

氮肥对保水剂吸水保肥性能的影响

苟春林^{1,2}, 杜建军^{3,2}, 曲 东¹, 崔英德⁴, 毋永龙^{1,2}

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 仲恺农业技术学院植物营养与新型肥料研究室, 广东 广州 510225;
3. 广东工业大学机电工程学院, 广东 广州 510090; 4. 仲恺农业技术学院化学与化工系, 广东 广州 510225)

摘 要: 测定保水剂在不同氮肥(尿素、碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵、氯化铵)溶液中的吸水倍率和对肥料养分的吸持量, 分析不同氮肥对保水剂吸水、保肥性能的影响。结果表明: 保水剂在各种氮肥溶液中吸水倍率显著下降, 并随肥料浓度的增加下降幅度增加; 受影响程度聚丙烯酸钠盐型保水剂大于聚丙烯酰胺-丙烯酸盐型保水剂; 不同氮肥对保水剂吸水倍率的影响按尿素、碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵、氯化铵顺序递增。保水剂在大量吸水的同时, 也对溶液中的肥料分子或者离子有吸持作用, 吸持量均随肥料浓度的增加而增加; 保水剂和肥料品种不同, 吸持量也不同; 除尿素外, 保水剂对肥料的吸持率随肥料浓度的增加而降低, 最高浓度下, 吸持率按硝酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、尿素次序依次增大。

关键词: 氮肥; 保水剂; 吸水倍率; 肥料吸持

中图分类号: S143, TQ44 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)06-0078-07

保水剂(Water Retaining Agent, WRA)是近 20 年来发展起来的具有超强吸水能力的高分子材料, 它能吸收是自身重量几百倍甚至上千倍的水分。由于分子结构交联, 分子网络所吸水分不能用一般物理方法挤出, 故具有很强的保水性。作为一类新型功能性材料, 广泛应于农业、医疗、卫生、土建和食品行业。农用保水剂以其高度溶胀能力和对土壤结构的改良和对水肥的保持作用, 在国内外逐渐得到广泛应用^[1,2]。

现代高分子化学研究认为, 保水剂大多是高分子电解质, 其溶胀力和吸水倍率受溶液中盐类的影响。当聚合物在浓盐溶液(如给聚合物加载养分)中水合时, 与它们在无盐溶液中的水合相比, 其膨胀能力降低^[3]。虽然保水剂施用于土壤, 土壤溶液中盐分对保水剂溶胀力和吸水倍率的影响有别于单一的纯盐溶液, 但这种影响依然存在, 只是程度不同而已。

尽管保水剂在盐溶液中吸水能力降低, 但保水剂在大量吸水的同时, 由于具有高分子网状结构, 具有大量亲水性基团, 进入网状结构内部的分子或离子可以以交换吸附、电荷激活、配位、氢键和聚合物大分子“包裹”等形式而吸持下来, 在凝胶性能和外界条件变化时又能缓慢地释放出来。如果这种盐分是营养性盐分, 这种吸持作用就会对土壤或肥料养分起到一定的缓释作用^[4~6]。

目前, 有关对保水剂吸水能力影响的研究多集中于去离子水、生理盐水、尿液等方面, 而对于不同浓度的盐类对保水剂吸水能力的影响研究较少^[1,7~10]。而在节水农业方面, 如何根据土壤、肥料特性, 选择适宜的保水剂和肥料种类, 减少盐分(肥料)对保水剂的影响更是鲜见报道。本文主要研究常见的氮肥品种对保水剂吸水、保肥性能的影响, 旨在为保水剂正确使用和进一步开发高吸水、高保水、耐盐性强、缓释好、长寿命、低成本的新型保水剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试保水剂的性质见表 1, 供试氮肥为尿素、碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵、氯化铵, 均为分析纯试剂。

1.2 测定方法

1.2.1 保水剂吸水倍率测定 吸水倍率测定采用茶袋法: 称取保水剂 0.2000 g, 放入约 12 cm × 15 cm 的 200 目的已知质量的尼龙袋中, 用封口机把袋口封住, 25℃ 下, 放入 200 mL 去离子水中静置 12 h。让保水剂充分吸水后吊起尼龙袋 30 min, 沥尽水分, 称重, 并收集滤液, 计算吸水倍率。

1.2.2 肥料对保水剂吸水倍率的影响及肥料吸持量测定 在预备试验中, 25℃ 条件下, 3 种保水剂 PRKM、DM、KH 在尿素浓度已经达到 60%(M/V,

下同)时依然保持着比较高的吸水倍率,而尿素在此温度下已很难继续溶解,故尿素与保水剂作用的浓度设置为 0、10%、20%、30%、40%、50%、60%。3 种保水剂 PRKM、DM、KH 在碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵和氯化铵溶液浓度为 10%、15%、20%时的吸水倍率几乎无差别,所以这 4 种肥料与保水剂作用的最大浓度设置为 10%,浓度梯度分别为 0、0.2%、

0.4%、0.8%、1.6%、3.2%、6.4%和 10%。以同体积的一定浓度系列的氮肥溶液代替去离子水按 1.2.1介绍方法在同样条件下进行测定,收集滤液,计算保水剂在不同氮肥溶液中的吸水倍率,以保水剂在去离子水中的吸水倍率为 100%,计算相对吸水倍率,并测定滤液中的氮含量,用差减法计算保水剂对氮肥的吸持量。滤液中的氮用蒸馏法测定^[11]。

表 1 供试保水剂的性质
Table 1 Properties of the WRAs tested

保水剂代码 Codes of the WRAs	产品类型 Types of the products	吸水倍率 Water absorbent rate (g/g)	粒径 Grain size (mm)	含水率 Water content (%)	酸碱性 Acidity	生产商 Manufacturer
PRKM	聚丙烯酰胺—丙烯酸盐型 Polyacrylic salt—polyacry lamide	290	0.23~0.40	≤9	中性 Neutral	北京汉力葆科贸中心 HanlibaoTrade Center Beijing
DM	聚丙烯酰胺—丙烯酸盐型 Polyacrylic salt—polyacry lamide	230	0.23~0.40	≤9	中性 Neutral	珠海得米化工有限公司 The Demi Chemical Co.,Ltd Zhuhai
KH	聚丙烯酸钠盐型 Polyacrylic salt	270	0.23~0.40	≤9	中性 Neutral	河北保定科瀚树脂有限公司 The Kehan Resin Co.,Ltd Baoding Hebei

表 2 不同尿素浓度(0~60%)保水剂吸水倍率及其养分吸持
Table 2 Effects of urea on water absorbent rate of WRA and it's adsorption and fixation

保水剂代码 Codes of the WRAs	项 目 Items	0	10%	20%	30%	40%	50%	60%
PRKM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	93.74 _a	82.97 _a	79.08 _a	73.22 _b	49.29 _b	48.83 _b
	吸持 N 量(g/g) N adsorbed and fixed	0	13.93	30.01	46.05	66.65	80.05	113.36
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	32.52	35.14	35.55	37.24	38.86	44.80
DM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	79.63 _c	67.87 _c	67.20 _b	65.96 _c	57.67 _a	53.09 _a
	吸持 N 量(g/g) N adsorbed and fixed	0	12.85	20.48	38.59	55.50	113.84	120.96
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	23.93	29.74	30.09	32.34	47.07	52.95
KH	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	84.67 _b	77.45 _b	79.01 _a	76.82 _a	56.53 _a	53.54 _a
	吸持 N 量(g/g) N adsorbed and fixed	0	12.23	27.76	52.71	67.59	76.60	106.25
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	28.59	32.43	35.64	39.39	40.68	41.35

注:表中同列数据中具有相同字母者表示经 ANOVA 法检验差异不显著($p=0.05$),下同。
Note: Data in the same column of the table with different letter means significant at 5% lever. Same as follows.

2 结果与分析

2.1 尿素对保水剂吸水、保肥性能的影响

从表 2 看出,尿素使 3 种保水剂的吸水倍率显著降低。随着尿素浓度的逐渐增大,3 种保水剂在

溶液中的相对吸水倍率随之降低,但在不同浓度下保水剂的相对吸水倍率差异并不一致。总的看来,相对吸水倍率与尿素浓度之间呈显著的负相关关系。它们之间的相关关系可用直线方程表示如下(y 代表相对吸水倍率, x 代表肥料浓度,下同):

PRKM $y=-9.006x+111.33 \quad r=0.9718^{**}$
DM $y=-6.663x+96.854 \quad r=0.9230^{**}$
KH $y=-7.0107x+103.47 \quad r=0.9440^{**}$

方程中的直线斜率大小表示了保水剂相对吸水倍率对尿素浓度影响的敏感程度,直线斜率越小,表示保水剂相对吸水倍率对肥料浓度越敏感,肥料对保水剂吸水倍率影响较大。直线斜率大小也表示了尿素浓度增加单位量时,保水剂相对吸水倍率的下降值。在尿素浓度为 0~60% 的范围内,尿素浓度每增加 10%,对应于 PRKM、DM 和 KH 的相对吸水倍率分别下降 9.01%、6.66%和 7.01%,可见尿素对 3 种保水剂的影响程度按 PRKM、KH、DM 次序依次降低,它们之间有显著差异。至尿素浓度为 60%(饱和溶液)时,PRKM、DM 和 KH 的相对吸水倍率分别为 48.83%、53.09%和 53.54%,相对于在去离子水中的吸水倍率分别下降 51.17%、49.91%和 46.46%。

虽然保水剂的相对吸水倍率随尿素浓度的增加而显著降低,但由于尿素浓度是逐渐增大的,保水剂对氮的吸持量和吸持率也随尿素浓度的增加而增加。其中保水剂 DM 在尿素浓度为 60%(饱和溶液)时,吸持氮量高达 120.96 g/g,氮素吸持率高达 52.95%,与尿素浓度为 10%时比较,吸持氮量和氮素吸持率增幅分别达到 841%和 121%;其次是 KH,尿素浓度从 10%增加到 60%时,吸持氮量和氮

素吸持率增幅分别为 769%和 45%;相同条件下比较,PRKM 吸持氮量和氮素吸持率增幅分别只有 714%和 38%。

2.2 碳酸氢铵、硫酸铵、氯化铵对保水剂吸水、保肥性能的影响

PRKM、DM、KH 在碳酸氢铵、硫酸铵、氯化铵溶液中的相对吸水倍率以及对氮的吸持见表 3、表 4 和表 5。可以看出这 3 种肥料对 3 种保水剂相对吸水倍率的影响远远超过尿素的影响。在肥料浓度仅为 0.2%时,就使 3 种保水剂的相对吸水倍率大幅度下降到 26.98%~40.77%,之后,随着肥料浓度的增加,相对吸水倍率逐渐降低。在肥料浓度为 10%时,3 种保水剂的相对吸水倍率下降到 10%左右。相对吸水倍率与肥料溶液浓度之间的相关关系可用幂函数表示如下:

PRKM 碳酸氢铵: $y=94.323x^{-1.1119} \quad R^2=0.9834$
硫酸铵: $y=79.308x^{-1.0153} \quad R^2=0.9592$
氯化铵: $y=74.387x^{-1.0465} \quad R^2=0.9392$
DM 碳酸氢铵: $y=94.006x^{-1.0064} \quad R^2=0.9902$
硫酸铵: $y=81.15x^{-0.9357} \quad R^2=0.9615$
氯化铵: $y=76.071x^{-1.0066} \quad R^2=0.9443$
KH 碳酸氢铵: $y=91.481x^{-0.9821} \quad R^2=0.9873$
硫酸铵: $y=82.584x^{-1.0494} \quad R^2=0.9716$
氯化铵: $y=89.411x^{-1.2534} \quad R^2=0.9521$

表 3 不同碳酸氢铵浓度(0~10.0%)保水剂吸水倍率及其养分吸持

Table 3 Effects of ammonium bicarbonate on water absorbent rate of WRA and it's adsorption and fixation

保水剂代码 Codes of the WRAs	项 目 Items	0	0.2%	0.4%	0.8%	1.6%	3.2%	6.4%	10.0%
PRKM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	37.15 _c	27.23 _b	21.38 _b	18.56 _b	13.30 _b	10.53 _b	8.44 _b
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	52.95	129.12	181.93	363.50	620.95	740.55	840.20
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	23.56	20.15	14.60	13.80	11.26	6.82	5.49
DM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	40.77 _a	30.55 _a	24.92 _a	19.68 _a	16.09 _a	12.92 _a	11.13 _a
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	69.30	132.30	181.90	371.95	476.00	695.95	841.75
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	21.63	20.65	14.60	14.12	8.63	6.41	5.50
KH	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	39.77 _b	29.46 _a	25.17 _a	19.66 _a	16.32 _a	13.46 _a	11.55 _a
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	73.10	132.90	204.25	384.10	547.15	772.20	994.80
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	22.81	20.74	16.40	14.58	9.92	7.11	6.50

表 4 不同硫酸铵浓度(0~10%)保水剂吸水倍率及其养分吸持

Table 4 Effects of ammonium sulfate on water absorbent rate of WRA and it 's adsorption and fixation

保水剂代码 Codes of the WRAs	项 目 Items	0	0.2%	0.4%	0.8%	1.6%	3.2%	6.4%	10.0%
PRKM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	30.06 _c	23.02 _b	18.89 _b	15.56 _b	13.68 _b	11.40 _b	10.40 _b
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	78.65	139.05	210.60	280.85	376.85	795.80	2025.65
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	18.42	16.28	12.33	7.50	5.60	5.95	9.42
DM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	34.04 _a	26.57 _a	20.75 _a	17.53 _a	15.78 _a	13.66 _a	13.01 _a
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	71.10	95.60	194.10	214.25	388.00	590.90	2012.80
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	16.64	11.19	11.36	6.40	5.77	4.42	9.36
KH	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	31.08 _b	24.06 _b	19.47 _b	15.66 _b	12.87 _c	10.87 _b	9.96 _b
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	107.15	146.85	147.30	186.75	277.50	461.20	1026.95
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	25.09	17.19	8.62	5.58	4.13	3.45	4.78

表 5 不同氯化铵浓度(0~10.0%)保水剂吸水倍率及其养分吸持

Table 5 Effects of ammonium chloride on water absorbent rate of WRA and it 's adsorption and fixation

保水剂代码 Codes of the WRAs	项 目 Items	0	0.2%	0.4%	0.8%	1.6%	3.2%	6.4%	10.0%
PRKM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	26.98 _b	19.41 _b	16.69 _b	13.16 _b	11.74 _b	11.23 _a	9.36 _b
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	49.60	91.15	163.40	293.65	693.80	1313.55	2311.95
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	9.95	9.15	8.05	7.37	8.25	7.99	8.97
DM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	28.68 _a	21.25 _a	17.93 _a	15.28 _a	12.46 _a	11.69 _a	10.66 _a
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	56.00	81.40	103.80	185.55	556.90	955.25	2483.65
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	11.24	8.17	5.12	4.65	6.63	5.81	9.64
KH	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	27.33 _b	21.83 _a	17.90 _a	15.00 _a	11.45 _c	6.96 _b	5.40 _c
	吸持 N 量(mg/g) N adsorbed and fixed	0	47.35	78.05	168.45	259.00	498.25	516.25	784.60
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	9.50	8.30	7.83	6.50	5.93	3.14	3.04

指数的大小表示了保水剂相对吸水倍率对肥料浓度影响的敏感程度。指数越小,表示保水剂相对吸水倍率对肥料浓度越敏感,肥料对保水剂吸水倍率影响较大。3 种肥料对 3 种保水剂相对吸水倍率的影响均达到极显著水平。虽然不同浓度下 3 种保

水剂的相对吸水倍率差异并不一致,但总体来看,3 种肥料对保水剂吸水倍率影响顺序是一致的:最大的是氯化铵,其次是硫酸铵,影响最小的是碳酸氢铵。3 种肥料对 3 种保水剂的影响程度也是按 PRKM、KH、DM 次序依次降低。

3 种保水剂在 3 种肥料溶液中对氮的吸持量随肥料溶液浓度的增大而增大,但由于受吸水倍率猛烈降低的影响,肥料吸持量远低于尿素处理。PRKM、DM、KH 在碳酸氢铵溶液中对氮的吸持量,分别从 0.2%溶液中的 52.95、69.30 和 73.10 mg/g 增加到 10%溶液中的 840.20、841.75 和 994.80 mg/g,增幅分别达到 1487%、1115%和 1261%。但是由于碳酸氢铵溶液浓度也是逐渐增大的,保水剂对氮的吸持量在增加的同时,吸持率却是逐渐在下降;3 种保水剂在碳酸氢铵浓度为 10%时,对氮的吸持率均下降到 6%左右,和在 0.2%的溶液中的吸持率比较,分别下降了 77%、75%和 72%。3 种保水剂在硫酸铵、氯化铵溶液种对氮素的吸持规律与在碳酸氢铵溶液中情况类似,只是差异程度不同而已(表 4、表 5)。3 种肥料,由于含氮量差异较大,即使在加入保水剂前肥料溶液浓度相同,但溶液中的全氮数量差异较大,所以用吸持率比较不同保水剂对氮素吸持差异更客观些。比较最大浓度下的吸持率可见,3 种保水剂对肥料氮的吸持率按 KH、PRKM、DM 依次增大;3 种肥料比较,吸持率按碳酸氢铵、

氯化铵、硫酸铵次序依次增大。

2.3 硝酸铵对保水剂吸水、保肥性能的影响

试验所用的 3 种保水剂均为阴离子型保水剂,对阳离子的吸持是主要的。硝酸铵肥料中兼有 NH_4^+ 和 NO_3^- ,它对保水剂吸水倍率的影响及其养分吸持作用如何呢?表 6 的结果表明,3 种保水剂吸水倍率在硝酸铵中的变化规律同在碳酸氢铵、硫酸铵、氯化铵类似,相对吸水倍率与肥料溶液浓度之间的关系可用幂函数表示如下:

PRKM

$y=84.67x^{-1.0258}$

$R^2=0.9781$

DM

$y=85.918x^{-0.9979}$

$R^2=0.9791$

KH

$y=86.282x^{-1.0498}$

$R^2=0.9774$

硝酸铵对 3 种保水剂吸水倍率影响均达到极显著水平,影响最大的是 KH,其次是 PRKM,最小的是 DM。分析滤液中 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 含量发现,保水剂对硝酸铵肥料氮的吸持,以 NH_4^+-N 为主,占到总吸持量的 90%以上,不论 NH_4^+-N 还是 NO_3^--N ,吸持量均随肥料浓度的增加而增加。硝酸铵最大浓度下,保水剂对肥料氮的吸持率仍按 KH、PRKM、DM 依次增大。

表 6 不同硝酸铵浓度(0~10.0%)保水剂吸水倍率及其养分吸持

Table 6 Effects of ammonium nitrate on water absorbent rate of WRA and it's adsorption and fixation

保水剂代码 Codes of the WRAs	项 目 Items	0	0.2%	0.4%	0.8%	1.6%	3.2%	6.4%	10.0%
PRKM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	34.10 _b	25.36 _c	19.85 _b	16.72 _a	13.56 _a	12.44 _a	10.29 _b
	吸持 NH_4^+ 量(mg/g) NH_4^+ adsorbed and fixed	0	241.72	297.48	350.60	528.50	644.55	851.00	1154.00
	吸持 NO_3^- 量(mg/g) NO_3^- adsorbed and fixed	0	28.28	42.62	33.80	21.80	53.85	43.80	135.80
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	42.22	30.00	13.27	10.31	6.54	4.16	3.83
DM	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	36.19 _a	27.22 _a	21.32 _a	16.47 _a	14.72 _a	12.14 _a	12.18 _a
	吸持 NH_4^+ 量(mg/g) NH_4^+ adsorbed and fixed	0	301.76	306.15	336.18	480.70	543.60	899.10	1415.50
	吸持 NO_3^- 量(mg/g) NO_3^- adsorbed and fixed	0	21.64	23.44	25.15	38.71	70.49	72.93	77.17
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	51.02	25.72	13.96	9.73	5.75	4.52	4.43
KH	相对吸水倍率(%) Relative water absorbent rate	100	33.03 _c	26.27 _b	20.83 _a	16.65 _a	13.79 _a	10.58 _b	10.23 _b
	吸持 NH_4^+ 量(mg/g) NH_4^+ adsorbed and fixed	0	186.15	241.85	244.65	351.20	521.20	659.90	728.50
	吸持 NO_3^- 量(mg/g) NO_3^- adsorbed and fixed	0	13.52	13.85	24.19	31.79	31.67	32.63	37.80
	吸持率(%) Rate of N adsorbed and fixed	0	31.17	19.96	10.49	7.17	5.18	3.22	2.28

3 讨 论

根据保水剂的吸水机理,离子型保水剂与水接触后,由于离子型亲水基团的电离,造成树脂结构内外产生渗透压,是保水剂吸水的动力之一。当水溶液中有电解质盐类存在时,就会使树脂内部的渗透压降低,结果保水剂吸水能力降低。对于影响保水剂吸液倍数的各种因素,目前仍没有比较理想的理论模型来描述,大多采用 Flory—Huggins 的吸水理论模型:

$$Q^{5/3} = [(\frac{i}{2V_uS^{1/2}})^2 + \frac{\frac{1}{2} - x_1}{V_1}] \times \frac{1}{V_e/V_0}$$

式中: Q 为吸水倍数; V_e/V_0 为聚合物的交联密度; $(1/2 - X_1)/V_1$ 为聚合物对水的亲和力; i/V_u 为聚合物中固定电荷的密度; S 为外部电解质溶液的离子强度。

式中第一项表示渗透压,第二项表示与水的亲和力,这两项之和决定吸水能力。聚合物交联密度增加,吸水能力降低,反之则增强。当交联密度很小时,聚合物凝胶从外观上趋向于聚合物溶液,若强度太低,则失去凝胶的特性。离子型高吸水性材料的第一项较大,一般具有较大的吸水倍数;非离子型聚合物第一项为零,吸水倍数较小,受外部电解质浓度的影响也较小。因此,高吸水性材料保水剂的吸水倍数主要受两方面的影响,聚合物自身的结构和外部电解质溶液的离子强度。

聚合物的结构包括聚合物主链上亲水基团的结构和交联密度,聚合物亲水基团的多少、聚合度的大小以及主链结构的软硬程度也会有一定的影响。亲水基团多样化时提高耐盐性的主要途径,使聚合物不仅具有羧基、磺酸基、磷酸基等离子性亲水基团,还具有羟基、酰胺基等非离子性亲水基团,利用各种基团之间的协同效应可提高高吸水性材料的耐盐性。

外部电解质的种类和浓度都会影响聚合物的吸水性。显然,高价离子对溶液总离子强度的贡献大于低价离子,同价态离子对溶液离子强度的影响程度相近。离子的其它性质也会影响高吸水性材料的吸水性,如形成络合物。

聚丙烯酸盐型保水剂属离子型保水剂,吸水保水性能好,溶胀速度快,但耐盐性、稳定性较差,寿命短。人们为了提高聚丙烯酸盐型保水剂的耐盐性、稳定性,常向其离子型聚合单体丙烯酸中加入一定

比例的非离子型聚合单体丙烯酰胺等,制造聚丙烯酰胺—丙烯酸盐型保水剂,利用非离子型单体对电解质相对不敏感性和不同亲水性基团之间的协同作用来提高保水剂的耐盐性、稳定性。

本研究所选用的 3 种保水剂产品,虽然它们在肥料溶液中的吸水倍率都随肥料溶液浓度的增大而降低,但聚丙烯酰胺—丙烯酸盐型保水剂 DM 和 PRKM 的降低幅度明显小于聚丙烯酸盐型保水剂 KH。不同肥料溶于水后,由于电解质性质不同,对保水剂吸水能力的影响也不同。尿素是中性分子,在水中不被离解成离子,还是以分子形式存在,对保水剂吸水能力影响较小,吸水倍率下降幅度小。由于尿素溶液浓度的增大,保水剂对氮素的吸持量和吸持率也随着增大。而碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵和氯化铵等在水中即可发生电离作用,电解质离子对保水剂的吸水倍率影响比较大,吸水倍率下降幅度大,随着肥料浓度的增大,保水剂对氮素的吸持量增大,但吸持率却逐渐减小。碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵和氯化铵溶于水后,由于电解质性质不同,离子带电量不同,吸水倍率、吸持量和吸持率都有差异。

参 考 文 献:

[1] 邹新喜. 超强吸水剂(第 2 版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[2] 杜太生, 康绍忠, 魏 华. 保水剂在节水农业中的应用研究与展望[J]. 农业现代化研究, 2000, 21(5): 317—320.

[3] Mikkelsen L R. Using hydrophilic polymers to control nutrient release[J]. Fert. Res. 1994, 38: 53—59.

[4] Henderson J C, Hensley D L. Ammonium and nitrate retention by hydrophilic gel[J]. Hort Sci. 1985, 20: 667—668.

[5] Shaviv S W, Mikkelsen R L. Slow-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation [J]. Fert. Res. 1993, 35: 1—12.

[6] Bowman D C, Evans R Y. Calcium inhibition of polyacrylimide gelhydration is partially reversible by potassium [J]. Hort Sci. 1991, 26(8): 1063—1065.

[7] 北京农业大学树脂应用协作组. 高吸水性树脂在农业上的应用基础研究[J]. 北京农业大学学报, 1989, 15(1): 37—44.

[8] 杜建军, 廖宗文, 冯 新, 等. 高吸水性树脂在赤红壤及砖红壤上的保水保肥效果研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 137—140.

[9] 李长荣, 邢玉芬, 朱健康, 等. 高吸水性树脂与肥料相互作用的研究[J]. 北京农业大学学报, 1989, 15(2): 187—191.

[10] 杨 磊, 苏文强. 化肥对保水剂吸水性能的影响[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(5): 37—38.

[11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.

Effects of nitrogen fertilizers on water absorbent and nutrients holding ability of water retaining agent

GOU Chun-lin^{1,2}, DU Jian-jun^{3,2}, QU Dong¹, CUI Ying-de⁴, WU Yong-long^{1,2}

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Laboratory of Plant Nutrition and New Fertilizer, Zhongkai University of Agricultural and Technology, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 3. Faculty of electromechanical Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou Guangdong 510090; 4. Department of Chemistry & Chemical Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China)

Abstract: The effects of nitrogen fertilizers on water absorbent and nutrients holding ability of water retaining agent (WRA) were studied by determining water absorbent rate and amounts of absorbed and fixed fertilizers by WRA in different nitrogen fertilizers, such as urea, ammonium bicarbonate, ammonium nitrate, ammonium sulfate, and ammonium chloride. The results showed that the water absorbent ability of the WRA decreased obviously along with the increase of concentrations of various fertilizers. Nitrogen fertilizers had stronger influence on polyacrylic salt polymer than on polyacrylic salt-polyacrylamide polymer. The effects of nitrogen fertilizers on the water absorbent rate were: urea < ammonium bicarbonate < ammonium nitrate < ammonium sulfate < ammonium chloride. When WRAs swelled in water, they absorbed and fixed the molecules or ions of the fertilizers dissolved in water while they absorbed water. The amounts of absorbed and fixed fertilizers increased with the increase of concentrations of fertilizers, but they were dissimilar in different fertilizer solutions. The rate of absorbed and fixed fertilizers, however, decreased along with the increase of concentrations of fertilizers except urea, and showed the order: ammonium nitrate < ammonium bicarbonate < ammonium chloride < ammonium sulfate < urea at top concentration.

Keywords: nitrogen fertilizer; water retaining agent; water absorbent rate; fertilizer absorption and fixation

(上接第 77 页)

Effect of nitrogen fertilizer on fluvo-aquic soil NO_3^- -N distribution in Nanjiang

HOU Xiu-Ling¹, ZHANG Yan², LI Pan², WANG Xiao-Jing¹, SHENG Jian-Dong¹

(1. College of Resources and Environment, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;
2. Xinjiang Agriculture Academy of Sciences, Urumqi 830000, China)

Abstract: The nitrate-N content and dynamic distribution in soil under different nitrogen fertilizer were monitored through field test. The result indicated that the content and moving depth of nitrate nitrogen increased with the increase of nitrogen fertilizer. During the cotton growth period, the leaching of nitrate nitrogen arrived in 60~90 cm in optimised treatment, whereas in traditional treatment it arrived in 150~180 cm in flowering stage because of superfluous base nitrogen fertilizer along with the irrigation in early flowering stage. That means the primary influence factors of nitrate nitrogen leaching are based on the nitrogen rate and first irrigation. Generally, the N apply rate of optimized treatment is reasonable because optimized treatment insure both the farmer's income and favorable environment.

Keywords: cotton; soil; nitrate-N; movement; Nanjiang