulk density and porosity were not obvious at jointing stage. The soil moisture content and soil water-holding performance increased with the increase of WA dosage, and the best effect appeared under the treatment of 30 kg/ha. The overall effect of absorbents was better at booting stage than that at jointing stage, and the effect of NWRA was better than that of WA.

Key words: sandy soil; water-retaining agent; application period; soil bulk density; soil total porosity; soil water-holding performance; soil moisture content

收稿日期: 2011-07-30

基金项目: 河南省重大公益性科研项目(081100911600); 河南省杰出青年基金项目(1004100510024)

作者简介: 周 岩(1969-), 男, 河南固始人, 硕士, 主要从事农业生态、土壤养分研究。E-mail: zzh.9804@163.com

* 通讯作者: 武继承(1965-), 男, 河南通许人, 研究员, 博士, 主要从事节水农业、农业生态、土壤养分资源利用与管理等方面的研究工作。E-mail: wujc2065@126.com

保水剂作为一种新型的化控节水技术,由于其特殊的抗旱、节水、保水作用,在作物保苗、抗旱增产、城市花木生产等方面得到了广泛的应用。目前,我国有关保水剂的应用研究主要集中在作物移苗^[1-3]、生长^[4-6]、产量效应^[6-8]、抗旱能力^[9-11]等方面,保水剂的作用机制主要是其具有较强的保水能力和供给作物所需的水分,其次是能够改善土壤结构,增强土壤的吸水、保水和保肥能力等^[5,12]。保水剂种类繁多,但其最基本的成分是一种有机高分子树脂,吸水保水能力强,且所持的水分85%~90%是植物可利用的自由水。同时,其本身无毒、无害、无环境污染,对人体无刺激,因而在农业生产上应用前景广阔。

由于气候原因,再加上不合理的耕作、轮作及过度施用化肥、农药、杀虫剂,土壤退化非常严重^[13]。黄淮海平原砂地面积约200多万 hm^2 ^[14],砂土漏水漏肥严重,保水剂则能够改善土壤理化性状,提高土壤肥性、减少化肥用量,增加作物产量和提高作物品质,但以往利用保水剂改良砂土结构的研究较少。鉴于此,开展保水剂对砂质潮土的改良研究,探讨不同保水剂对砂土持水性能的影响,为砂质潮土改良和保水剂的应用提供技术依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验设在河南省延津县砂质潮土试验基地东辛庄村,该地年降水量611.4 mm;土壤为砂质潮土,土壤母质为河流冲积物质,耕层有机质7.67 g/kg、全N 0.62 g/kg、全P 0.78 g/kg、水解N 27.94 mg/kg、速效P 22.32 mg/kg、速效K 53.5 mg/kg。

1.2 试验材料

供试材料为营养型抗旱保水剂和沃特保水剂,营养型抗旱保水剂由河南省农业科学院资环所研制,主要成分有聚丙烯酸铵、稀土、有机物质、营养物质等;沃特多功能保水剂由胜利油田长安集团聚合物有限公司生产,2003年通过国家科技部863项目验收,该产品采用有机-无机杂化的生产工艺。供试冬小麦品种为矮抗58。试验土壤为典型的砂质潮土。试验用肥料,底肥为 $\text{N}_{270}\text{P}_{330}\text{K}_{90}$ 配比的专用配方肥,不同生育期氮肥追肥为含纯N 46%的尿素,每次用量为 $150\text{ kg}/\text{hm}^2$,追施时期为拔节期、孕穗期和灌浆期。

1.3 试验处理及方法

将2种保水剂分别与土壤混合搅拌均匀,在种麦前撒施于小区内,翻耕到8~10 cm深处。2种保

水剂的用量分别为0、15、30、45、 $60\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。试验共设9个处理:处理1为 $0\text{ kg}/\text{hm}^2$ (对照),处理2(营养型)和处理6(沃特)为 $15\text{ kg}/\text{hm}^2$,处理3(营养型)和处理7(沃特)为 $30\text{ kg}/\text{hm}^2$,处理4(营养型)和处理8(沃特)为 $45\text{ kg}/\text{hm}^2$,处理5(营养型)和处理9(沃特)为 $60\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。

农田土壤水分特征曲线计算方法采用离心机法^[15],土壤含水量测定采用烘干法,土壤容重和总孔隙度测定采用环刀法^[16]。采用Excel 2003和SPSS软件处理系统进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 2种保水剂对麦田砂土容重的影响

耕作层土壤容重随着作物生长和时间变化而发生变化。作物播种时,由于耕作原因土层较为疏松,土壤容重较小;随着作物生长,土壤团聚体形成和土地的板结,容重增大,施加保水剂后土壤容重发生规律性变化(图1、图2)。图1表明,拔节期,沃特保水剂用量在 $15\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,土壤容重减小,此后,随着用量的增大容重有增大的趋势,这与曹丽花的结论相反^[17];但孕穗期随着用量的增大而容重有减小的趋势(图2),这与曹丽花的结论一致。说明孕穗期土壤结构趋于稳定,容重受保水剂的影响明显增强,然而并不是保水剂用量越大影响越大,营养保水剂用量为 $30\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,达到最大,较对照降低了6.8%,在 $45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 、 $60\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时分别降低了6.2%和4.1%;

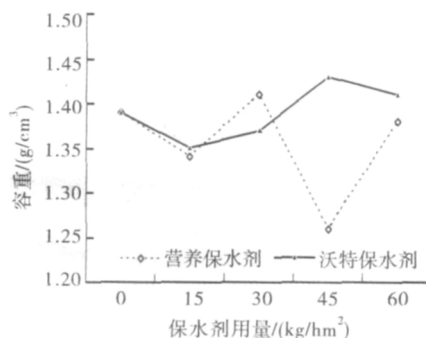


图1 2种保水剂对小麦拔节期土壤容重的影响

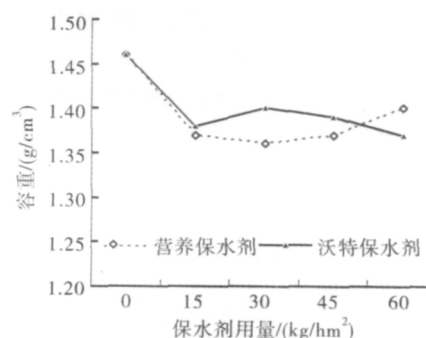


图2 2种保水剂对小麦孕穗期土壤容重的影响

沃特保水剂不同用量处理,容重分别降低了 5.5%、4.1%、4.8%、6.2%。容重降低的原因是由于气孔结构改善,其内部孔隙增多。

2.2 2 种保水剂对麦田砂土含水量的影响

保水剂对土壤含水量的影响虽然研究较多^[18-20],但具体影响到什么程度,如何影响,没有详细报道。本试验结果表明:(1)拔节期(图 3),营养型抗旱保水剂不同处理,0~20 cm 土层含水量比对照增加 7%~19.3%,20~40 cm 土层含水量比对照增加 15%~20.9%,40~60 cm 土层含水量比对照增加 21.3%~39.3%;沃特保水剂不同处理,0~20 cm 土层含水量随着用量增加不断增加,增加

3.5%~24.6%不等,20~60 cm 土层含水量变化无规律。(2)孕穗期(图 4),营养型抗旱保水剂不同处理表现为:0~20 cm 土层含水量随着保水剂用量增加不断降低,平均降低了约 20%,20~40 cm 土层含水量只有处理 4 增加了 4.7%,其余降低了 3.5%~14.7%,40~60 cm 土层含水量比对照增加 7.4%~18.5%;沃特保水剂各处理表现为:0~20 cm 土层随着用量增加土壤含水量增加,而且随着土层深度的增加含水量也增加。保水剂对土壤含水量的影响,可能与土壤本身含水量大小有关,在一定范围内,土壤含水量越小保水剂作用越明显,这与黄占斌等^[21]报道的结果相一致。

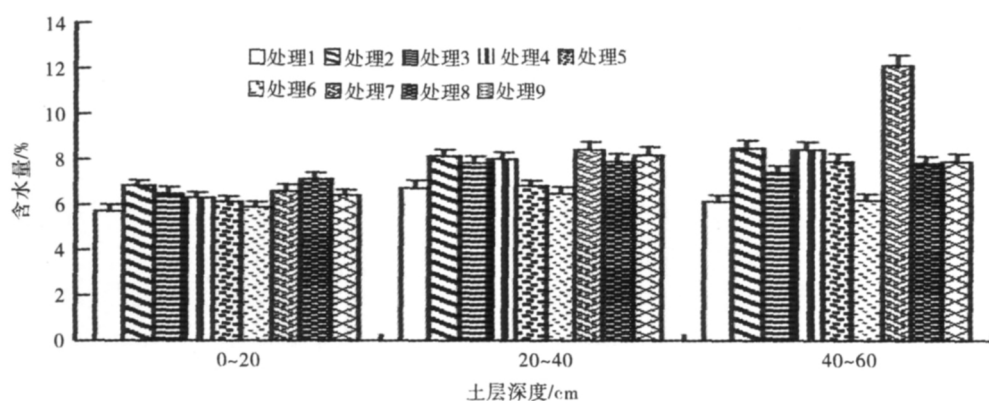


图 3 2 种保水剂对小麦拔节期土壤含水量的影响

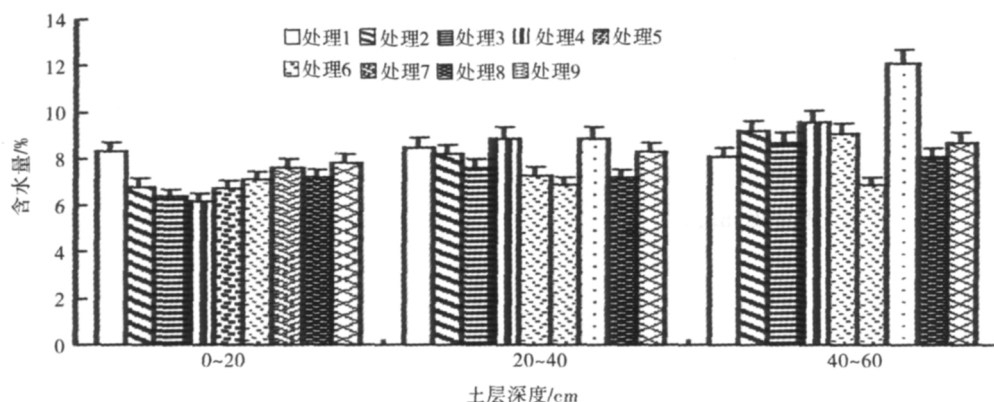


图 4 2 种保水剂对小麦孕穗期土壤含水量的影响

2.3 2 种保水剂对麦田砂土总孔隙度的影响

由图 5 可知,2 种保水剂对土壤总孔隙度的影响十分明显。拔节期,施用营养型抗旱保水剂的土壤总孔隙度比对照平均增加了 14.0%,以 45 kg/hm² 最好;施加沃特保水剂的土壤总孔隙度比对照平均增加了 17.5%,最高达 37.9%,以 30 kg/hm² 最好。孕穗期 2 种保水剂不同用量都能提高土壤总孔隙度,沃特保水剂平均提高了 1.5%,营养型抗旱保水剂平均提高了 7.3%;沃特保水剂在 15 kg/hm² 处理时,土壤总孔隙度

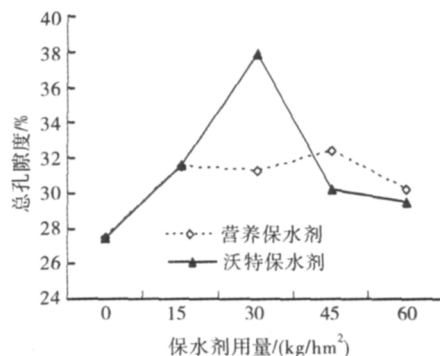


图 5 2 种保水剂对小麦拔节期土壤总孔隙度的影响

提高 17.7%, 然后随着用量的增高逐渐下降, 营养型抗旱保水剂则在 45 kg/hm² 时最高, 较对照提高了 18.5%, 然后随着用量的增高土壤总孔隙度下降(图 6)。

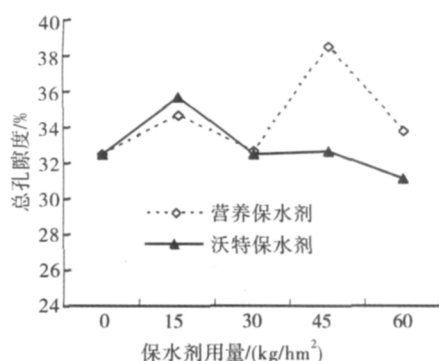


图6 2种保水剂对小麦孕穗期土壤总孔隙度的影响

2.4 2种保水剂对麦田砂土持水性能的影响

2种保水剂在不同生育期对砂土影响的水分特征曲线见图7、图8。曲线越高, 表明土壤持水性能越强, 从图7可以看出: 拔节期, 2种保水剂都能提高土壤的持水性能, 但沃特保水剂没有营养型抗旱保水剂效果明显, 而且营养型抗旱保水剂在 45 kg/hm² 效果最好, 这与以上各项指标相吻合; 孕穗期(图8), 2种保水剂在低吸力段 0~0.2 MPa 时, 土壤持水性能都比对照增大; 但在高吸力段 0.4~1.0 MPa 时, 有些持水性能比对照降低。沃特保水剂除 30 kg/hm² 外, 随着用量增大, 土壤持水性能降低; 营养型抗旱保水剂随着用量增大也有降低的趋势。

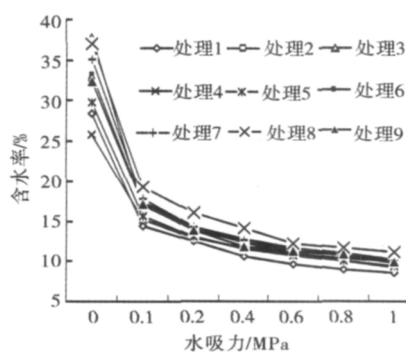


图7 2种保水剂对小麦拔节期土壤持水性能的影响

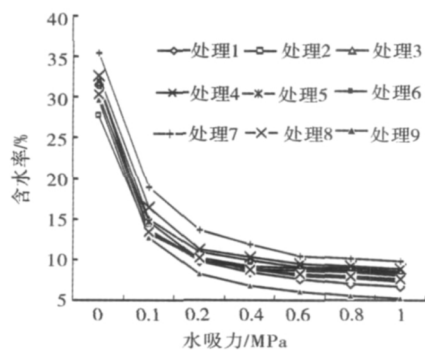


图8 2种保水剂对小麦孕穗期土壤持水性能的影响

3 结论与讨论

1) 有关保水剂对土壤物理性能的影响仅限于不同保水剂^[23-24], 或同一种保水剂不同用量方面的研究^[25-27]。本试验通过不同生育时期和2种保水剂不同用量处理, 探讨了保水剂对土壤物理性能的影响。结果表明, 保水剂对土壤物理性能的影响与保水剂的种类、保水剂的施用量和不同生育期紧密相关。施用营养型抗旱保水剂后, 与对照比, 拔节期土壤容重平均减小 3.1%; 孕穗期土壤容重平均减小 5.8%。施用沃特保水剂, 拔节期随保水剂用量增大土壤容重增大; 孕穗期随用量增大而减小, 表明保水剂对土壤容重的影响与生育期和保水剂用量关系紧密。

2) 保水剂对土壤持水性能的影响是通过改变土壤结构来改变的, 土壤结构的组成主要包括土壤孔隙度和土壤水稳性团聚体。本研究结果表明, 营养型抗旱保水剂在不同生育期对土壤孔隙度影响不同, 拔节期可使土壤总孔隙度平均增加 14.0%, 孕穗期平均增加 7.3%。拔节期, 施加沃特保水剂使土壤总孔隙度平均增加 17.5%; 孕穗期, 土壤总孔隙度平均增加 1.5%。土壤毛管孔隙是否增加有待进一步研究, 土壤水稳性团聚体是否增加也需要进一步探讨。保水剂对土壤持水性能的影响并不是用量越大越好, 而有一个适宜的范围。营养抗旱保水剂用量为 45 kg/hm² 时效果最好, 沃特保水剂在用量为 30 kg/hm² 时效果最好。

3) 2种保水剂相比, 营养型抗旱保水剂对土壤持水性能的影响比沃特保水剂的效果好。

参考文献:

- [1] 华孟, 苏宝林. 高吸水树脂在农业上的应用的基础研究[J]. 北京农业大学学报, 1989, 15(1): 37-43.
- [2] 黄占斌, 万惠娥, 邓西平, 等. 保水剂在改良土壤和作物抗旱节水中的效应[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 52-56.
- [3] 王琦, 张恩和, 李凤民, 等. 不同保水剂对春小麦种植、树苗移栽与树木育苗的影响[J]. 水土保持学报, 2007, 27(6): 61-66.
- [4] 腾元文, 赵金龙, 周湘红. 保水剂与塑料袋栽植技术对砂地幼龄果树生长发育的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1996, 14(1): 19-22.
- [5] 张富仓, 康绍忠. BP 保水剂及其对土壤与作物的效应[J]. 农业工程学报, 1999, 15(20): 74-78.
- [6] 俞满源, 黄占斌, 方锋. 保水剂、氮肥及其交互作用对马铃薯生长和产量的效应[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 21(3): 15-20.
- [7] 张国桢, 黄占斌, 方锋. 保水剂对土壤和猕猴桃产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 26-29.

(下转第 92 页)

3 小结与讨论

吡虫啉是烟碱类高效杀虫剂,具广谱、高效、低毒、低残留的特点,主要用于防治刺吸式口器害虫。在田间推荐使用剂量范围内,其对蝉拟青霉菌丝生长有一定的抑制作用,而亚致死剂量和次亚致死剂量范围内其与蝉拟青霉具有良好的相容性。在选用吡虫啉作为蝉拟青霉的增效剂时,采用亚致死剂量和次亚致死剂量的吡虫啉与菌混用具有增效作用,杀蚜虫致死中时提前,蚜虫死亡率增加。

在前期研究中发现,多数杀虫剂对蝉拟青霉具有较强的抑制作用,故只选择吡虫啉与蝉拟青霉进行相关试验。本研究仅做了室内试验,关于吡虫啉与蝉拟青霉混用的田间试验效果还有待进一步研究。今后在蝉拟青霉混合制剂的研究方面,还应进一步扩大化学药剂的筛选范围及考虑与其他杀虫微生物的协同作用。

参考文献:

- [1] 邓叔群. 中国的真菌[M]. 北京:科学出版社,1963:753.

(上接第 81 页)

- [8] 武继承,郑惠玲,史福刚,等. 不同水分条件下保水剂对小麦产量和水分利用的影响[J]. 华北农学报,2007,22(5):40-42.
- [9] 刘春生,杨吉华,马玉增,等. 抗旱保水剂在果园中的应用效应研究[J]. 水土保持学报,2003,17(2):134-136.
- [10] 黄占斌,朱书全,张铃春. 保水剂在农业改土节水中的效应研究[J]. 水土保持研究,2004,11(3):57-61.
- [11] 辛小桂,黄占斌,朱元骏,等. 水分胁迫条件下几种化学材料对玉米幼苗抗旱性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(1):54-57.
- [12] 华孟,苏宝林. 高吸水树脂在农业上的应用的基础研究[J]. 北京农业大学学报,1989,15(1):37-43.
- [13] Vestberg M, Saari K, Kukkonen S, et al. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil[J]. Mycorrhiza, 2005, 15(6):447-458.
- [14] 武继承,王生厚,袁中富. 黄泛砂区农业资源高效利用种植模式研究[J]. 河南农业科学,2000(12):18-22.
- [15] 史竹叶,赵世伟. 黄土高原土壤持水曲线的计算方法[J]. 西北农业学报,1999,8(6):44-47.
- [16] 张明炷,黎庆淮,石秀兰. 土壤学与农作学[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002:158.
- [17] 曹丽花,赵世伟,赵勇钢,等. 土壤结构改良剂对风砂土水稳性团聚体改良效果及机理的研究[J]. 水土保持

- [2] 陈祝安. 虫生真菌蝉拟青霉的研究[J]. 真菌学报,1991,10(4):280-287.
- [3] 丁珊,汤坚,王成树,等. 灭幼脉与白僵菌的相容性及增效作用的研究[J]. 安徽农业大学学报,1996,23(3):366-370.
- [4] 陈年春. 农药生物测定技术[M]. 北京:北京农业出版社,1991:95-129.
- [5] 李增智,杨震,汤坚. 12 种化学杀虫剂对 3 种虫生真菌孢子萌发影响的研究[J]. 安徽农业大学学报,1996,23(3):360-365.
- [6] 宋漳. 化学杀虫剂对绿僵菌的影响及菌药混用研究[J]. 福建林学院学报,2001,21(4):308-311.
- [7] 李伟,王秀芳,盛承发,等. 常用杀虫剂对块耳霉菌落生长和产孢的影响[J]. 植物保护学报,2003,30(1):75-79.
- [8] 丘光,顾正远,肖英芳. 吡虫啉对蚜虫的防效[J]. 农药,1995,34(8):33.
- [9] 白焕章,高子晋,李辉,等. 超高效杀虫剂吡虫啉介绍[J]. 石家庄化工,1994(4):1.
- [10] 刘漪,石德清. 吡虫啉的研究与进展[J]. 高等函授学报:自然科学版,2004,17(1):6.
- [11] 陈春年. 农药生物测定技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991:95-129.

- 持学报,2007,21(2):65-68.
- [18] 李道林,何传龙,闫晓明. 不同土壤调理剂在砂姜黑土上应用效果研究[J]. 土壤,2000(4):210-214.
- [19] 陈永兴. 免深耕土壤调理剂对土壤性状和芦柑产量品质的影响[J]. 福建果树,2006(2):11-12.
- [20] 陈之群,孙治强,张慧梅. 土壤调理剂对辣椒田土壤理化性质的影响[J]. 河南农业科学,2005(7):84-85.
- [21] 黄占斌,辛小桂,宁荣昌. 保水剂在农业生产中的应用与发展趋势[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):11-14.
- [22] B A 科夫达(苏). 土壤学原理(下)[M]. 北京:科学出版社,1981.
- [23] 黄震,黄占斌,李文颖,等. 不同保水剂对土壤水分和氮素保持的比较研究[J]. 中国生态农业学报,2010,18(2):245-249.
- [24] 杜社妮,白岗栓,赵世伟,等. 沃特和 PAM 保水剂对土壤水分及马铃薯生长的影响研究[J]. 农业工程学报,2007,23(8):72-79.
- [25] 张富仓,李继成,雷艳,等. 保水剂对土壤保水持肥特性的影响研究[J]. 应用基础与工程科学学报,2010,18(1):120-128.
- [26] 介晓磊,李有田,韩燕来,等. 保水剂对土壤持水特性的影响[J]. 河南农业大学学报,2000,34(1):22-24.
- [27] 党秀丽,张玉龙,黄毅. 保水剂对土壤持水性能影响的模拟研究[J]. 农业工程学报,2005,21(4):191-192.