

# 土壤调理剂与氮磷配施对花生产量和养分利用的影响

郑惠玲<sup>1</sup>, 武继承<sup>2,3</sup>, 韩伟锋<sup>2</sup>, 薛毅芳<sup>2</sup>

(1. 河南省土壤肥料站, 河南 郑州 450008; 2. 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;  
3. 农业部作物高效用水原阳科学观测实验站, 河南 原阳 453514)

**摘要:** 为探明土壤调理剂与氮磷结合对花生生长和产量的影响, 在延津县胙城乡东辛庄村砂质潮土试验示范基地开展了土壤调理剂(T, 0、30、60、90 kg/hm<sup>2</sup>)与氮(N, 0、90、180 kg/hm<sup>2</sup>)、磷(P, 0、90、135 kg/hm<sup>2</sup>)配施增产效应研究。结果表明, 土壤调理剂处理(除 T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>135</sub>外)秕果数减少; 花生产量分别较 CK(T<sub>0</sub>N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>)增加 10.74%~18.97%。在 N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>施肥水平时, 随土壤调理剂的增加产量增加, 增产幅度从 10.74%提高到 14.71%; 在 N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>施肥水平时, 调理剂在 60 kg/hm<sup>2</sup>水平时达到最佳, 增幅为 15.00%; 在 N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>配施水平时, 随土壤调理剂用量的增加, 花生增产幅度减小; 在 N<sub>180</sub>P<sub>135</sub>配施水平时, 花生增产幅度则出现了先降低再升高的过程, 即调理剂 90 kg/hm<sup>2</sup>水平时达到最佳, 增幅为 18.97%。净收益以 T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>和 T<sub>60</sub>N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>处理最好。同时, 土壤调理剂与氮磷配施可有效提高氮磷利用效率, 在 30、60、90 kg/hm<sup>2</sup>土壤调理剂用量时, 每千克 N 分别较不施土壤调理剂处理增产 5.57 kg、5.80 kg 和 5.81 kg, 每千克 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 较不施土壤调理剂处理增产 4.31 kg、4.26 kg 和 4.54 kg。氮肥增产效果以 T<sub>60</sub>N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>最佳, 每千克 N 较 CK 增产 8.96 kg, 磷肥则以 T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>最佳, 每千克 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 较 CK 增产 5.99 kg; 氮肥的增产效果优于磷肥。土壤耕层有机质含量较 CK 增加 0.10~0.24 g/kg, 有效磷增加 0.27~1.17 mg/kg, 水解氮提高 2.1~10.4 mg/kg。因此, 土壤调理剂与氮磷合理配施具有明显的增产效果, 促进水分和养分利用的提高。

**关键词:** 土壤调理剂; 花生; 产量; 砂土; 养分利用

**中图分类号:** S565.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2011)10-0072-04

## Effects of Combined Soil Conditioner, Nitrogen and Phosphorus on Yield of Peanut and Nutrient Utilization in Sandy Soil

ZHENG Hui ling<sup>1</sup>, WU Ji cheng<sup>2,3</sup>, HAN Wei feng<sup>2</sup>, XUE Yi fang<sup>2</sup>

(1. Henan Work Station of Soil & Fertilizer, Zhengzhou 450002, China; 2. Institute of Plant Nutrition & Resource Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;  
3. Yuanyang Scientific Observatory of Crops Using Water of Ministry of Agriculture, Yuanyang 453514, China)

**Abstract:** To determine the effect of soil conditioner combined with nitrogen and phosphorus on development and yield of peanut, soil conditioner(0, 30, 60, 90 kg/ha)and nitrogen(0, 90, 180kg/ha) and phosphorus(0, 90, 135 kg/ha) were applied in sandy soil at the experiment and demonstration field Yanjin county. The results showed the number of blighted peanuts decreased under soil conditioner treatments except T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>135</sub>, and the weight of peanut and nuts increased. The peanut yield increased by 10.74% to 18.97%. The production increased from 10.74% to 14.71% with the increase of soil conditioner under the condition of N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>. The production got to the high-

收稿日期: 2011-05-30

基金项目: 河南省重大社会公益性科研项目(081100911600); 河南省杰出青年基金项目(104100510024)

作者简介: 郑惠玲(1966), 女, 河南永城人, 高级农艺师, 主要从事土壤肥料等技术的研究与推广工作。

E-mail: w aterutilizaiton99@163.com

est at the volume of 60kg/ha soil conditioner under the application of  $N_{90}P_{135}$ , increased by 15.00%. However, the production rate decreased with the increase of soil conditioner under the application of  $N_{180}P_{90}$ . The peanut yield increase appeared to reduce and re-elevate under the application of  $N_{180}P_{135}$ , and the best one was at the volume of 90kg/ha soil conditioner, with the yield increasing by 18.97%. The best treatments for comprehensive benefits were  $T_{30}N_{180}P_{90}$  and  $T_{60}N_{90}P_{135}$ . At the same time, the efficiency of nitrogen and phosphorus use could be improved under combined application of soil conditioner and nitrogen phosphorus fertilizer. The production efficiency of nitrogen per kilogram was increased by 5.57kg, 5.80kg and 5.81kg when the volume of soil conditioner was 30, 60, 90kg/ha, respectively, with  $T_{60}N_{90}P_{135}$  the best one (increased by 8.96kg), and that of phosphorus was 4.31kg, 4.26kg and 4.54kg, respectively, with  $T_{30}N_{180}P_{90}$  the best one (increased by 5.99kg). The effect of nitrogen was better than that of phosphorus. The content of organic matter, available P and hydrolysable N were increased by 0.10–0.24mg/kg, 0.27–1.17mg/kg, 2.1–10.4mg/kg, respectively. Therefore, it had obvious production increase under the combination of soil conditioner and nitrogen phosphorus, and also helped to improve the efficiency of water and nutrient utilization.

**Key words:** Soil conditioner; Peanut; Yield; Sandy soil; Nutrient utilization

花生是砂质潮土中低产田区最重要的经济作物, 但平均产量一直在 3600~3900 kg/hm<sup>2</sup>, 其主要原因在于花生品种陈旧、更新慢, 花生配肥增产技术普及率不高, 机械化程度低, 管理粗放。形成了田块不高产, 种植户投入少, 单位效益低的恶性循环。土壤调理剂能够明显改变土壤结构, 减少蒸发, 保蓄水分, 有效提高降水利用效率<sup>[14]</sup>; 增加土壤微生物数量和活性, 提高酶的活性, 减少化肥用量<sup>[59]</sup>; 增加作物产量和提高作物质量<sup>[719]</sup>。其中土壤调理剂对花生的影响研究主要集中在花生生长发育与产量<sup>[1113]</sup>、生理特性<sup>[14]</sup>和抗旱性<sup>[1519]</sup>、土壤含水量<sup>[17]</sup>等方面, 而对于氮磷配施与土壤调理剂相结合对花生增产和肥料利用的研究相对较少。在河南省重大社会公益性科研项目的支持下, 开展了土壤调理剂与氮磷配施的增产效应研究, 为砂质潮土中低产田的改良和土壤调理剂的应用提供科技支撑。

## 1 材料和方法

试验设在河南省重大社会公益项目延津县胙城乡东辛庄村砂质潮土试验示范基地, 该地属暖温带大陆季风气候, 年平均气温 14℃, 年降水量 611.4mm, 6–9 月份降水占全年降水的 70%, 存在较严重的春旱、伏旱和秋旱; 土壤为砂质潮土, 土壤母质为河流冲积物, 该地区地势平坦, 海拔 65m, 耕层有机质 7.67g/kg、全 N 0.62g/kg、全 P 0.78g/kg、水解 N 27.94mg/kg、速效 P 22.32mg/kg、速效 K 53.5mg/kg。土壤容重 1.41g/cm<sup>3</sup>, 土壤机械组成为: 砂粒 (2~0.02mm) 占 85%, 粉粒 (0.02~0.002mm) 占 6.1%, 黏粒 (<0.002mm) 占 8.9%。

试验采用二因素随机区组设计, 二因素即土壤

调理剂与不同肥料配施, 土壤调理剂 (T) 设置 0、30、60、90 kg/hm<sup>2</sup>, 氮肥设置 0、90、180 kg/hm<sup>2</sup>, 磷肥设置 0、90、135 kg/hm<sup>2</sup>, 共 13 个处理: ① CK, 即  $T_0N_0P_0$ , ②  $T_{30}N_{90}P_{90}$ , ③  $T_{30}N_{90}P_{135}$ , ④  $T_{30}N_{180}P_{90}$ , ⑤  $T_{30}N_{180}P_{135}$ , ⑥  $T_{60}N_{90}P_{90}$ , ⑦  $T_{60}N_{90}P_{135}$ , ⑧  $T_{60}N_{180}P_{90}$ , ⑨  $T_{60}N_{180}P_{135}$ , ⑩  $T_{90}N_{90}P_{90}$ , ⑪  $T_{90}N_{90}P_{135}$ , ⑫  $T_{90}N_{180}P_{90}$ , ⑬  $T_{90}N_{180}P_{135}$ 。小区面积为 3m×4m=12m<sup>2</sup>, 重复 3 次, 随机排列。供试土壤调理剂由河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所研制, 主要成分有聚丙烯酸铵、稀土、有机物质、营养物质等; 花生品种为豫花 15 号, 播量为 240kg/hm<sup>2</sup>。试验用氮肥为尿素, 含纯 N 46%; 磷肥为过磷酸钙, 含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%, 磷肥全部底施, 于出苗后 30~40d 和盛花期分别追施氮肥 20% 和 30%, 统一管理。有机质和氮磷钾的分析方法分别为: 土壤有机质和全氮采用 CNS 元素分析法测定, 土壤速效氮为碱解蒸馏法测定, 土壤全磷采用酸溶–流动分析仪测定, 土壤速效磷采用 NaHCO<sub>3</sub> 浸提–流动分析仪测定, 土壤全钾采用酸消解–ICP 测定, 土壤速效钾采用乙酸铵提取–ICP 测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对花生生长的影响

从表 1 可以看出, 不同土壤调理剂用量与氮磷配施对花生生长性状的改善具有明显效果。与 CK 相比, 除处理 5 外, 施用土壤调理剂处理的秕果数减少; 花生果和花生果仁质量增加, 单穴花生果质量增加 16.22~43.12g, 花生果仁质量增加 11.24~30.04g, 均以处理 5 效果最好, 其次为处理 12; 花生双果数除处理 2 和处理 13 略有降低外, 每穴分别增加 0.8~8.0 个, 以处理 5 增加最多; 每穴花生单果数除处理 8、处理 9、处理 10 和

处理 13 外,分别减少 0.2~3.2 个,以处理 3 减少最多;花生果出仁率除处理 5 和处理 8 略有降低外,分别增加 0.31~1.89 个百分点,以处理 7 出仁率最高。花生株高没有明显的变化规律。

表 1 土壤调理剂与肥料配施对砂质潮土花生生长的影响

处理	株高/ cm	单果数/ (个/穴)	双果数/ (个/穴)	三果数/ (个/穴)	秕果数/ (个/穴)	果质量/ (g/穴)	仁质量/ (g/穴)	出仁率/ %	秸秆质 量/(g/穴)
CK	30.55	6.0	17.0	0	10.8	30.12	21.56	71.58	33.0
T <sub>30</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	28.44	5.2	16.8	0	9.6	45.50	32.80	72.09	31.0
T <sub>30</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	31.84	2.8	24.2	0	7.2	56.56	40.56	71.71	29.4
T <sub>30</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	33.89	4.0	20.0	0.2	3.8	53.54	39.24	73.29	32.0
T <sub>30</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	32.45	4.4	28.6	0	11.6	73.24	51.60	70.45	36.0
T <sub>60</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	31.19	4.8	24.0	0	4.6	46.34	33.70	72.72	33.0
T <sub>60</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	32.09	5.2	17.8	0.2	3.4	49.08	36.06	73.47	51.4
T <sub>60</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	26.50	6.6	23.0	0	7.2	58.48	41.38	70.76	38.4
T <sub>60</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	29.95	8.4	20.8	0.2	5.6	51.62	37.48	72.61	31.4
T <sub>90</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	29.94	6.8	24.2	0	4.6	57.74	41.88	72.53	33.6
T <sub>90</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	31.87	5.8	20.2	0	4.6	53.22	38.26	71.89	30.0
T <sub>90</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	29.60	5.6	27.0	0	6.8	59.56	43.08	72.33	30.6
T <sub>90</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	30.43	7.2	15.6	0	7.6	47.42	34.48	72.71	31.0

2.2 不同处理对花生产量的影响

从表 2 可以看出,施用土壤调理剂处理较 CK 分别增产 10.74%~18.97%。但在不同氮磷配施时表现出不同的增产效果。其中在 N<sub>90</sub>P<sub>90</sub> 施肥水平时,随土壤调理剂的增加产量增加,增产幅度从 10.74% 提高到 14.71%;在 N<sub>90</sub>P<sub>135</sub> 施肥水平时,调理剂 60kg/hm<sup>2</sup> 水平时达到最佳,增幅为 15.00%;在 N<sub>180</sub>P<sub>90</sub> 配施水平时,随土壤调理剂用量的增加,花生增产幅度减小;在 N<sub>180</sub>P<sub>135</sub> 配施水平时,花生增产幅度则出现了降低再升高的过程,即调理剂 90kg/hm<sup>2</sup> 水平时达到最佳,增幅为 18.97%。在相同土壤调理剂用量和氮用量水平下,磷肥的增产效应相对较为复杂。在低氮水平时,土壤调理剂 30~60kg/hm<sup>2</sup> 增产显著,其增产幅度分别由 10.74% 提高到 14.56% 和由 13.68% 提高到 15.00%,高土壤调理剂用量则减产。在高氮水平时则正好相反,只有在调理剂 90kg/hm<sup>2</sup> 表现为增产,其增产幅度分别由 14.41% 提高到 18.97%,其他则表现为减产。因此,土壤调理剂与氮磷配施具有明显的增产效果。

表 2 土壤调理剂与肥料配施对砂质潮土花生的增产效应

处理	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	比 CK ±1%	净收益/ (元/hm <sup>2</sup> )	比 CK ±1%
CK	3 305.6		18 929.0	
T <sub>30</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	3 660.5	10.74	19 962.8	10.94
T <sub>30</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	3 786.8	14.56	20 463.6	16.23
T <sub>30</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	3 845.1	16.32	21 074.3	22.68
T <sub>30</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	3 808.2	15.21	19 880.0	10.06
T <sub>60</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	3 757.7	13.68	20 112.8	12.52
T <sub>60</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	3 801.5	15.00	20 483.1	16.43
T <sub>60</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	3 786.8	14.56	19 365.5	4.62
T <sub>60</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	3 709.1	12.21	19 362.0	4.59
T <sub>90</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	3 791.7	14.71	19 653.2	7.66
T <sub>90</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	3 684.8	11.47	18 731.4	-2.08
T <sub>90</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	3 782.0	14.41	19 213.4	3.02
T <sub>90</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	3 932.7	18.97	20 092.7	12.31

2.3 不同处理对花生净收益的影响

综合考虑土壤调理剂、氮磷肥料的投入成本和产品的实际价格,分析不同肥料和土壤调理剂配施对花生净收益的影响,结果表明,土壤调理剂为低用量时花生的净收益较高,其中 T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>90</sub> 是所有处理中效益最好的处理,比 CK 提高 22.68%(表 2)。土壤调理剂为中用量时,花生净收益也处于中等水平,其中以 T<sub>60</sub>N<sub>90</sub>P<sub>135</sub> 处理的净收益最高,较 CK 提高 16.43%,在所有处理中净收益处于第 2 位;土壤调理剂为高用量时净收益较差,其中 T<sub>90</sub>N<sub>90</sub>P<sub>135</sub> 处理净收益比 CK 还低,只有 T<sub>90</sub>N<sub>180</sub>P<sub>135</sub> 处理净收益较好。

2.4 不同处理对土壤耕层养分和肥料利用的影响

从表 3 可以看出,土壤调理剂与氮磷配施,土壤耕层有机质含量较 CK 增加 0.10~0.24g/kg,土壤耕层速效磷增加 0.27~1.17mg/kg,水解氮提高 2.1~10.4mg/kg,速效钾则呈现整体的下降趋势,因作物产量水平不同,处理间降幅略有差异。因此,花生施肥应根据土壤肥力状况,实施平衡施肥技术,以满足砂质潮土土壤培肥和作物高产的需要。

进一步分析氮磷利用表明,不同的土壤调理剂与氮磷配施对花生产量的贡献呈现不同的递增趋势。在 30、60、90kg/hm<sup>2</sup> 土壤调理剂与氮磷配施时,每千克 N 较 CK 平均增产 5.57kg、5.80kg 和 5.81kg,每千克 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 较 CK 平均增产 4.31kg、4.26kg 和 4.54kg。相同土壤调理剂用量处理,中低用量时低氮水平增产效果随磷肥用量增加而增加,高氮水平增产效果随磷肥用量增加而降低,土壤调理剂高用量时则呈相反的变化趋势;磷肥的增产效果表现出基本相同的变化趋势,即中低用量时低磷水平增产效果随氮肥用量增加而增加,高用量时

则呈相反的变化趋势; 高磷水平增产效果随氮肥用量则表现出了增加、降低和再增加的变化趋势。氮肥增产效果以 T<sub>60</sub>N<sub>90</sub>P<sub>135</sub> 最佳, 每千克 N 较 CK 增产 8.96 kg, 其次为 T<sub>90</sub>N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>, 每千克 N 较 CK 增产

8.78 kg; 磷肥则以 T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>90</sub> 最佳, 每千克 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 较 CK 增产 5.99 kg, 其次为 T<sub>90</sub>N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>, 每千克 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 较 CK 增产 5.40 kg; 氮肥的增产效果优于磷肥, 这主要与砂质潮土养分缺乏直接相关。

表 3 土壤调理剂与肥料配施对肥料利用的影响

处理	有机质 / (g/kg)	速效 P / (mg/kg)	水解 N / (mg/kg)	速效 K / (mg/kg)	总投 N / kg	总利用 N /kg	总投 P / kg	总利用 P / kg	N 利用率 / (kg/kg)	P 利用率 / (kg/kg)
CK	7.14	5.41	52.0	56.3						
T <sub>30</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	7.25	5.69	62.4	52.6	12.71	9.85	12.05	7.36	6.41	3.94
T <sub>30</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	7.29	6.32	61.8	50.6	12.71	10.27	15.05	6.87	8.69	3.56
T <sub>30</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	7.25	6.05	57.7	54.8	18.71	11.16	12.05	7.26	3.71	5.99
T <sub>30</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	7.29	6.58	55.3	53.1	18.71	10.50	15.05	7.54	3.46	3.72
T <sub>60</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	7.31	6.41	55.9	53.3	12.71	11.21	12.05	7.47	8.17	5.02
T <sub>60</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	7.33	6.95	56.7	48.4	12.71	11.71	15.05	9.98	8.96	3.67
T <sub>60</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	7.27	6.42	58.2	47.8	18.71	10.83	12.05	8.36	3.31	5.35
T <sub>60</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	7.33	6.75	55.9	52.0	18.71	11.18	15.05	6.12	2.78	2.99
T <sub>90</sub> N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	7.26	6.23	54.1	49.3	12.71	11.90	12.05	6.57	8.78	5.40
T <sub>90</sub> N <sub>90</sub> P <sub>135</sub>	7.24	6.47	56.0	54.2	12.71	11.57	15.05	6.39	6.85	2.81
T <sub>90</sub> N <sub>180</sub> P <sub>90</sub>	7.38	6.39	62.4	53.8	18.71	12.56	12.05	7.21	3.28	5.29
T <sub>90</sub> N <sub>180</sub> P <sub>135</sub>	7.38	6.32	61.8	52.0	18.71	14.52	15.05	7.26	4.31	4.65

3 结论

1) 土壤调理剂与氮磷配施对花生生长发育性状具有积极影响, 施用土壤调理剂可以减少秕果数, 增加花生果和果仁质量。

2) 土壤调理剂与氮磷配施促使花生增产 10.74%~18.97%。在 N<sub>90</sub>P<sub>90</sub> 施肥水平时, 随土壤调理剂的增加花生产量增加。在低氮水平下, 土壤调理剂为 30~60 kg/hm<sup>2</sup> 时增产显著, 高土壤调理剂用量则减产; 在高氮水平时则正好相反。花生净收益以 T<sub>30</sub>N<sub>180</sub>P<sub>90</sub> 处理最好, 比对照提高 22.68%。

3) 土壤调理剂与氮磷配施可有效地提高土壤耕层的有机质、氮、磷养分含量和氮磷利用效率。

因此, 花生施肥应根据土壤肥力状况, 建议实施平衡施肥, 促进土壤培肥和作物增产的有机结合。

参考文献:

[ 1 ] 吴淑芳, 吴普特, 冯浩. 高分子聚合物对土壤物理性质的影响研究[ J ]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 42-45.  
[ 2 ] 武继承, 王志和, 徐建新. 河南省旱作节水农业建设的技术途径[ M ]. 郑州: 黄河水利出版社, 2006  
[ 3 ] 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.  
[ 4 ] 武继承, 王志和, 何方, 等. 不同技术措施对降水利用和土壤养分的影响[ J ]. 华北农学报, 2005, 20(6): 73-76.  
[ 5 ] 任岩岩, 武继承. 保水剂对土壤性质及土壤微生物的影

响研究进展[ J ]. 河南农业科学, 2009(4): 13-15.  
[ 6 ] 周岩, 武继承. 土壤改良剂的研究现状、问题与展望[ J ]. 河南农业科学, 2010(8): 152-155.  
[ 7 ] 武继承, 杨永辉, 郑惠玲, 等. 不同水分条件对小麦-玉米两熟制作物生长和水分利用的影响[ J ]. 华北农学报, 2010, 25(1): 126-130.  
[ 8 ] 武继承, 管秀娟, 杨永辉. 地面覆盖和保水剂对冬小麦生长和水分利用的影响[ J ]. 应用生态学报, 2011, 22(1): 86-92.  
[ 9 ] 武继承. 农艺节水技术研究与应用[ M ]. 郑州: 黄河水利出版社, 2008.  
[ 10 ] 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性的影响[ J ]. 中国水土保持学报, 2010, 8(5): 36-41.  
[ 11 ] 王改云, 杨红丽. SA 型抗旱保水剂在花生生产中的施用效果[ J ]. 花生学报, 2003, 32(B11): 494-493.  
[ 12 ] 孙荣. 颗粒保水剂在花生生产上的应用研究[ J ]. 花生科技, 1995(2): 24-23.  
[ 13 ] 高会东, 杜彩云, 梁伟玲. 保水剂对夏花生种子萌发和植株生长的影响[ J ]. 河南农业科学, 2006(10): 36-37.  
[ 14 ] 赵敏, 高会东. 水剂对花生生理特性及产量构成因素的影响[ J ]. 吉林农业科学, 2002, 27(6): 15-18.  
[ 15 ] 张志光, 张洪新. 保水剂在春花生抗旱栽培中的应用[ J ]. 山东气象, 1997, 17(3): 39-41.  
[ 16 ] 魏新田, 卢成合. 保水剂在旱区花生等作物上的应用效果[ J ]. 河南农业科学, 2000(7): 13-13.  
[ 17 ] 郑惠玲, 薛毅芳, 管秀娟, 等. 施用不同保水剂对土壤水分变化的影响[ J ]. 河南农业科学, 2006(7): 73-77.