

高分子化合物对小麦出苗及生长的影响

宣毓龙, 庞庆阳, 刘 洋, 李万涛, 王开勇*

(石河子大学农学院农业资源与环境系, 新疆 石河子 832003)

摘 要:为了探索高分子材料对小麦苗期的影响, 该文首先对高分子材料进行了改性, 其次应用整体法将复合肥同改性材料混合, 并采用盆栽模拟对比的方法, 通过观测植株生长指标试验改性高分子材料的应用效果。结果表明: 在 24 个改性处理中符合要求的改性材料有 P、PO、HO; 改性高分子材料处理与对照相比, 对小麦出苗率的影响差异不显著; 但可提高出苗率 3.33%; 与对照相比, 高分子材料与复合肥混施中处理可提升株高 18.77%, 干重提高达 10.45%。因此, 高分子材料及改性材料与肥料混施均能提高小麦苗期株高、干重, 有利于小麦苗期生长。

关键词:改性高分子材料; 小麦; 肥料; 保水剂

中图分类号: S512.1

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)02-0030-05

Effects of Macromolecular Compounds on Emergence and Growth of Wheat

XUAN Yulong, PANG Qingyang, LIU Yang, Li Wantao, WANG Kaiyong*

(College of Resources and Environmental Science, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Abstract: Aim of this study was to explore effects of macromolecular material on wheat at seedling stage. Firstly, the macromolecular materials were modified; Second, mixed fertilizer with macromolecular materials using the overall method. And using the method of pot simulation, effect of applying modified macromolecular materials was tested by observing the plant growth index. Results showed that modified macromolecular materials that meet the requirements of the 24 modified processing were P, PO, HO. Compared with the control, the effect of modified macromolecular materials on the seedling emergence rate was not significant, which improved the seedling emergence rate by 3.33%. Compared with the control, the treatment of macromolecular material and composite fertilizer improved the plant height by 18.77%, and dry matter by 10.45%. Therefore, mixed fertilizer with macromolecular materials could increase wheat seedling height, dry weight, which was conducive to the growth of wheat seedling.

Key words: The modified macromolecular materials; Wheat; Fertilizer; Water retention agent

我国干旱半干旱地区约占全国陆地面积的 47%, 并且由于全球气候的变暖这种干旱化的趋势越来越严重^[1-2]。有些地区虽然雨水充沛但是时间、空间分布波动性较大, 也会出现局部干旱或季节性干旱, 有效地利用水资源成为解决水资源短缺的方法之一^[3]。此外, 水资源的缺乏也成为制

约农业发展的主要瓶颈, 抗旱节水和保水保肥技术的研发已成为农林业可持续发展的必然选择^[4]。高吸水保水材料又称为超强吸水剂, 它是带有许多亲水基团的低交联度的高分子聚合物^[5], 属于功能高分子化合物, 具有优良的保水性能, 特别是它结构稳定, 无毒无味^[6], 所以用途相当广泛, 并且已经成功应用于个人卫生护理用品、医疗护理用品、油田助剂、土壤调理剂、抗旱保水剂以及药物、肥料、农药的缓释载体等方面^[7]。

目前, 关于干旱条件下小麦生长发育以及根、冠生长的研究已有不少^[8-11], 并且关于保水剂对作物生长影响等方面的研究也屡见不鲜, 但是这些高分子保水材料在新疆滴灌条件下, 基本不能随水滴施, 有关农用高分子材料改性的研究并不

收稿日期: 2015-11-20

项目基金: 国家科技支撑计划项目(2014BAC14B030-2); 国家自然科学基金项目(31560169); 国际科技合作项目(2011DFA93140, 2015DFA11660); 石河子大学高层次人才基金(RCZX201314)

作者简介: 宣毓龙(1990-), 男, 在读硕士, 主要从事土壤环境与生态安全研究。

通讯作者: 王开勇, 男, 博士, 副教授, E-mail: wky20@163.com

多,尤其是改性高分子化合物对小麦苗期生长的影响的报道并不多见。因此,研究选取一些农用高分子化合物,依据材料特性进行高分子化合物合成改性。通过盆栽种植春小麦^[12],分析不同改性高分子材料对小麦苗期生长的影响^[13-15],为探明改性高分子材料的选择与合理应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验采用盆栽方式种植,试验土壤取自新疆150团,试验土壤为沙土,土壤田间持水率为19.6%,其各项理化性质见表1。

表1 试验沙土理化性质

全氮含量 (g·kg ⁻¹)	全磷含量 (g·kg ⁻¹)	全钾含量 (g·kg ⁻¹)	速效氮含量 (mg·kg ⁻¹)	速效磷含量 (mg·kg ⁻¹)	速效钾含量 (mg·kg ⁻¹)	pH
0.115	0.667	19.716	1.336	1.485	17.000	9.0

1.2 供试材料

试验选种的植物为春小麦(*Triticum aestivum* L.)—新春36号。
供试高分子材料有聚丙烯酰胺类PAM;聚丙烯酸盐类PAA;纤维素类HEC;聚乙烯醇类PVA。各

高分子材料的主要性质及浓度配比见表2。此外,还需选择无机试剂作为催化剂(铁、锰、锌盐以及过氧化氢)。肥料:肥料由贵州开磷化肥有限公司提供的17-17-17高塔硝硫基复合肥,含N 17%,P₂O₅ 17%,K₂O 17%。各试验处理见表3。

表2 高分子材料主要性质

有机物类型	pH	分子量(万)	总含固量(%)	是否溶于水	产品粒度	浓度配比(%)
PAM	7~14	300~2 200	≥88	溶	白色颗粒或粉末	0.10~0.20
PAA	8~9	3 000~5 000	≥96	溶	白色粉末	0.10~0.20
HEC	6~8.5	—	≥90	溶	白色至淡黄色粉末	0.10~0.20
PVA	4.5~6.5	16 000~20 000	≥95	溶	白色固体或粉末	0.10~0.20

1.3 试验设计

1.3.1 高分子化合物的改性试验

高分子材料改性试验,主要针对滴灌农田,因此选择改性合成中溶解效果好,对种子出苗有利的新型改性高分子化合物。高分子材料(聚丙烯酰胺、聚丙烯酸钠、木羟基纤维素)和聚乙烯醇按

照1:1添加。催化剂的添加量为金属离子含量5 g/L,过氧化氢为5 mL/L添加量。共设置24个处理,对合成复合材料的反应温度材料用量进行筛选,选择无沉淀、无悬浊物的合成材料,最后静置15 d看合成材料是否稳定,最终筛选出合适的材料。

表3 试验处理

处理简称	处理内容	备注
CK	不施肥	只浇水
NPK	正常施肥	施用量每盆复合肥5 g
P	单施改性材料P	P为PAM+Mn+PVA,材料施用量为10 mL不施复合肥
PO	单施改性材料PO	PO为PAM+Mn+PVA+双氧水,材料施用量为10 mL不施复合肥
HO	单施改性材料HO	HO为HEC+Mn+PVA+双氧水,材料施用量为10 mL不施复合肥
PNPK	复合肥与材料P混施	材料每盆施用10 mL,复合肥5 g
PONPK	复合肥与材料PO混施	材料每盆施用10 mL,复合肥5 g
HONOK	复合肥与材料HO混施	材料每盆施用10 mL,复合肥5 g

1.3.2 小麦盆栽试验

试验采用室内盆栽的模拟办法,花盆规格为20 cm×30 cm(直径×高),试验前预先将土自然晾干,将2 kg土装入盆中。处理个数根据筛选出的

材料数量来定,各处理在盆中播种20粒。按CK(只浇水)、NPK(施复合肥)单施复合肥、高分子材料以及复合高分子材料与肥料混合后的溶液加入盆中,每个处理重复3次。其中改性材料每盆10

mL和肥料一次施入,正常浇水,期间测定小麦的出苗率,并于第14天测定小麦的株高、干重、鲜重等生理指标。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 改性材料的测定

对于被改性的材料静置15 d后,观察合成的材料液体是否均一、清亮,并且没有明显的沉淀或者絮状凝胶即为合格稳定的改性材料。

1.4.2 出苗率、株高、干重的测定方法

出苗率的测定:将试验春小麦种子种在花盆中,适量浇水,使土壤含水率保持在15%,7 d后测定花盆中试验种子的出苗数与播种量的比。

株高的测定:植物体生长14 d后,每盆随机选取10株植株测其株高。

干重的测定:每盆随机选取10株放入纸袋中做好标记置于烘箱内,然后在105℃条件下对小麦进行杀青30 min,将烘箱温度调节到85℃进行烘干,24 h后取出进行干物质量的测定。此处同样

使用精度为0.001 g的电子天平于实验室内测定。

1.5 数据分析

数据分析应用SPSS17.0软件及EXCEL2010软件处理,统计方法为单因素方差分析差异显著后进行LSD多重比较。

2 结果与分析

2.1 高分子材料的改性效果

24个处理最终有3个处理符合要求(表4)。其中加铁盐的12个处理均产生了红色胶体,加锌盐的6个处理均产生了乳白色胶体,而加锰的6个处理中有2个产生絮状物,有一个在放置1周后产生絮状物。最终剩下的3个处理均是放置15 d后仍然质地均一、无浑浊、无杂质的改性材料。试验中最佳合成温度为100℃,最佳的合成材料顺序为先加PVA再加入其他材料,最佳材料比例为:高分子材料:PVA=1:1,合成材料的用量:材料:水=(0.1%~0.2%):1(质量比)。

表4 高分子材料改性后的物理性质

材料	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn	Zn	Fe ²⁺ +O	Fe ³⁺ +O	Mn+O	Zn+O
PAM	红色絮状	红色絮状	白色清亮	白色胶体	红色絮状	红色絮状	无色透明	白色胶体
HEC	红色絮状	红色絮状	白色清亮	白色胶体	红色絮状	红色絮状	白色絮状	白色胶体
PAA	红色絮状	红色絮状	白色絮状	白色胶体	红色絮状	红色絮状	白色絮状	白色胶体

注:表中有絮状物或者胶体生成的都表明改性失败,颜色清亮的为符合要求的改性材料;其中材料中的O表示添加的双氧水,24个处理中都添加有PVA并未在上表标示

2.2 不同改性材料对小麦发芽率的影响

对各处理平均数间的差异进行检验分析,HONPK处理出苗率最高达95%。由图1可以看出,CK处理和其他处理之间没有显著性差异,改性高分子材料各处理对小麦的出苗率没有显著影响。各个材料施用后对小麦出苗率的影响不显

著,但与CK相比HO的出苗率提高了3.33%;施肥的处理HONPK比NPK提高了2.1%。因此,综合比较高分子材料HO可以提高小麦出苗率。

2.3 改性材料对小麦苗期株高的影响

由图2可以看出,改性高分子材料对小麦苗期株高的影响达到了极显著水平(P<0.01)。播种

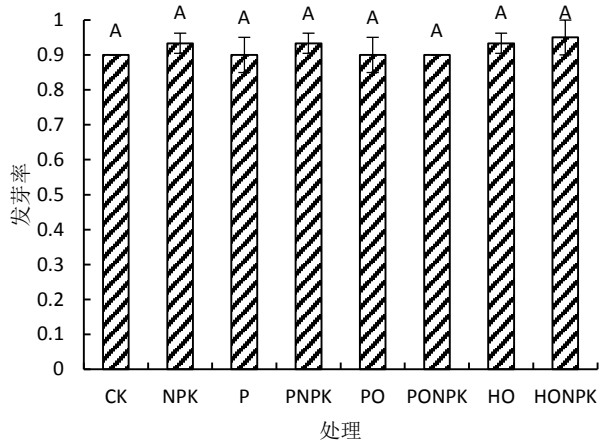


图1 改性高分子材料对小麦出苗率的影响

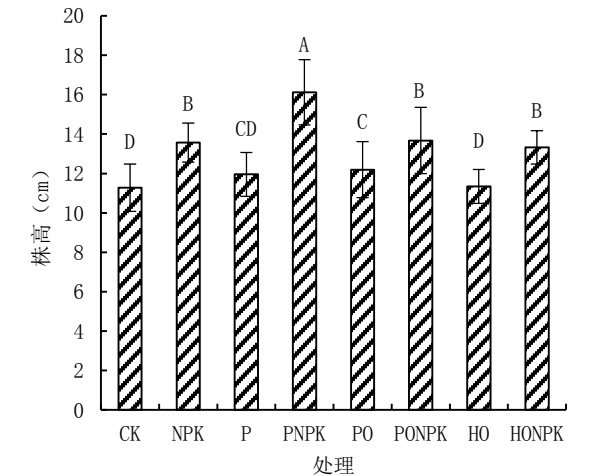


图2 改性高分子材料对小麦苗期株高的影响

14 d后各处理株高均明显高于CK处理,株高增加0.53%~42.84%,改性高分子材料对春小麦的苗期生长有促进作用。其中施肥处理中PNPK、PONPK对比NPK分别提高了18.77%、0.74%,HONPK处理比肥料NPK处理下降了1.77%,在春小麦苗期生长阶段PNPK高分子材料与肥料混施能大幅度提高其株高,从几种材料对其株高的影响来看,PNPK>PONPK>HONPK。不施肥处理中,施用改性材料的小麦株高均高于对照株高,增加了0.53%~8.07%,处理PO、P、HO对比空白分别提高了8.07%、5.97%、0.53%。

2.4 改性材料对小麦苗期干重的影响

由图3可以看出,改性高分子材料对小麦苗期干重的影响也达到极显著差异($P<0.01$),同CK相比,干重最高提高21.56%,其中处理PNPK、PONPK对比处理NPK提高了15.45%、1.26%,HONPK对比NPK下降了0.51%;不施肥的处理中施用高分子材料的小麦干重均低于CK,P、PO、HO对比空白分别下降了3.76%、4.57%、5.76%。可以看出改性高分子材料与肥料共同施用的条件下有利于苗期小麦植株体内干物质的积累,而单施高分子材料的几个处理干物质均低于CK,可能的原因是苗期单施几种材料主要对小麦的影响是增加了其水分的吸收并没有增加营养元素的积累。总的来说材料与肥料共同施用才能既保证水分的吸收又保证养分的积累。

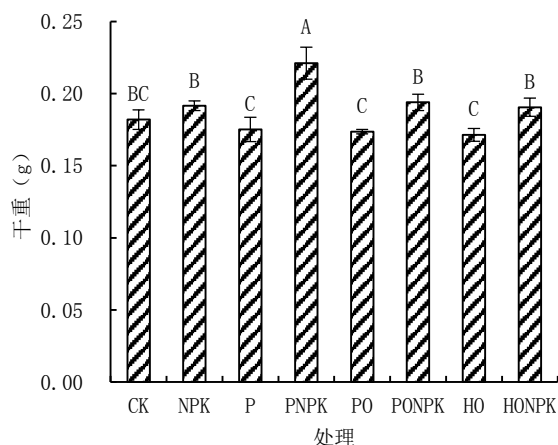


图3 改性高分子材料对小麦苗期干重的影响

3 结论与讨论

(1)在相同营养条件下改性高分子材料与肥料共施有利于小麦苗期株高的生长,在相同营养

的条件下,PNPK的处理要优于其他两个复合处理;在不施肥的条件下PO的效果最佳。株高是植物形态学调查中最基本的指标之一,能反映出植物的长势情况。HO处理无论是施肥的处理还是单施的处理对小麦苗期株高的增长效果均不显著。此结果与杨永辉等所得到的结论基本相同^[16],但本材料的优点在于肥料的用量低于正常其肥料用量,相比之下效果更好,更节省肥料。出苗率最高的处理为高分子材料与肥料混合的一个处理HONPK,小麦的出苗率提高了5.56%。这和岳征文等所得出的试验结果是一致的^[17],并且得到的最大出苗率也和其相近。

(2)与NPK肥料处理相比,不同高分子材料施肥的处理中,PNPK、PONPK处理对小麦苗期的株高、干物质积累均是正促进作用,小麦苗期的株高、干物质分别提高了41.84%和21.25%,但HONPK对小麦干物质积累没有显著作用,这和管秀娟等研究结果保持一致^[18]。而不施肥的几个处理同CK相比均出现了不同程度的下降,这与前人研究的结果相反,可能与肥料施用量以及不同品种间的差异有关。另外,材料特性、种植条件的不同都有可能产生这样的结果。

(3)在材料的改性过程中可以看出选择的几种催化剂铁盐和锌盐都不能将原材料改性为可滴灌使用的材料,在锰盐的6个处理中有3个最终稳定的材料分别是PAM+Mn+PVA、PAM+Mn+PVA+O、HEC+Mn+PVA+O,同胡玉峰新型高分子材料的制备方法相比较^[19],本方案总体改性的方法比较简单,而且成本较低便于推广,对生产设备环境的要求较低,但是对于改性的条件,诸如温度、材料用量、比例、加材料的顺序等必须严格按照试验所得结论进行操作。

参考文献:

- [1] 何君,陈晔,张秋阳,等.水土保持的环境效应及其评价[J].吉林农业科学,2009,34(4):31-34.
- [2] 曾群,蔡述明,杜耘.全球气候变化对水资源的潜在影响[J].资源环境与发展,2006,1(11):45-47.
- [3] 赵炳南,朱风文,杨威,等.吉林省西部半干旱区玉米灌溉现状分析及对策[J].吉林农业科学,2010,35(6):8-10,15.
- [4] 田巍,李天一,白福臣,等.保水剂研究进展及应用[J].化工新型材料,2009,37(2):11-14.
- [5] Wakatuki Masahiro, Lizuka Atsushi, Yamasaki Akihiro, et al. Effect of sap (super absorbent polymer) on the water characteris-

- tic curve of soil layer mixed with SAP for arid land forestation [J]. Kagaku Kogaku Ronbunshu, 2010, 36(4): 317-322.
- [6] 黄占斌,张国桢,李秧秧,等.保水剂特性测定及其在农业中的应用[J].农业工程学报,2002,18(1):22-26.
- [7] 庄文化,冯浩,吴普特.高分子保水剂农业应用研究进展[J].农业工程学报,2007,23(6):265-270.
- [8] 刘晨,穆环珍,张占业,等.高聚物在农业非点源污染控制中的作用[J].农业环境科学学报,2006,25(增刊):356-359.
- [9] Omidian H J, Rocca G, Park K. Advanced in superporous hydrogels[J].Journal of Controlled Release, 2005, 102(1): 3-12.
- [10] 何绪生,何养生,邹绍文.保水剂作为肥料养分缓释载体的应用[J].中国土壤与肥料,2008(4):5-9.
- [11] 窦金刚,孙云云,高玉山,等.风沙瘠薄农田玉米保水剂施用效应的研究[J].吉林农业科学,2011,36(6):22-25.
- [12] 谭国波,边少锋,马虹,等.保水剂对玉米出苗率及土壤水分的影响[J].吉林农业科学,2005,30(5):26-27,32.
- [13] 赵敏,高会东.保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.
- [14] Hayat R, Ali S. Water absorbent by synthetic polymer(Aqua-sorb) and its effect on soil properties and tomato yield[J].INT J Agri Biol, 2004, 6(6): 998-1002.
- [15] 崔湘浩,李秀军.成膜保水剂对作物的影响试验研究[J].吉林农业科学,2000(2):55-57.
- [16] 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(3):133-137.
- [17] 岳征文,王百田,王红柳,等.复合营养长效保肥保水剂应用及其缓释节肥效果[J].农业工程学报,2011(8):56-62.
- [18] 管秀娟,武继承.不同土壤水分条件下保水剂对小麦幼苗生理特性的影响[J].河南农业科学,2010(8):28-32.
- [19] 胡玉峰.新型功能高分子材料的制备及其在生物目标物识别中的应用[D].北京:中国农业大学,2014.

(责任编辑:王昱)