

不同淹水深度对假俭草生长的影响

胡鸣礼, 王兆龙 (上海交通大学农业与生物学院, 上海 200240)

摘要 以暖季型草坪草假俭草(平民)为研究材料, 设对照, 淹水 2 cm, 淹水 4 cm 和淹水 6 cm 共 4 个处理。淹水深度为 2 cm 时, 对假俭草的生长影响较小并且恢复时间短; 淹水深度为 4 cm 时, 假俭草开始出现大面积枯黄, 草坪质量下降快, 生长受到明显抑制, 恢复时间相对较长; 淹水深度为 6 cm 时, 假俭草的枯黄率高达 80%, 草坪质量急剧下降, 生长受到严重的抑制, 短时间内难以恢复。假俭草耐淹性良好, 在海绵城市的下凹式绿地建设中具有良好的应用前景。

关键词 暖季型草坪草; 假俭草; 耐淹性; 海绵城市

中图分类号 S 688.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)14-0105-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.14.031



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Flooding Depth on *Eremochloa ophiuroides* Growth

HU Ming-li, WANG Zhao-long (College of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

Abstract We selected *Eremochloa ophiuroides* as the tested material, arranged 4 kinds of treatments: control, water flooding with 2, 4, 6 cm. When the flooding depth was 2 cm, the growth of *E. ophiuroides* was less affected and the recovery time was short. When the flooding depth was 4 cm, *E. ophiuroides* began to turn yellow in large areas, the turf quality declined rapidly, the growth was significantly inhibited, the recovery time was relatively longer. When the flooding depth was 6 cm, the withered yellow rate of *E. ophiuroides* was as high as 80%, the turf quality was drastically reduced, the growth was severely inhibited, and it was difficult to recover in a short time. [Conclusion] *E. ophiuroides* has good application prospect in the construction of recessed green space in the sponge city.

Key words Warm-season turfgrass; *Eremochloa ophiuroides*; Flooding tolerance; Spongy city

雨水是大自然水循环的一部分, 起着地区水资源调节、补充以及地下水资源补给的作用。城市化建设中, 屋面、道路采用的现代化材料破坏了自然的雨水入渗渠道, 导致 70%~80% 的降水都以径流形式损失, 只有极少量的可以渗入地下水, 最终结果就是水资源循环不良^[1]。传统的城市排水系统追求的是快速排除积水, 末端集中控制, 造成的结果是暴雨天气容易内涝, 影响到人们的正常出行, 更会导致城市功能的瘫痪。

城市雨水收集利用的渠道目前主要有屋顶、路面、园林和绿地等, 其中下凹式绿地应用较多, 效果较好。下凹式绿地有着蓄存雨水、减弱洪峰的作用, 可以使雨水缓慢下渗, 同时避免雨水大量形成径流带来的污染^[2-5]。城市下凹式绿地属于低影响开发理念下的一种卓有成效的应用形式。下凹式绿地的建立不会对生态系统造成干扰, 还可起到对水生态保护修复的作用, 有助于自然循环^[6]。

下凹式绿地建设中, 有很多参数需要结合当地的降雨强度、下凹式绿地的面积大小以及绿地常用植物的耐淹能力等综合考虑, 例如如何设置雨水口的高度以在保证植物正常生长的情况下利用更多的雨水^[7-9]。因此, 对绿地植物耐淹性的综合考量十分必要。草坪是常用的绿地覆盖植被, 使用范围广泛, 在海绵城市下凹式绿地的建设中有良好的应用前景。假俭草(*Eremochloa ophiuroides*)是一种暖季型草坪草, 耐粗放管理和践踏, 研究表明假俭草在夏季处于全淹水状态下可存活 2 个月^[10], 并且在前期的草坪筛选阶段发现其相对于杂交狗牙根、马尼拉、海滨雀稗等暖季型草坪草有较好的耐淹性。笔者以假俭草为材料进行淹水深度和淹水时间的

研究, 拟为进一步深入研究假俭草的耐淹性提供理论依据, 同时也为下凹式绿地植物的筛选提供依据。

1 材料与方法

1.1 植物材料与培养 2017 年 7—8 月, 试验在上海市奉贤区上海燕青园林工程有限公司张塘草坪基地进行, 试验地属于亚热带季风气候, 降雨丰富, 光照充足。供试草坪为假俭草(平民), 将假俭草的草种播种于 17 cm×17 cm×16 cm 的塑料盆内, 以市售河沙为基质。盆底铺上无纺布以防沙经底部的 4 个排水孔散失。对假俭草进行正常水肥管理, 每隔 2 d 浇一次水, 适量施用复合肥(16N-16P₂O₅-16K₂O)。培养阶段, 每 7 d 对假俭草进行一次修剪, 修剪高度 6 cm。

1.2 试验设计与处理 共设置 4 个处理: 对照, 正常管理; 处理①淹水 2 cm; 处理②淹水 4 cm; 处理③淹水 6 cm, 每个处理重复 3 次。每 2 d 进行一次补水, 天气晴好蒸发量大时, 加大补水频率。每 7 d 进行一次换水, 去除水中的杂质以维持水体的透明度。

淹水处理期间, 每隔 2 d 对草坪质量、草坪高度进行测定。当草坪明显枯黄, 预计很难恢复生长时, 结束淹水处理。取出每盆草的 1/4 用于测定生物量, 空余处用沙补齐, 同时测定枯黄率、地上部分生物量、根系生物量、根长等指标。随后进入恢复试验阶段, 持续观察目测质量的变化趋势, 测定其恢复正常生长所需的时间, 并在恢复阶段结束后再对上述指标进行一次测量。综合各项指标的表现, 对不同淹水深度下假俭草的耐淹性能进行评价。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 草坪目测质量。 使用美国国家草坪评比项目(national type evaluation program, NTEP)的 9 分制评分法进行打分: 总分 1~2 分的草坪处于休眠或半休眠状态; 总分 >2~4 分表示质量很差; >4~5 表示质量较差; >5~6 表示质量尚可; >6~7

作者简介 胡鸣礼(1973—), 男, 湖北天门人, 工程师, 硕士, 从事草坪工程研究和工程。

收稿日期 2019-02-19

表示质量良好; >7~8分是优质草坪; 8分以上属于极佳。实际评分过程中, 分别考量密度、颜色、质地与均匀性各个指标的表现, 依次评价。最后再按密度3分、颜色2分、质地2分、均匀性2分的权重算出总分。

1.3.2 草坪高度。在淹水处理开始后, 每隔2 d测定一次植株高度, 当有草坪因淹水出现部分死亡或者明显枯黄时结束淹水试验并停止测量。采用直尺法测量, 直接测定植株高度(cm), 每个样品随机测定8次后取平均值。

1.3.3 根系长度。淹水处理结束后取出植株, 洗去取出的植株根系上的土壤等杂质, 用直尺对根系长度(mm)进行测量。

1.3.4 生物量。淹水处理结束后, 将取出的材料分成地上茎叶及地下根系2个部分, 洗去土壤等杂质, 分别称鲜重。再于85℃下烘干48 h达恒重后, 冷却至室温分别称干重。

1.3.5 枯黄率。随机观察一定数量的植株, 记录绿叶数和枯叶数, 计算叶片的枯黄率。

1.4 数据分析 所有测定数据用SAS统计软件进行统计分析, 以最小显著差法(LSD)检测各处理之间的差异显著性, 以 $P < 0.05$ 作为差异显著性标准。

2 结果与分析

2.1 不同淹水深度下假俭草草坪目测质量的变化 从图1可以看到, 不同淹水深度下, 假俭草的草坪目测质量变化趋势有较大的差异。淹水2 cm处理6 d后草坪质量开始平稳下降, 淹水4、6 cm分别处理2、1 d后草坪质量开始急剧下

降。淹水2 cm处理24 d后还保持着一定的草坪质量, 而淹水4、6 cm分别处理14、18 d后出现了严重的枯黄并停止淹水处理。以上说明不同深度的淹水均显著降低了假俭草的草坪质量, 其中淹水深度越深, 影响越大。

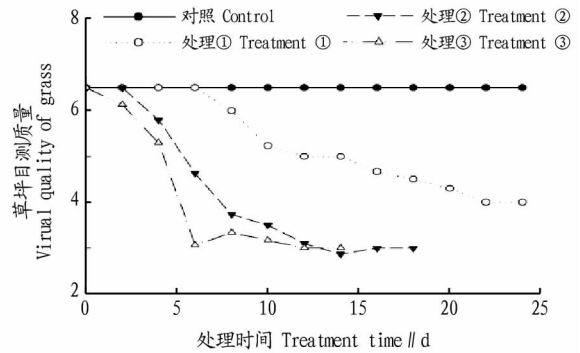


图1 不同淹水深度下假俭草草坪目测质量

Fig.1 The virtual quality of grass under different flooding depth

2.2 不同淹水深度下假俭草草坪高度的变化 由表1可知, 假俭草淹水4、6 cm处理在第8天株高就与对照组有显著差异, 而淹水2 cm处理在第14天才与对照组有显著差异。虽然淹水处理下, 各处理组的草坪高度均有增加, 但是增速有所不同, 其中对照组增速最快, 淹水2 cm处理增速较快, 淹水4、6 cm处理增速较慢。说明淹水对草坪的生长有着显著影响, 其中淹水越深, 影响越大。

表1 不同淹水深度下假俭草草坪高度

Table 1 The plant height of grass under different flooding depth

mm

处理 Treatment	处理时间 Treatment time // d												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
对照 Control	40.0± 0.0 a	50.0± 0.6 a	61.3± 0.3 a	70.3± 0.7 a	79.7± 0.9 a	89.3± 1.5 a	98.3± 1.3 a	109.0± 2.0 a	118.2± 2.0 a	127.1± 1.9 a	137.5± 1.2 a	145.1± 0.7 a	153.2± 0.9 a
①	40.0± 0.0 a	51.7± 0.3 a	62.3± 0.3 a	69.3± 0.3 a	79.7± 0.3 a	89.3± 0.3 a	97.7± 0.3 a	105.7± 0.3 b	113.0± 0.6 b	120.3± 0.7 b	127.7± 0.9 b	134.0± 0.6 b	139.3± 0.9 b
②	40.0± 0.0 a	51.3± 1.2 a	62.0± 2.1 a	67.7± 1.5 a	73.3± 0.9 c	79.0± 0.6 c	85.7± 0.3 c	95.7± 0.3 c	104.0± 0.6 c	110.3± 0.7 c	—	—	—
③	40.0± 0.0 a	52.0± 0.6 a	64.0± 0.6 a	70.0± 0.6 a	76.3± 0.7 b	82.7± 0.9 b	88.7± 0.9 b	—	—	—	—	—	—

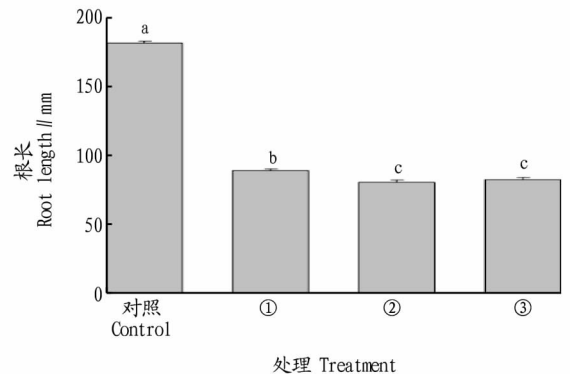
注: 同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

2.3 不同淹水深度对假俭草根系长度的影响 由图2可知, 淹水处理与对照相比根长均有显著差异, 淹水2 cm处理与淹水4 cm和6 cm处理有显著差异, 而淹水4 cm处理和淹水6 cm处理未表现出显著差异性。随着淹水深度的增大, 根系长度有减小的趋势。

2.4 不同淹水深度对假俭草草坪生物量的影响 大部分物种的生长会因根部受到的低氧胁迫而被抑制^[11], 从图3可以看到, 随着淹水深度的加大, 地上部分鲜重、地上部分干重、地下部分鲜重与地下部分干重都呈减小趋势。同时, 显著性分析结果也表明, 地上部分的生物量在淹水深度加到2 cm后, 开始有显著降低, 且淹水6 cm较淹水4 cm也有显著降低; 地下部分的生物量在淹水深度加到2 cm后开始显著降低, 且淹水6 cm较淹水4 cm也有显著降低。

2.5 不同淹水深度对假俭草草坪枯黄率的影响 从图4可

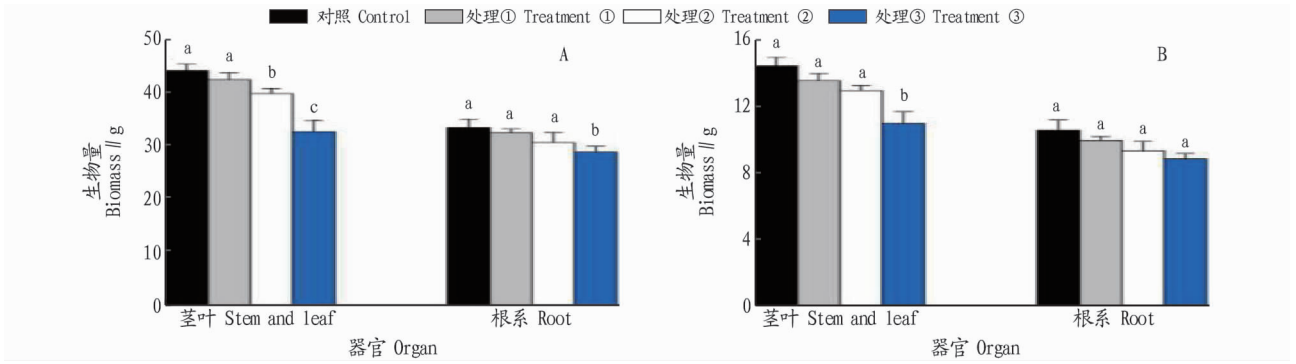


注: 小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters mean significant differences ($P < 0.05$)

图2 不同淹水深度下假俭草根系长度

Fig.2 The root length of grass under different flooding depth



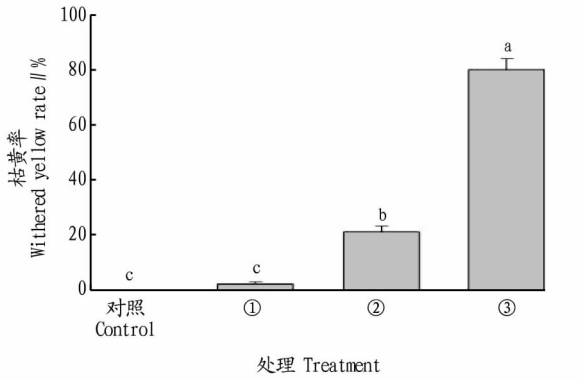
注: A.鲜重;B.干重;小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

Note: A.Fresh weight;B.Dry weight;Different small letters mean significant differences ($P<0.05$)

图 3 不同淹水深度下假俭草生物量

Fig.3 The biomass of grass under different flooding depth

以看出,淹水处理增加了假俭草叶片的枯黄率,淹水 2 cm 的假俭草与对照间无显著差异;淹水 4 cm 的假俭草枯黄率较对照有显著增加;淹水 6 cm 时,假俭草叶片枯黄率达 80%。随着淹水深度的增加,叶片枯黄率也越来越大。



注:小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters mean significant differences ($P<0.05$)

图 4 不同淹水深度下假俭草枯黄率

Fig.4 The withered yellow rate of grass under different flooding depth

2.6 不同淹水深度下假俭草恢复能力的比较 结束淹水后对假俭草进行恢复,淹水 2 cm 处理在恢复 6 d 后草坪目测质

量与对照无显著差异,而淹水 4 cm 处理需要 8 d,淹水 6 cm 处理需要 12 d(图 5),说明淹水深度增加,结束淹水后恢复到正常草坪质量所需要时间也就越长。从图 6 可以看出,恢复 12 d 后,淹水 2 cm 处理组和淹水 4 cm 处理组假俭草的生物量均与对照无明显差异,而淹水 6 cm 处理组的生物量与对照差异显著,说明当淹水达到一定深度时,其结束淹水后生长会变缓慢。

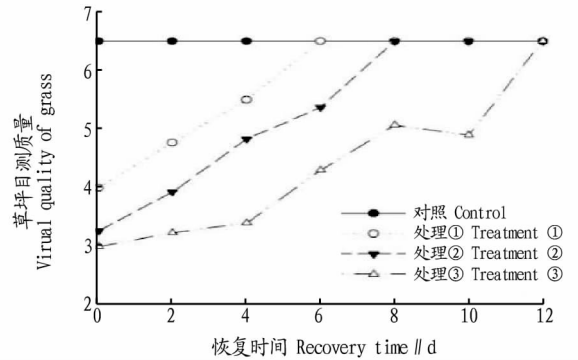
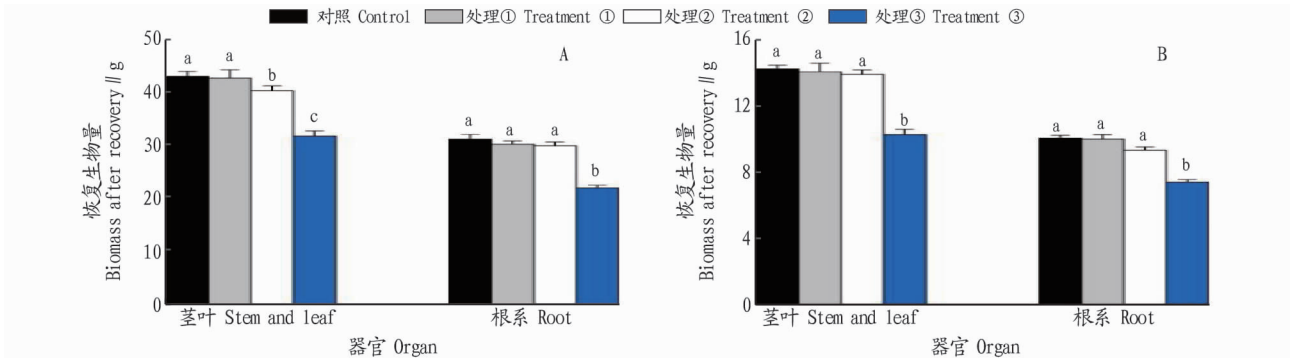


图 5 不同淹水深度下假俭草草坪目测质量恢复变化

Fig.5 The virtual quality of grass under different flooding depth after recovery



注:A.鲜重;B.干重;小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

Note:A.fresh weight; B.Dry weight;different small letters mean significant differences ($P<0.05$)

图 6 不同淹水深度下假俭草恢复 12 d 后的生物量

Fig.6 The biomass of grass after recovering 12 days

3 结论与讨论

综合淹水期间各项生理指标的变化规律,淹水结束时各项生长指标和生物量的比较结果以及恢复阶段的表现,可以认为,在淹水深度为 2 cm 时,假俭草的草坪质量、草坪高度、草坪根系、生物量均出现了下降,同时开始出现枯黄;淹水深度为 4 cm 时,假俭草的部分指标,如草坪质量、草坪高度、草坪根系等有较大影响,叶片枯黄率急剧升高;淹水深度为 6 cm 时,假俭草的各项指标均会受到较大影响,草坪质量在 6 d 内出现了直线下降,生长缓慢,生物量、草坪高度、根长均与其他处理呈现显著性差异,叶片枯黄率高达 80%。恢复阶段,淹水 2 cm 在 6 d 后就与对照组的草坪质量达到相同水平,而淹水 4 cm 则需要 8 d,淹水 6 cm 需要的时间更多,为 12 d。以上说明,假俭草有很好的耐淹性,这也预示了其在下凹式绿地建设中的良好应用前景。

参考文献

[1] 吴丹洁,詹圣泽,李友华,等.中国特色海绵城市的新兴趋势与实践研究

(上接第 50 页)

升品质意识、减少桃园面积、增加桃园投入。所列技术措施,在实践过程中也要与时俱进,不断完善。

精品桃销售还需要做好“三品一标”认证和商标注册,创建地方知名商标和国家驰名商标,打造地理标志保护产品,提高果品的辨识度、知名度和美誉度。加强生产基地和销售市场全方位对接,加大营销宣传力度。搞好按标准分级包装、预冷冷链运输入市销售等管理工作。开拓电商合作、网店直销、观光采摘等新型销售模式,让精品桃卖上好价钱。

参考文献

[1] 朱更瑞.桃树高品质高效益生产技术[J].果农之友,2018(1):15-16,21.
 [2] 赵宝明,顾燕芬,赵杰,等.生物菌肥对老桃园土壤和再植桃苗生长的影响[J].北方园艺,2017(7):179-183.
 [3] 黄占斌,张博伦,田原宇,等.腐植酸在土壤改良中的研究与应用[J].腐植酸,2017(5):1-4,25.
 [4] 邓素枫,杨玉,徐海,等.桃树流胶病及其防治方法研究进展[J].湖南农业科学,2018(12):111-114.
 [5] 匡银近,王春芳,鲁小桥.早露蟠桃品种特性及其优质丰产栽培技术[J].林业实用技术,2011(1):14-16.

[J].中国软科学,2016(1):79-97.
 [2] 程江,徐启新,杨凯,等.下凹式绿地雨水渗蓄效应及其影响因素[J].给水排水,2007,33(5):45-49.
 [3] 杨海清,吕淑华,李秀艳,等.城市绿地对雨水径流污染物的削减作用[J].华东师范大学学报(自然科学版),2008(2):41-47.
 [4] 王闪.城市下凹式绿地和草地对降雨径流磷污染控制效果研究[D].北京:北京林业大学,2015.
 [5] 俞绍武,丁年,任心欣,等.城市下凹式绿地雨水蓄渗利用技术的探讨[J].给水排水,2010,36(S1):116-118.
 [6] 王彤.下凹式绿地等 LID 技术及城市雨水利用工程的应用研究[D].天津:天津大学,2016.
 [7] 杨珏,黄利群,李灵军,等.城市暴雨过程对下凹式绿地设计参数的影响研究[J].水文,2011,31(2):58-61.
 [8] 常江,陈映杰.下凹式绿地溢流口标高及下凹深度参数研究[J].江苏建筑职业技术学院学报,2017,17(1):20-24.
 [9] 吴晓涛,刘思佳,陈书怡,等.响应曲面法分析城市下凹式绿地渗蓄效果及结构参数[J].浙江水利水电专科学校学报,2013,25(1):33-37.
 [10] FRY J D. Submersion tolerance of warm-season turfgrasses [J]. Hort-Science, 1991, 26(7): 927.
 [11] PEZESHKI S R. Wetland plant responses to soil flooding [J]. Environmental and experimental botany, 2001, 46(3): 299-312.

[6] 王金梅.果园生草的意义与方法[J].河北果树,2017(5):44-46.
 [7] 冀中锐,李建,史更生,等.果园生草栽培技术研究进展[J].草原与草业,2018,30(2):12-14.
 [8] 陈锦永,方金豹,顾红,等.多效唑在桃上安全使用技术规程[J].果农之友,2013(3):31-32.
 [9] 王田利.我国桃树栽培现状、问题及建议[J].中国果业信息,2018,35(12):13-15.
 [10] 程进成.蜜桃无公害生产技术[J].农业科技通讯,2004(8):16-17.
 [11] 王春娥,孙金卓,彭立华.突围桃优质丰产栽培技术[J].河北果树,2014(6):28-29.
 [12] 陈争峰.桃树冬季长短梢修剪法[J].落叶果树,2019,51(1):51-53.
 [13] 黎宁.防止桃树内膛光秃的修剪技术[J].果树实用技术与信息,2013(3):24-25.
 [14] 许迎春.安徽黄山市油桃采摘园建园技术[J].中国园艺文摘,2016,32(7):189-190.
 [15] 张文辉.推广绿色防治技术提高果品质量[J].农家科技,2011(1):17.
 [16] 曾义玲,刘莉,向占群,等.平塘县桃树病虫害绿色防控技术[J].植物医生,2016,29(8):73-75.
 [17] 卢翠.新春油桃优质丰产栽培技术[J].农技服务,2015,32(4):138.
 [18] 宋利霞.不同套袋技术对桃品质影响的对比试验[J].河北果树,2018(5):7-8.
 [19] 马文会,崔丽贤,杜润生,等.水果套袋技术要点[J].河北果树,2017(4):38-39.