

蒋希芝,赵永富,曲 萍. 生物基可降解营养钵水分变化规律[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):281-283.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.073

# 生物基可降解营养钵水分变化规律

蒋希芝,赵永富,曲 萍

(江苏省农业科学院农业设施与装备研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**选取纸质、淀粉基、不腐熟秸秆基、腐熟秸秆基 4 种生物基可降解营养钵,对其进行水分含量变化规律的研究,通过将营养钵分别浸没于纯水和 3.5% 氯化钠溶液中,设置温度分别为常温 25 ℃、低温 0 ℃、高温 50 ℃,对比研究不同溶液和不同温度对生物基可降解营养钵吸水性能的影响。结果表明,相同溶液中,温度越高,营养钵的吸水率越高,水分含量变化越快,吸水性越好;纸质营养钵吸水性最好,在 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率分别为 25 ℃ 时 484%、0 ℃ 时 415%、50 ℃ 时 489%,始终大于纯水中 25 ℃ 时 470%、0 ℃ 时 410%、50 ℃ 时 472% 的吸水率;其他营养钵在 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率均低于或等于纯水中的吸水率,秸秆基营养钵吸水率在 40%~60% 之间,淀粉基营养钵吸水率为 20% 左右。通过水分含量变化规律的研究,为育苗选取水分含量相适应的营养钵提供依据。

**关键词:**生物基;可降解;营养钵;水分变化;吸水率

**中图分类号:**X712 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)07-0281-03

目前所使用的营养钵大多为塑料制作,虽然成本较低,但透气透水性差,且大量塑料废弃物对人类赖以生存的自然环境造成了严重影响,使用后不易回收利用,也不能被环境降解,残留物污染土壤。同时,塑料营养钵脱膜移栽,不仅会增加劳动力,而且易伤害根系,影响存活率。有必要研制生物基可降解营养钵,既起到育苗保温、保墒、保肥作用,又具有优良的生物降解性、融水性、透气性等<sup>[1-2]</sup>。利用纸、农作物秸秆、淀粉等制备生物基可降解营养钵,是解决废弃塑料问题的新方法,将大大减少塑料营养钵造成的“白色污染”<sup>[3]</sup>。

近年来,国内外有关可降解营养钵的研究取得一定的成效,研究方向大多集中在营养钵胶黏剂改性<sup>[4]</sup>、营养钵成型质量及工艺优化<sup>[5]</sup>、营养钵强度及可降解性能研究<sup>[6-8]</sup>、营养钵育苗性能研究<sup>[9]</sup>等方面,但对营养钵水分含量变化规律鲜有研究。本研究选取纸质营养钵、淀粉基营养钵、秸秆不腐熟营养钵、秸秆腐熟营养钵 4 种生物基可降解营养钵,通过吸水性试验,分析不同材质、不同原料处理方法对营养钵水分含量变化规律的影响,为不同作物选取水分含量相适应的营养钵提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

(1)纸质营养钵。纸杯大小,为全纸浆吸塑法制备,上口直径为 8.0 cm、下口直径为 5.5 cm、高度为 7.5 cm、壁厚为 1.08 mm。(2)淀粉基营养钵。纸杯大小为 40% 淀粉与 PCL

混合注塑制备,上口直径为 7.0 cm、下口直径为 5.0 cm、高度为 8.0 cm、壁厚为 1.12 mm。(3)秸秆不腐熟营养钵。正方形钵口和钵底,由秸秆和胶黏剂混合热压制备,上口边长为 6.0 cm、下口边长为 4.5 cm、高度为 8.0 cm、壁厚为 1.16 mm。(4)秸秆腐熟营养钵。正方形钵口和钵底,由腐熟秸秆和胶黏剂混合热压制备,上口边长为 6.0 cm、下口边长为 4.5 cm、高度为 8.0 cm、壁厚为 1.26 mm。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 含水率测定** 选取不同材质的营养钵,测定其干燥前与干燥后质量之比。干燥前称量试样质量  $M_0$ ,然后将试样置于干燥箱中,保持温度 105 ℃,直至试样质量恒定,取出试样放入干燥器内冷却,冷却后称量试样质量  $M_1$ ,试样含水率  $H$  按公式(1)计算,精确至 0.1%。

$$H = (M_0 - M_1) / M_1 \times 100\% \quad (1)$$

**1.2.2 吸水率测定** 测定试样分别浸入水中和 3.5% 氯化钠溶液中 48 h 内前后质量差与试样浸泡前质量之比。

**1.2.2.1 水中吸水率测定** 称量试样浸水前质量  $W_0$ ,将 3 个试样垂直浸没于温度分别为低温 0 ℃、常温 25 ℃、高温 50 ℃ 的水中,每隔一定时间测量试样的吸水质量,试样在不同时间点的吸水率  $W$  按公式(2)计算,精确至 0.001%。

$$W = (W_1 - W_0) / W_0 \times 100\% \quad (2)$$

式中: $W_0$  为干燥后初始质量; $W_1$  为每个时间间隔测量的最终质量。

**1.2.2.2 氯化钠溶液中吸水率测定** 称量试样浸水前质量  $W_0$ ,将 3 个试样垂直浸没于温度分别为低温 0 ℃、常温 25 ℃、高温 50 ℃ 的 3.5% 氯化钠溶液中,每隔一定时间测量试样的吸水质量,试样在不同时间点的吸水率  $W$  按公式(3)计算,精确至 0.001%。

$$W = (W_1 - W_0) / W_0 \times 100\% \quad (3)$$

式中: $W_0$  为干燥后初始质量; $W_1$  为每个时间间隔测量的最终质量。

收稿日期:2016-02-19

基金项目:江苏省农业科学院青年人才自由探索项目[编号:ZX(15)4012]。

作者简介:蒋希芝(1988—),女,江苏淮安人,硕士,研究实习员,主要从事农用材料研究。E-mail:pinzhongsheng@163.com。

通信作者:赵永富,研究员,主要从事核技术应用及环境科学工作。E-mail:zyfzyf2002@163.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 生物基可降解营养钵纯水中的吸水特性

2.1.1 25 ℃ 常温纯水中吸水特性 生物基可降解营养钵在 25 ℃ 常温纯水中的吸水率见图 1-a。纸质营养钵在最初的 10 min 内吸水速率为 1.714 g/min, 吸水率高达 340%, 吸水迅速, 之后变化缓慢, 最终吸水速率为 0.001 g/min, 吸水率为 470%。随着浸没时间的延长, 吸水率增加, 吸水速率降低, 最终吸水接近饱和状态。不腐熟秸秆、腐熟秸秆 2 种营养钵的吸水率的变化趋势基本一致, 但前者始终大于后者, 最终吸水率分别为 48%、40%, 吸水趋于饱和。淀粉营养钵吸水率始终很小, 2 h 内基本保持稳定, 最终的吸水率仅为 16%。

2.1.2 0 ℃ 低温纯水中吸水特性 生物基可降解营养钵在

0 ℃ 低温纯水中的吸水率见图 1-b。纸质营养钵在最初的 10 min 内吸水速率为 1.631 g/min, 吸水率达 315%, 然后变化缓慢, 最终吸水速率仅为 0.03 mg/min, 吸水率为 410%, 吸水完全饱和。与 25 ℃ 常温相比, 温度越低, 纸质营养钵吸水率越小, 下降越平稳。随着浸没时间的延长, 吸水率增加, 最终吸水接近饱和状态。不腐熟秸秆、腐熟秸秆 2 种营养钵的吸水率的变化趋势基本一致, 但前者始终大于后者, 最终吸水率分别为 46%、36%, 0 ℃ 时 1 h 内秸秆营养钵吸水率较大, 1 h 后在低温的作用下, 0 ℃ 秸秆营养钵吸水率小于常温时的吸水率。淀粉营养钵吸水率始终很小, 2 h 内吸水率变化小于 1%, 最终的吸水率仅为 10%。结果表明, 温度降低, 生物基可降解营养钵最终的吸水率随之降低, 且吸水率变化缓慢。

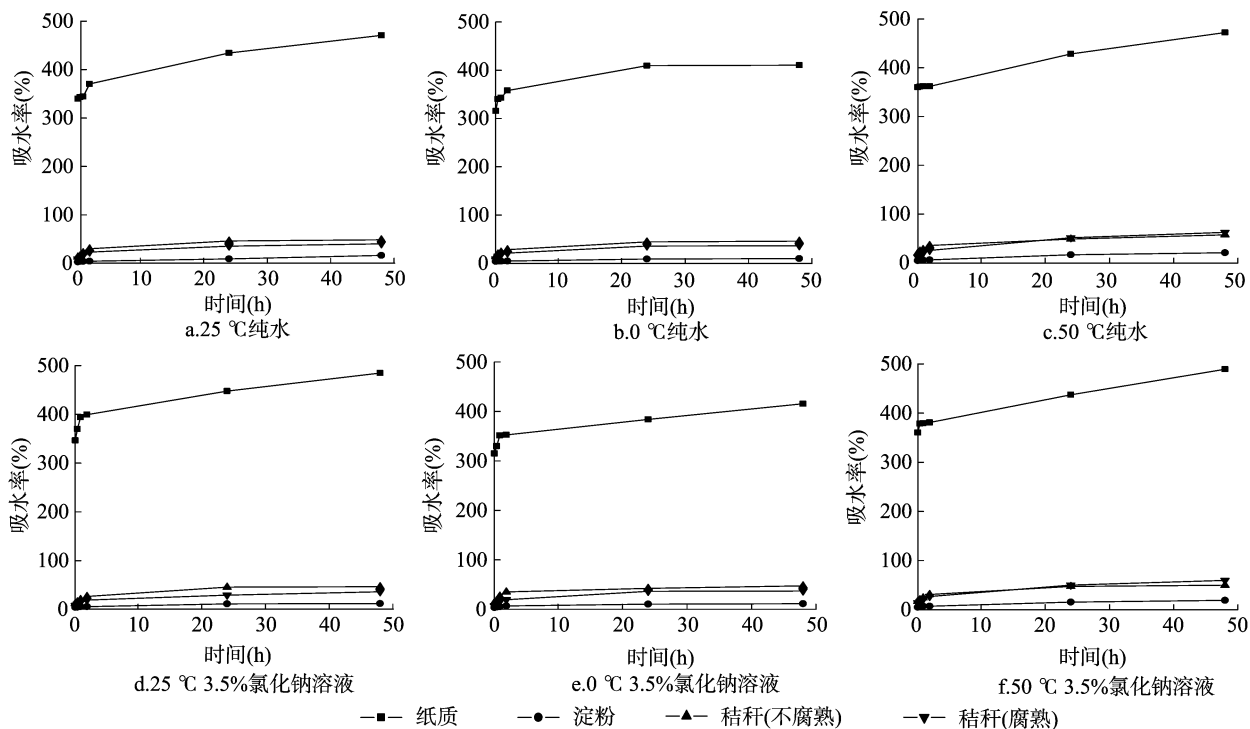


图1 生物基可降解营养钵的吸水率

2.1.3 50 ℃ 高温纯水中吸水特性 生物基可降解营养钵在 50 ℃ 高温纯水中的吸水率见图 1-c。纸质营养钵在最初的 10 min 内吸水速率最大, 为 2.098 g/min, 吸水率达 360%, 最终吸水速率为 0.001 g/min, 吸水率为 472%。与 25 ℃ 常温相比, 温度越高, 纸质营养钵吸水率越大, 变化越迅速。不腐熟秸秆、腐熟秸秆 2 种营养钵吸水率的变化趋势基本一致, 但 24 h 内前者吸水速率大于后者, 24 h 后前者吸水速率小于后者, 最终吸水率分别为 57%、62%。与 25 ℃ 常温相比, 高温 50 ℃ 秸秆营养钵的吸水速率始终大于 25 ℃ 时的吸水速率。随着温度的升高, 淀粉营养钵的吸水率也有所增大, 最终吸水率增加为 20%。结果表明, 温度升高, 生物基可降解营养钵的吸水率随之增大, 吸水率增加迅速。

综上所述, 纸质营养钵吸水性能最好, 因为纸的渗透毛细作用, 由于存在表面张力, 水就会渗入大量的毛细孔内。纸主要成分为木质素, 存在大量的亲水性羟基, 增强了纸质营养钵的吸水性。秸秆纤维本身具备较多的亲水性羟基, 由于制备

过程添加了大豆分离蛋白改性脲醛树脂作为胶黏剂, 其羟甲基脲、羧基、氨基及疏水性基团与秸秆纤维素、半纤维素的羟基进行醚化反应, 减少秸秆纤维亲水性羟基基团, 营养钵吸水性降低, 耐水性提高<sup>[10]</sup>。腐熟的秸秆纤维素和半纤维素均呈现出不同程度的降解<sup>[11]</sup>, 腐熟秸秆的亲水性羟基少于不腐熟秸秆, 因此, 腐熟秸秆营养钵的吸水性小于不腐熟秸秆营养钵, 耐水性能更好。淀粉本身是亲水性天然高分子, 但此淀粉基营养钵的淀粉含量较少, 且改性后亲水性羟基减少, 而混合物 PCL 的水溶性很差, 因此, 淀粉基营养钵的吸水性较差, 耐水性好。温度对生物基营养钵吸水性影响较大。温度越高, 吸水率越大, 吸水性能越好; 温度越低, 吸水率越小, 耐水性能越好。这可能是因为温度影响毛细作用, 即温度越高, 毛细作用越明显。

### 2.2 生物基可降解营养钵 3.5% 氯化钠溶液中吸水特性

2.2.1 25 ℃ 常温 3.5% 氯化钠溶液中吸水特性 生物基可降解营养钵在 25 ℃ 常温 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率见图

1-d。纸质营养钵在最初的 10 min 内吸水率达 346%，吸水迅速，最终吸水率为 484%，始终大于 25℃ 纯水中的吸水率。不腐熟秸秆、腐熟秸秆 2 种营养钵吸水率的变化趋势基本一致，但前者始终大于后者，最终吸水率分别为 46%、36%，均小于 25℃ 纯水中的吸水率。淀粉营养钵最终吸水率为 12%，小于 25℃ 纯水中的吸水率。

2.2.2 0℃ 低温 3.5% 氯化钠溶液中吸水特性 生物基可降解营养钵在 0℃ 低温 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率见图 1-e。纸质营养钵在最初的 10 min 内吸水率达 315%，与 0℃ 纯水中的吸水率一致，最终吸水率为 415%，较 0℃ 纯水中的吸水率 410% 略有增加。与 25℃ 常温 3.5% 氯化钠溶液相比，温度越低，纸质营养钵吸水率越小，变化越平稳。不腐熟秸秆、腐熟秸秆 2 种营养钵吸水率变化趋势基本一致，但前者仍然始终大于后者，最终吸水率分别为 47%、37%，与 0℃ 纯水中的吸水率基本保持一致，上下浮动仅 1%。淀粉营养钵最终吸水率为 11%，与 0℃ 纯水中的吸水率上下浮动 1%。结果表明，浸没于 3.5% 氯化钠溶液中，纸质营养钵吸水率受低温影响大，温度降低，吸水率减小，其他生物基营养钵吸水率与常温相比，变化很小。0℃ 低温时，营养钵在 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率与纯水中亦很接近。

2.2.3 50℃ 高温 3.5% 氯化钠溶液中吸水特性 生物基可降解营养钵在 50℃ 高温 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率见图 1-f。纸质营养钵在最初的 10 min 内吸水率达 360%，最终吸水率为 489%。与常温 25℃ 相比，温度越高，纸质营养钵吸水率越大，变化越迅速。不腐熟秸秆、腐熟秸秆 2 种营养钵吸水率的变化趋势基本一致，但 24 h 内前者吸水速率大于后者，24 h 后前者吸水速率小于后者，最终吸水率分别为 49%、59%，与 50℃ 高温纯水吸水率变化一致，但均小于纯水的吸水率。与 25℃ 常温氯化钠溶液相比，50℃ 高温秸秆营养钵的吸水速率始终大于 25℃ 时的吸水速率。随着温度的升高，淀粉营养钵的吸水率也有所增大，最终吸水率增加为 19%，小于 50℃ 纯水吸水率。

综上所述，纸质营养钵在 3.5% NaCl 溶液中的吸水率随温度的降低而减小，但均始终大于纯水中的吸水率，因为氯化钠溶液中水和 NaCl 的渗透作用同时存在，吸水的同时也吸收了部分 NaCl，增加了吸收效果。25℃ 常温时，秸秆营养钵和淀粉营养钵在 3.5% NaCl 溶液中吸水率小于 25℃ 纯水中的吸水率，因为在 NaCl 溶液中毛细作用效果被削弱，增加了亲水基团的亲水阻力，因此吸水率减小。秸秆营养钵和淀粉营养钵在 3.5% NaCl 溶液中表现为：(1) 低温 0℃ 与常温 25℃ 吸水率与接近，表明低温对 NaCl 溶液中的吸水率影响较小，低温时水的渗透作用有所降低，但低温使得 NaCl 溶解度降低，促使水的渗透作用增加，二者共同作用，吸水率就基本保持不变；(2) 50℃ 高温的吸水率均大于 25℃ 常温，表明温度

增加，吸水率增大；但均小于 50℃ 纯水吸水率，因为温度升高，虽然吸水作用越好，但是 NaCl 溶解度增大，增加了亲水阻力，从而减小了吸水率。

### 3 结论

生物基可降解营养钵保温、保墒、保肥效果突出，水分含量变化各有规律。相同溶液中温度越高，营养钵的吸水率越高，水分含量变化越快，吸水性越好；纸质营养钵的吸水性最好，在 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率分别为：25℃ 时 484%、0℃ 时 415%、50℃ 时 489%，始终大于纯水中 25℃ 时 470%、0℃ 时 410%、50℃ 时 472% 的吸水率；其他营养钵在 3.5% 氯化钠溶液中的吸水率均低于或等于纯水中的吸水率，秸秆基营养钵吸水率在 40%~60%，淀粉基营养钵吸水率为 20% 左右。在生产应用中育苗水分需充足的作物可选取纸质营养钵，一般作物可选取秸秆基营养钵，水分需要较少的可选取淀粉基营养钵，按需选择合适的育苗营养钵。

### 参考文献：

- [1] 王慧杰,冯瑞云,杨淑巧,等. 秸秆育苗钵产品特性分析[J]. 山西农业科学,2015,43(12):1668-1671,1678.
- [2] 张志军,王慧杰,李会珍,等. 秸秆育苗钵质量和性能影响因素及成本分析[J]. 农业工程学报,2011,27(10):83-87.
- [3] 李 军,赵嘉蓓,王炳涛,等. 秸秆育苗钵包装容器的降解性能研究[J]. 包装工程,2015,36(23):67-71.
- [4] Qu P,Huang H Y,Wu G F. Preparation and degradation of seeding containers made from straw and hydrolyzed soy protein isolate modified urea-formaldehyde resins[J]. BioResources,2015,10(4):7946-7957.
- [5] 李道义,王晓燕,景全荣,等. 低聚木糖生产废渣基可降解育苗钵研究[J]. 农业机械学报,2014,45(增刊1):207-211.
- [6] 孙恩惠,黄红英,武国峰,等. 稻壳粉/改性脲醛树脂模压成型材料的力学性能[J]. 农业工程学报,2014,30(13):228-237.
- [7] 季爱坤,冯天亮,常美丹,等. 杨木 BECMP 质量育苗钵自然降解的研究[J]. 中华纸业,2012,33(18):22-25.
- [8] Matuana L M,Kamdern D P,Zhang D J. Photoaging and stabilization of rigid PVC/wood-fiber composites[J]. Journal of Applied Polymer Science,2001,80(11):1943-1950.
- [9] 钱亚明,赵密珍,吴伟民,等. 营养钵育苗对丰香草莓生长结果的影响[J]. 江苏农业科学,2009(2):159-160.
- [10] 孙恩惠,黄红英,武国峰,等. 稻壳/大豆蛋白基黏合剂成型育苗钵性能评价及成因分析[J]. 农业环境科学学报,2015,34(6):1202-1209.
- [11] 周淑霞,于建光,赵 莉,等. 不同有机物料腐熟剂对麦秸的腐解效果[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):347-349,350.