

混掺小麦秸秆对不同土壤育苗砖蒸发的影响

赵文举, 王立荣, 冀宏, 范严伟

(兰州理工大学 能源与动力工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 育苗砖能为植物营造一个良好的生长环境, 引导植物根系的发育和生长, 且苗的移栽不受时间限制。对红黏土、黄绵土、山地白土和黑麻土分别添加 0%, 5%, 8% 和 10% 的小麦秸秆后制得育苗砖, 并对其进行蒸发试验。在相同土壤下测得它们蒸发量大小顺序为: 混掺 0% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 5% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 8% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 10% 小麦秸秆的育苗砖。结果表明, 混掺小麦秸秆对育苗砖蒸发影响显著, 而且秸秆混掺比例越大蒸发量越小, 故添加秸秆可有效减少育苗砖的蒸发损失。混掺相同比例小麦秸秆的不同土壤育苗砖, 蒸发量大小顺序为: 红黏土育苗砖 > 黑麻土育苗砖 > 山地白土育苗砖 > 黄绵土育苗砖。综合分析来看, 混掺 10% 小麦秸秆的黄绵土育苗砖蒸发损失最小。

关键词: 土壤类型; 秸秆比例; 育苗砖; 蒸发

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2012)05-0253-04

中图分类号: TV93

Effect of Blended Wheat Straw on Evaporation of Seeding Bricks with Different Soils

ZHAO Wen-ju, WANG Li-rong, JI Hong, FAN Yan-wei

(College of Energy and Power Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou, Gansu 730050, China)

Abstract: Seeding brick can create a good living environment and guide the development and growth of plant roots. Moreover, Seedlings can be transplanted without time limit. Seeding bricks were made of red clay, loess, and white and black soils blended with 0%, 5%, 8% and 10% wheat straw and evaporation experiment was then conducted for the bricks. In terms of the evaporation measured for the same soil, the seeding bricks were in the order of seeding brick with 0% wheat straw > seeding brick with 5% wheat straw > seeding brick with 8% wheat straw > seeding brick with 10% wheat straw. Results showed that the wheat straw content affected the evaporation of the seeding bricks significantly. The more wheat straw content, the smaller evaporation was. Therefore, adding wheat straw could reduce evaporation loss of the seeding bricks. In terms of the evaporation, the seeding bricks blended with wheat straw of the same percentage but different soils were in the order of red clay brick > black hemp soil brick > mountain white clay brick > loessal soil brick. However, the differences between them were little. Comprehensively, the evaporation loss of loessal soil seeding brick with 10% wheat straw was the least.

Keywords: soil type; wheat straw proportion; seeding brick; evaporation

土壤蒸发是土壤水分经过土壤表面以水蒸汽状态扩散到大气过程, 是土壤水运动过程中的一个特殊阶段^[1], 它是主要的水分损失途经。而作物秸秆、砂石覆盖等能形成一个较好的保护层, 降低土壤的实际蒸发, 减少水分损失^[2]。国内外许多学者通过覆盖砂石、秸秆和覆膜研究了土壤的蒸发情况^[3-9]。冀宏等^[10]研究了植物混掺物对土壤含水率、土壤保水性的影响, 以上实验结果均表明在土壤表层进行覆盖或土壤中混掺保水材料, 可有助于减少土壤蒸发损失, 提高土壤保水能力。

育苗砖育苗能为植物营造一个良好的生长环境, 引导植物根系的发育和生长, 实现水、土、肥、苗耦合的生命体, 且苗的移栽不受时间限制。目前, 将几种比例的秸秆混掺在不同土壤的育苗砖中进行蒸发研究鲜见报道。为此, 自制由秸秆、土壤、堆肥、缓释肥拌合压制而成的育苗砖, 并对不同土壤、不同配比的秸秆育苗砖进行蒸发影响研究, 以期寻求适宜的土壤类型和秸秆比例, 这对探索西北干旱地区有效的保水模式, 提高植物成活率和改善植被恢复具有一定的生态和现实意义。

收稿日期: 2011-11-01

修回日期: 2011-12-15

资助项目: 日本日立建机株式会社资助项目“大规模荒漠化土壤改良工法研究”; 兰州理工大学博士科研启动基金“西北干旱地区水资源优化配置理论研究”(0906ZXC122); 国家自然科学基金项目“压砂地土壤水分时空变异理论与模型研究”(51269008)

作者简介: 赵文举(1981—), 男(汉族), 甘肃省永昌县人, 副教授, 博士, 主要从事农业水土工程等方面的研究。E-mail: wenjuzhao@126.com。

1 材料与方

1.1 试验区概况

本试验在临洮县兰州理工大学育苗砖育苗试验研究基地开展,基地位于甘肃省临洮县北部,属中温带大陆性气候。

1.2 试验材料

- (1) 试验所选各土壤的物理性质见表 1。
- (2) 将小麦秸秆粉碎为约 15 mm 左右的长度。
- (3) 缓释肥,各成分的比值为 N : P : K : Mg = 6 : 43 : 6 : 22。
- (4) 堆肥,由农家肥沤熟而成。

表 1 土壤物理性质

土壤类型	颗粒组成/%			土壤容重/ (g · cm ⁻³)	田间持 水率/%	土壤来源
	砂粒 (2~0.05 mm)	粉粒 (0.05~0.002 mm)	黏粒 (<0.002 mm)			
红黏土	16.2	22.5	61.3	1.37	30	临洮县兰州理工大学育苗试验基地
山地白土	13.3	49.5	37.2	1.33	24	临洮县兰州理工大学育苗试验基地
黄绵土	12.6	72.3	15.1	1.31	23	兰州市
黑麻土	11.9	47.6	40.5	1.34	27	永靖县

1.3 试验方法及内容

(1) 育苗砖制备。将红黏土、黄绵土、山地白土和黑麻土分别混掺比例为 0%, 5%, 8%, 10% 的小麦秸秆,并添加堆肥、缓释肥后拌合均匀压制成育苗砖。制得的育苗砖外径为 10 cm,内径为 5 cm,高度为 12 cm,育苗砖体内的开孔将上下底面连通。

(2) 育苗砖蒸发性测定。对制作好的育苗砖进行沁水处理,使其完全饱和,饱和含水率见表 2。将完全达到饱和含水率的以上所有育苗砖放置于下底面直径为 20 cm,上底面直径为 15 cm,底部填 3 cm 厚与该育苗砖同类型土壤的圆柱形蒸发桶中,育苗砖周围填入与底部所填类型相同的土壤至与育苗砖上底面相平。同一类型的蒸发桶各备 3 个,蒸发结果最后取其平均值。将所有试验桶放于室外自然条件下,每天下午 6 点用精度为 0.000 1 kg 的电子秤称量试验桶的质量,该试验持续观测 16 d。试验期间日平均气温 21.5~28.8 °C,日最高气温 35.9 °C,日最低气温 15.4 °C。出现阴雨天时将蒸发桶放置于遮雨棚下,以防雨水对蒸发连续性产生影响。

表 2 不同配比育苗砖的饱和含水率 %

土壤类型	秸秆比例			
	0	5	8	10
红黏土育苗砖	47.96	48.77	51.96	55.36
黄绵土育苗砖	44.43	45.23	47.33	49.59
山地白土育苗砖	45.89	46.58	47.65	50.88
黑麻土育苗砖	46.57	47.32	49.54	53.46

2 结果与分析

2.1 混掺秸秆比例大小对不同土壤育苗砖的日蒸发量影响

在研究蒸发的过程中,研究者通过建立累计蒸发

量或累计蒸发率与时间的关系,对一定时间内的累计量进行比较,或通过建立单位时段内土壤蒸发量与时间关系,获得相同时段内土壤蒸发量累计量变化情况^[7,11]。对混掺 0%, 5%, 8%, 10% 小麦秸秆的红黏土、黄绵土、山地白土、黑麻土的育苗砖进行蒸发影响研究,测定育苗砖水分的蒸发量,其日蒸发量变化特征如图 1—4 所示。

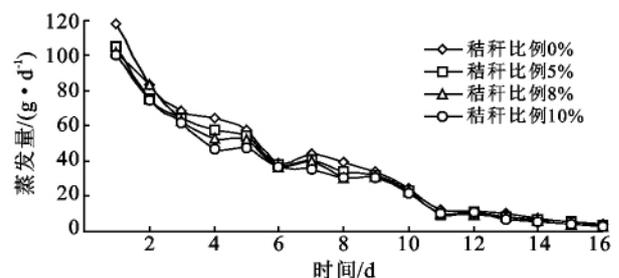


图 1 混掺不同秸秆比例的红黏土育苗砖日蒸发量变化

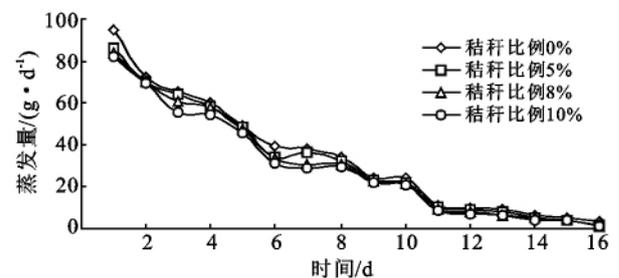


图 2 混掺不同秸秆比例的黄绵土育苗砖日蒸发量变化

从图 1—4 分析来看,整条曲线表现出不同的 3 个时段,前 6 d 为第一时段,各条曲线均较陡,表明各种土壤的育苗砖前 6 d 日蒸发量较大,且每天的蒸发量随温度的变化差别较大,蒸发不稳定。第 7~11 d 为第 2 时段,各条曲线相对于第 1 时段曲线变得平缓,表明该阶段每天的蒸发量开始减少,且每天的蒸

发量差别较小,蒸发相对稳定。第 12~16 d 为第 3 时段,各曲线变得更加平缓,表明此阶段各比例育苗砖的蒸发变得更小、更稳定。各图中第 4 d 时育苗砖的蒸发量较第 3 d 明显减少,第 5 d 较第 4 d 又开始增多,主要原因在于第 4 d 气温由第 3 d 的 28 ℃ 突然降至 21 ℃,导致蒸发速度减缓,日蒸发量减少,第 5 d 气温又回升至 26 ℃,故蒸发量开始增大。综合分析来看,在相同土壤下秸秆混掺比例越多,育苗砖日蒸发量曲线越偏下,表明对同一种土壤的育苗砖,混掺秸秆数量越多蒸发量越小、越稳定。为进一步反映育苗砖 16 d 的平均蒸发情况,将各种育苗砖日平均蒸发量列于表 3。

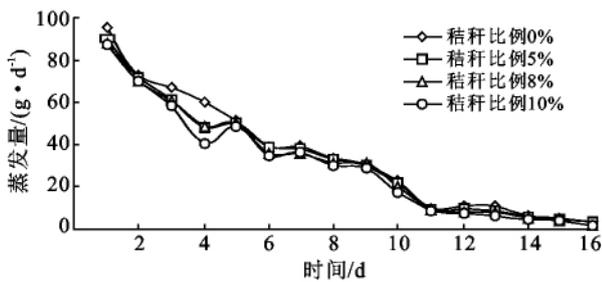


图 3 混掺不同秸秆比例的山地白土育苗砖日蒸发量变化

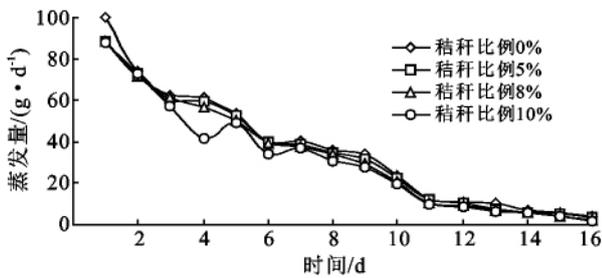


图 4 混掺不同秸秆比例的黑麻土育苗砖日蒸发量变化

表 3 混掺不同秸秆比例的各类土壤育苗砖日平均蒸发量 g/d

土壤类型	秸秆比例			
	0%	5%	8%	10%
红黏土	38.89	35.46	34.60	32.74
黄绵土	34.26	32.25	30.90	29.51
山地白土	34.96	32.86	31.84	30.38
黑麻土	36.00	34.14	33.08	30.95

从表 3 来看,土壤类型相同的育苗砖,其日平均蒸发量大小顺序为:混掺 0% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 5% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 8% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 10% 小麦秸秆的育苗砖。对红黏土育苗砖而言,将混掺 0% 秸秆的育苗砖日平均蒸发量作为对比,则混掺 5% 秸秆的育苗砖日平均蒸发量较对比减少 8.82%,混掺 8% 秸秆的育苗砖日平均蒸发量较对比减少 11.03%,混掺 10% 秸秆的育苗砖日平均蒸发

量较对比减少 15.81%。对黄绵土、山地白土和黑麻土育苗砖的日平均蒸发量进行分析计算都有类似于红黏土育苗砖的蒸发特征,说明混掺秸秆比例越大育苗砖的日平均蒸发量越小。

从混掺秸秆比例大小对不同土壤育苗砖的日蒸发量影响分析来看,出现不同蒸发阶段及不同蒸发量大小的原因在于蒸发初期育苗砖含水量较大,与空气直接接触的表面水分多,首先蒸发的是土壤表层毛管水分,此阶段,日平均蒸发量主要受外界气象条件制约,蒸发速度由大气蒸发力决定,故含水量减少迅速,蒸发较大。蒸发后期,随着蒸发过程的持续,各育苗砖的土壤含水率不断下降,表面水分不断减少,土壤表层形成干土层,干土层中没有足够的水分用于蒸发,干土层以下水分蒸发只能以水汽扩散的方式穿过干土层进入大气,蒸发在育苗砖土壤内部进行,此阶段蒸发速度逐渐由土壤含水量或土壤水汽扩散能力控制,蒸发速度迅速降低,故蒸发较小。此外,育苗砖中添加秸秆纤维一方面能有效减少砖体中水分与空气的直接接触,减少空气湍流。另一方面也有效地降低了育苗砖表层的温度和太阳辐射强度,故能保持住水分,降低育苗砖蒸发速度,减少育苗砖蒸发量,且混掺秸秆比例越多,蒸发速度和蒸发量越小。

2.2 混掺秸秆比例大小对不同土壤育苗砖的累计蒸发量影响

混掺 0%, 5%, 8%, 10% 小麦秸秆的红黏土育苗砖,其累计蒸发量变化特征如图 5 所示。由图 5 红黏土育苗砖的累计蒸发量变化曲线可知,育苗砖的累计蒸发量与蒸发时间是一种对数关系,并给出红黏土中混掺 0% 小麦秸秆的育苗砖累计蒸发量与蒸发时间关系的拟合方程式,相关系数为 0.984 1。对其他混掺 0% 小麦秸秆的不同土壤育苗砖,分别对它们的累计蒸发量与蒸发时间关系进行拟合,相关系数均介于 0.982 4~0.984 9。由图 5 还可看出蒸发初期,育苗砖累计蒸发量的上升趋势比较明显,表明此阶段育苗砖每天的蒸发量都较大,蒸发很不稳定,第 12 d 之后曲线变的相对平缓,育苗砖每天的蒸发量较小,蒸发相对稳定。对其他 3 种土壤和不同混掺比例的秸秆育苗砖进行累计蒸发量分析,得出相同的结论。此外,对于不同土壤的育苗砖混掺秸秆后累计蒸发量明显小于不混掺秸秆的育苗砖。各育苗砖累计蒸发量的大小顺序为:混掺 0% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 5% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 8% 小麦秸秆的育苗砖 > 混掺 10% 小麦秸秆的育苗砖,表明添加的秸秆可减少育苗砖的累计蒸发量,且秸秆数量越多累计蒸发量越小,同时也表明秸秆具有较强的持水能力。

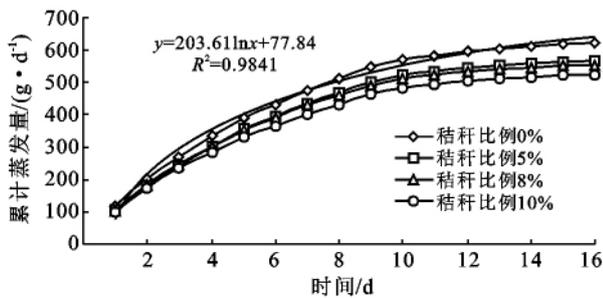


图 5 混掺不同秸秆比例的红黏土育苗砖累计蒸发量变化

2.3 混掺同比例的秸秆对不同土壤的育苗砖日蒸发量影响

为进一步探索秸秆比例相同时,土壤类型对育苗砖蒸发量大小的影响,分别对混掺 0%, 5%, 8%, 10% 小麦秸秆的红黏土、黄绵土、山地白土、黑麻土育苗砖进行日蒸发量计算分析。混掺相同比例秸秆的育苗砖,土壤类型不同日蒸发量不同,红黏土的育苗砖日蒸发量曲线高于其他育苗砖曲线,说明红黏土育苗砖日蒸发量大于其他土壤的育苗砖。经计算分析,红黏土的育苗砖日平均蒸发量最大为 38.89 g/d,将其作为对照,则黄绵土育苗砖日平均蒸发量较对照减少 11.91%,山地白土育苗砖日平均蒸发量较对照减少 10.11%,黑麻土育苗砖日平均蒸发量较对照减少 7.43%,即混掺 0% 小麦秸秆的不同土壤育苗砖。日蒸发量大小顺序为:红黏土育苗砖>黑麻土育苗砖>山地白土育苗砖>黄绵土育苗砖。经试验分析可知,混掺 5%, 8%, 10% 小麦秸秆的不同土壤育苗砖,日蒸发量大小顺序与此相同,表明土壤类型对育苗砖的蒸发有一定的影响。由于红黏土的田间持水率和饱和含水率均高于其他土壤,故红黏土育苗砖土壤水分蒸发大于其他类型土壤的育苗砖。蒸发过程本身较复杂,它是各种因素综合作用的结果,造成不同土壤育苗砖之间蒸发差异的原因,还与土壤的孔隙率、透水性等其他物理因素及土壤自身的结构有关。

3 结论

用育苗砖育苗能为植物营造一个良好的生长环境,引导植物根系的发育和生长,实现水、土、肥、苗耦合的生命体,且苗的移栽不受时间限制。为此,自制由秸秆、土壤、堆肥、缓释肥拌合压制而成的育苗砖,并对不同土壤、不同比例的秸秆育苗砖进行蒸发影响研究,以期寻求适宜的土壤类型和秸秆配比。通过试验分析发现:

(1) 对于土壤类型相同、混掺秸秆比例不同的育苗砖而言,其日蒸发量和累计蒸发量大小顺序为:混掺 0% 小麦秸秆的育苗砖>混掺 5% 小麦秸秆的育苗

砖>混掺 8% 小麦秸秆的育苗砖>混掺 10% 小麦秸秆的育苗砖。表明秸秆具有较强的持水能力,添加的秸秆既能有效地减少育苗砖体中水分与空气的直接接触,又可降低太阳辐射强度、温度等因素对蒸发的影响,从而能够有效地保持住水分,提高作物对水分的利用率,故混掺秸秆的育苗砖较不混掺秸秆的育苗砖蒸发量减少,且秸秆混掺越多蒸发损失越小,保水性能越好。

(2) 对混掺秸秆比例相同、土壤类型不同的育苗砖整体来看,其蒸发量大小顺序为:红黏土育苗砖>黑麻土育苗砖>山地白土育苗砖>黄绵土育苗砖,表明土壤类型对育苗砖的蒸发有一定影响,造成这些差异的因素与土壤的物理性质(田间持水率、饱和含水率、孔隙率、透水性等)及土壤自身的结构有关。

综合分析来看,育苗砖中混掺 10% 小麦秸秆的黄绵土育苗砖蒸发量最少、蒸发稳定性最好。混掺小麦秸秆的不同土壤育苗砖对植物生长状况和移栽成活率有待进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 原翠萍,张心平,雷廷武,等. 砂石覆盖粒径对土壤蒸发的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 25-28.
- [2] 王俊,李凤民,贾宇,等. 半干旱地区播前灌溉和地膜覆盖对春小麦产量形成的影响[J]. 中国沙漠, 2004, 24(1): 77-82.
- [3] 钟芳,李正平,宋耀选,等. 黄绵土高原西部土壤蒸发实验研究[J]. 中国沙漠, 2006, 26(4): 608-611.
- [4] 肖继兵,杨久廷,辛宗绪. 辽西地区秸秆覆盖试验研究[J]. 节水灌溉, 2008(2): 11-16.
- [5] 陈素英,张喜英,裴冬,等. 玉米秸秆覆盖对麦田土壤温度和土壤蒸发的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(10): 171-173.
- [6] Adams J E. Influence of mulches on runoff, erosion, and soil moisture depletion[J]. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 1966, 30(1): 110-114.
- [7] Diaz F, Jimenez C C, Tejedor M. Influence of the thickness and grain size of tephra mulch on soil water evaporation[J]. Agric. Water Manage., 2005, 74(1): 47-55.
- [8] Nadine B, Alain P. A semi-empirical model of bare soil evaporation for crop simulation models[J]. Water Resour Res., 1991, 27(5): 719-727.
- [9] 杨直毅,汪有科,赵颖娜,等. 树枝覆盖与保水剂对土壤水分的影响[J]. 灌溉排水学报, 2010(1): 97-99.
- [10] 冀宏,张卫勇,郑健,等. 植物混掺物对土壤水分运动影响的分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 3031-3034.
- [11] Lamb J R, Chapman J E. Effect of surface stones on erosion, evaporation, soil temperature, and soil moisture[J]. J. Am. Soc. Agron., 1943, 35(7): 567-578.