

范如芹,张振华,罗 佳.高吸水树脂对栽培基质保肥性能及辣椒养分吸收的影响研究[J].江苏农业科学,2019,47(3):107-109.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.026

高吸水树脂对栽培基质保肥性能及辣椒养分吸收的影响研究

范如芹^{1,2},张振华²,罗 佳^{1,2}

(1.农业部农业环境重点实验室,江苏南京 210014; 2.江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,江苏南京 210014)

摘要:针对农业废弃物原料基质保水、保肥性差的缺陷,选用淀粉基高吸水树脂(SAP)为调控剂,研究其对基质保水和保肥性能的影响,并观测基质栽培辣椒的养分吸收与产量变化。结果发现,与不添加 SAP 的基质相比,0.8、1.0 g/L 的 SAP 添加可显著提高基质的孔隙度和持水性,最大持水量由 59.5% 提高至 81.3%;在干旱条件下,0.8、1.0 g/L 的 SAP 添加比例之间鲜质量没有显著差异,但均显著高于对照(干旱无 SAP 添加)($P < 0.05$)。施肥后,辣椒果实 N 含量,茎叶中 N、P、K 含量,根部的 N、P 含量均随 SAP 比例的增加而升高。说明 SAP 添加对基质中的养分具有吸附固持作用,并促进了辣椒的养分利用,0.8 g/L 添加比例不仅提高了基质保水功能,而且养分增效效果和青椒增产效果最佳。

关键词:高吸水树脂;栽培基质;保肥性;养分吸收;产量

中图分类号:S641.304 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)03-0107-03

高吸水性树脂(super absorbent polymer, SAP),亦称作超强吸水性聚合物,是一种具有超强吸水能力和保水能力的新型高分子材料,因自身具有特殊的物理结构和大量亲水基团,能够迅速吸收相当于自身质量几十倍乃至几千倍的液态水,保水性能极强,故多年来在工业、医疗、卫生、环保及农业等领域得到了广泛的应用^[1-3]。SAP 作为保水剂在土壤中的应用已经屡见不鲜,对栽培基质的保水效果也初见端倪^[4-6],被证明是提高基质保水性能的有效措施之一。然而,SAP 作为保肥增效剂对作物养分吸收和干物质积累方面的作用却少有报道,尤其在基质研究中更为少见。Liu 等报道了一种 SAP 对森林苗木幼苗养分吸收与干物质积累的影响,研究发现 SAP 添加后使得肥料中氮(N)与钾(K)的吸收率分别增加 9.31% 和 10.44%^[7]。但对于基质蔬菜栽培中 SAP 的保肥作用则罕见报道。另一方面,因 SAP 分子具有较强的吸附性能,在提高土壤及基质水分含量的同时,是否会对养分吸收造成负面影响仍未可知,因此,为了验证 SAP 是否对基质养分具有强烈吸附作用而阻碍作物养分吸收,即 SAP 对作物养分吸收的影响,有必要展开深入研究。

基于秸秆等农业废弃物原料的无土栽培基质往往存在保水、保肥性差的缺陷,大大限制了其推广应用。因此,本研究着重探讨了不同比例 SAP 添加对废弃物原料基质保肥性能和对养分吸收的影响,旨在为促进秸秆资源化利用,提高基质

性能及作物产量提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

所用基质配方:发酵床垫料堆肥+蛭石+珍珠岩+泥炭(体积比 3:2:3:2)。发酵床垫料堆肥来自江苏省农业科学院六合有机肥厂,由基于水稻秸秆的猪圈发酵床垫料圈内腐解(2 年)及出圈后经过再次堆肥(1 个月)制成。蛭石、珍珠岩和泥炭的最大持水量分别为 53.9%、31.4% 和 31.7%。基质总氮、磷、钾及速效氮、磷、钾养分含量分别为 24.2、8.62、10.1、1.94、2.41、5.99 g/kg。SAP 是江苏省农业科学院农业设施与装备研究所自主研发产品,以改性后的可溶性玉米淀粉为主要原料,丙烯酸和丙烯酰胺为接枝单体,采用水溶液聚合法制得的钾型丙烯酸类高吸水树脂,外观为白色粉末,粒度为 60~100 目,吸去离子水量为 800~1 000 g/g,吸水速率小于 30 s,电导率(EC 值)为 4.0~5.0 dS/m,pH 值 6.9~7.3。

1.2 试验设计

本试验于 2015 年 4 月 2 号在江苏省农业科学院玻璃温室开始实施。根据前期栽培试验的结果,SAP 添加量等于或小于 1.0 g/L 下保水效果显著且没有副作用^[1],本试验 SAP 添加比例设置为 0.8、1.0 g/L,以无 SAP 添加为对照。测定上述基质的基本理化性质,并进行温室空心菜栽培试验。利用盆钵(60 cm×50 cm×15 cm)进行辣椒(苏椒 15 号)栽培。每个盆装基质深度为 12 cm,选取长势一致的辣椒幼苗进行移栽,每盆 4 株。首次浇水基质含水量控制在最大持水量的 80%,每个处理又分为正常供水和干旱胁迫处理(供水频率降低一半)以及施肥与不施肥处理,每个处理 3 次重复,共计 36 盆。移栽 4 个月后进行收获。试验期间玻璃温室光照充足,为防止温室内温度过高,5—7 月份正午开窗通风散热。4、5、6、7 月份温室内最高/最低气温分别为 24/15、27/15、31/18、36/23 ℃。收获后测定辣椒产量以及果实、茎叶及根

收稿日期:2017-04-24

基金项目:国家自然科学基金(编号:41401259);江苏省自然科学基金(编号:BK20161379);江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(15)1003-5];农业部农业环境重点实验室开放基金。

作者简介:范如芹(1984—),女,山东临沂人,博士,副研究员,主要从事栽培基质调控研究。E-mail:fanruqin2007@126.com。

通信作者:张振华,博士,研究员,主要从事基质配方及调控研究, E-mail:zhenhuaz70@hotmail.com;罗 佳,博士,副研究员,主要从事基质配方研究, E-mail:luojia428@163.com。

的鲜质量及干质量。风干基质样品磨碎后用硫酸和过氧化氢进行消煮,全氮含量采用凯氏定氮仪测定;全磷含量采用钼锑抗比色法测定;全钾含量采用火焰光度法测定。速效氮含量采用碱解扩散-稀硫酸滴定法测定;速效磷含量采用碳酸氢钠浸提,钼锑抗比色法测定;速效钾含量采用醋酸铵浸提,火焰光度法测定。

1.3 统计分析

采用 SPSS 12.0 软件 LSD 显著性差异检验对不同 SAP 添加比例下辣椒生长指标进行均值比较,利用配对样本 *t* 检验对相同 SAP 添加条件下干旱与正常浇水处理进行均值比较。

表 1 不同 SAP 添加量下基质的理化性状

SAP 添加量 (g/L)	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	通气孔隙度 (%)	最大持水量 (%)	pH 值	EC 值 (dS/m)	速效磷 (g/kg)	速效钾 (g/kg)
0	0.24a	58.3b	26.2b	59.5c	6.9a	3.83a	8.59a	5.32b
0.8	0.24a	67.7a	30.4a	78.4b	6.9a	3.86a	8.00b	5.83ab
1.0	0.24a	68.5a	31.0a	81.3a	6.9a	3.87a	7.72b	6.04a

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理之间有显著差异($P < 0.05$)。

2.2 SAP 添加对辣椒鲜质量及养分吸收的影响

不同处理下辣椒鲜质量如图 1 所示。除干旱条件下的对照处理(无 SAP)外,其他处理均表现为施肥显著增加了辣椒鲜质量,增加量 13.7%~19.6%。对比不同 SAP 添加比例及不同浇水处理可知,干旱条件下,0.8、1.0 g/L 的 SAP 添加比例之间鲜质量没有显著差异,但均显著高于对照(干旱无 SAP 添加)($P < 0.05$)。而正常浇水条件下则表现为 0.8 g/L 处理鲜质量显著高于 1.0 g/L 处理和对照($P < 0.05$)。施肥和不施肥处理下均表现出此规律。

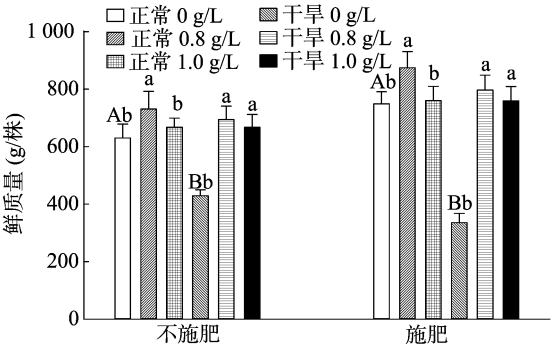
由表 2 可知,施肥显著提高了辣椒果实、茎叶及根部的 N 含量,但果实与茎叶内 P 与 K 的含量没有明显变化,根部 N、P、K 含量均显著提高。不同 SAP 添加比例对养分分配产生明显影响,其中在施肥条件下,辣椒果实 N 含量随 SAP 添加的增加而增加,不施肥时无显著差异;茎叶中 K 含量亦呈此趋势,且 N、P 含量在施肥与不施肥处理中均随 SAP 比例的增加而增加;辣椒根部各养分含量受施肥与 SAP 的影响较果实

采用 SigmaPlot 12.5 软件作图。

2 结果与分析

2.1 SAP 添加对基质基本理化性质的影响

由表 1 可知,不同 SAP 添加比例下,基质容重变化不明显。SAP 增加后,总孔隙度、通气孔隙度表现出明显上升趋势,最大持水量上升最为显著,由 59.5% 显著提高至 81.3%,其中不同 SAP 添加量最大持水量均显著高于对照($P < 0.05$)。pH 值与 EC 值变化趋势不显著。SAP 添加比例较高时,速效磷含量明显降低,速效钾含量变化不显著。



不同大写字母表示相同 SAP 添加下正常浇水与干旱条件下有显著差异,不同小写字母表示在相同浇水处理下不同 SAP 添加处理间有显著差异

图 1 不同 SAP 添加基质中辣椒鲜质量

与茎叶更为明显,3 种养分均表现为施肥处理显著高于不施肥处理($P < 0.05$)。

表 2 干旱条件下不同 SAP 添加处理中辣椒果实及植株内养分分配

处理	果实养分含量(mg/g)			茎叶养分含量(mg/g)			根养分含量(mg/g)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
施肥 0 g/L	43.3bA	5.40aA	25.8aA	69.3bA	4.14bA	53.2bA	33.4bA	3.59bA	14.1aA
施肥 0.8 g/L	44.6abA	5.77aA	25.5aA	70.9bA	4.40abA	56.3abA	37.4aA	3.88aA	14.5aA
施肥 1 g/L	47.0aA	5.79aA	26.8aA	76.7aA	4.79aA	59.0aA	39.5aA	3.84aA	16.2aA
不施肥 0 g/L	40.1aB	5.35aA	25.5aA	52.4bB	4.09bA	51.4aA	30.6bB	3.20bB	10.1aB
不施肥 0.8 g/L	42.5aB	5.79aA	24.9aA	58.1aB	4.43abA	54.1aA	32.9abB	3.35abB	9.3aB
不施肥 1.0 g/L	42.8aB	5.68aA	26.3aA	59.2aB	4.65aA	55.1aA	35.1aB	3.57aB	11.5aB

注:同列数据后不同小写字母表示施肥处理下或不施肥处理下不同 SAP 添加比例之间有显著差异($P < 0.05$),同列数据后不同大写字母表示同一 SAP 处理下施肥与不施肥处理间有显著差异($P < 0.05$)。表 3 同。

由表 3 可知,干旱条件下施肥导致无 SAP 添加处理的辣椒果实与植株干质量显著低于不施肥处理($P < 0.05$);无论施肥与否,果实干质量随 SAP 的添加而显著增加($P < 0.05$),但 SAP 不同添加量之间无显著差异;茎叶和根部干质量受 SAP 添加的影响不明显。无 SAP 添加处理中每株辣椒吸收的 N 含量受施肥影响不显著,而 0.8、1.0 g/L SAP 添加处理,施肥显著提高了 N 吸收量($P < 0.05$)。植株对 P 和 K 吸收量均表现

为无 SAP 添加条件下施肥处理显著低于不施肥处理($P < 0.05$),0.8、1.0 g/L SAP 添加基质中则相反,施肥处理显著高于不施肥处理($P < 0.05$)。无论施肥与否,每株辣椒对 3 种养分的吸收量受 SAP 的影响规律一致,即无 SAP 添加处理低于有 SAP 处理,而 0.8、1.0 g/L SAP 添加量之间无显著差异。

对 SAP 添加处理、浇水处理、施肥处理 3 个因素进行 3 因素方差分析(表 4)可知,3 个因素均对辣椒产量有显著影

表 3 干旱条件下不同 SAP 添加处理中辣椒养分吸收

处理	干质量(g/株)			每株植株养分吸收量(mg/株)		
	果实	茎叶	根	N	P	K
施肥 0 g/L	3.22bB	1.00aB	0.17aB	214bA	22.2bB	139bB
施肥 0.8 g/L	7.85aA	1.09aA	0.20aA	435aA	50.9aA	264aA
施肥 1.0 g/L	7.51aA	1.23aA	0.28aA	458aA	50.4aA	278aA
不施肥 0 g/L	4.02bA	1.05aA	0.20aA	222bA	26.4bA	159bA
不施肥 0.8 g/L	6.88aB	1.03aB	0.26aB	361aB	45.3aB	229aB
不施肥 1.0 g/L	6.65aB	1.08aB	0.23aB	368aB	43.6aB	237aB

表 4 施肥、浇水及 SAP 添加量的 3 因素方差分析

处理	df	辣椒产量		每株吸 N 量		每株吸 P 量		每株吸 K 量	
		F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
SAP 添加	2	125	***	16.8	**	23.3	**	40.2	**
浇水处理	1	9.40	*	11.9	**	11.2	*	25.7	**
施肥处理	1	29.9	**	129	***	150	****	139	****
SAP 添加×浇水处理	2	3.28	*	6.61	*	0.28	ns	5.54	*
SAP 添加×施肥处理	2	15.6	**	0.08	ns	1.36	*	1.34	*
浇水处理×施肥处理	1	24.7	**	0.16	ns	0.91	ns	0.75	ns
SAP 添加×浇水×施肥	2	0.79	ns	0.31	ns	0.08	ns	0.11	ns

注：“****”表示在 0.000 1 水平上有显著差异,“***”表示在 0.001 水平上有显著差异,“**”表示在 0.01 水平上有显著差异,“*”表示在 0.05 水平上有显著差异,ns 表示在 0.05 水平上无显著差异。

响,SAP 添加为首要影响因素,各因素两两之间存在显著交互作用。施肥处理是影响 N、P、K 养分吸收量的首要因素,不同 SAP 添加量也对养分吸收产生显著影响,二者对 P 和 K 吸收具有显著交互作用。3 个因素之间交互作用不显著。

3 讨论与结论

理化性能优良的基质培育蔬菜壮苗是蔬菜高产的基础^[8],根据理想基质的标准^[9-10],基质最大持水量、通气孔隙度和总孔隙度分别在 60%~100%、20%~30% 和 85% 范围内更适宜植物生长。不添加 SAP 的对照处理中,最大持水量和总孔隙度均低于标准值,0.8 g/L 的 SAP 添加后,上述 3 个指标均明显提升至标准范围之内。尤其基质持水量随 SAP 增加而显著增加,对于基质性能的提升作用最为可观,为干旱胁迫下辣椒的生长提供了保障。上述结果与 Farrell 等的所报道的 SAP 可有效增加基质含水量、延长植株萎蔫发生时间等结果^[11]一致。AP 添加处理中基质速效 P 含量低于对照处理,这可能与 SAP 的较强吸附能力有关。

SAP 添加的情况下,施肥显著增加了辣椒鲜质量,说明 SAP 添加对基质中的养分吸附固持作用并未对辣椒的养分利用造成负面影响。辣椒对 N、P、K 3 个养分的吸收均表现为施肥处理明显高于不施肥处理,且 N、P 含量均随 SAP 添加量的增加而明显增加,也说明了 SAP 可起到增进肥效的作用,这与 Liu 等对森林苗木的研究结果^[7]一致。

本研究淀粉基高吸水性树脂 SAP 不仅具有水分保蓄作用,因其自身特殊的分子结构,可对基质养分起到暂时的吸附固持作用,可明显提高辣椒对养分的利用能力,提高辣椒产量。可以说,合适的添加比例下,SAP 具有养分增效剂的作用。0.8 g/L 添加比例不仅对基质理化性能起到有效的改善作用,辣椒养分利用及产量也为最佳,对实际生产具有一定的指导意义。

参考文献:

[1] 范如芹,罗佳,刘海琴,等. 淀粉基高吸水性树脂对基质理化性质及小青菜生长的影响[J]. 南京农业大学学报,2015,38(4): 617-623.

[2] 宋宝兴,刘建睿,郭天文,等. 不同分散相结构吸水材料对土壤水分富集效应的研究[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(4):100-104.

[3] 李景生,黄韵珠. 土壤保水剂的吸水保水性能研究动态[J]. 中国沙漠,1996,16(1):86-91.

[4] Fan R Q, Luo J, Yan S H, et al. Effects of biochar and super absorbent polymer on substrate properties and water spinach growth[J]. Pedosphere,2015,25(5):737-748.

[5] 邓琦子,汪天. 高吸水性树脂在无土栽培中的应用与展望[J]. 中国农学通报,2013,29(13):90-94.

[6] 肖海华,张毅功. 不同保水剂对基质保水性和黄瓜幼苗生长的影响[J]. 河北农业大学学报,2002,25(3):45-48.

[7] Liu F C, Ma H L, Xing S J, et al. Effects of super-absorbent polymer on dry matter accumulation and nutrient uptake of *Pinus pinaster* container seedlings[J]. Journal of Forest Research,2013,18(3): 220-227.

[8] 薛书浩,王忠红,关志华,等. 林牧有机废弃物配方基质在黄瓜穴盘育苗中的应用效果[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):122-125.

[9] Abad M, Noguera P, Burés S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain[J]. Bioresource Technology,2001,77(2):197-200.

[10] Boodt M D, Verdonck O. The physical properties of substrates in horticulture[J]. Acta Horticulture,1972,26:37-44.

[11] Farrell C, Ang X Q, Rayner J P. Water-retention additives increase plant available water in green roof substrates[J]. Ecological Engineering,2013,52(6):112-118.