

刘新红,宋修超,陈伟,等.不同水分处理对发酵床垫料基质栽培的小青菜产量和水分利用率的影响[J].江苏农业科学,2019,47(11):290-294.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.065

# 不同水分处理对发酵床垫料基质栽培的小青菜产量和水分利用率的影响

刘新红,宋修超,陈伟,张苗,罗佳,马艳,严少华

(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:**水分对植物生长和栽培基质内水分蒸发和利用率具有重要影响。在联栋设施蔬菜大棚内,采用发酵床垫料基质进行不同水分用量下的小青菜槽式栽培试验。结果表明,水分供应量过高或过低均不能够获得理想的产量,最优供水量是最大持水量的 63%~75%。最优水分供应量对应根系生物质量和叶面积也最高,但水分用量对株高影响不显著。最优水分供应量时,栽培基质每日自然蒸发(2.46%~4.56%)和水分利用效率(1.99%~6.71%)均处于中等水平。水分供应量过高时,自然蒸发和水分利用效率也较低,植物根系和地上部生物质量均较低。63%~75%最大持水量可以作为基质栽培生产上水分控制指标。

**关键词:**发酵床垫料;基质;小青菜;产量;水分利用率

**中图分类号:**S634.307 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)11-0290-04

栽培基质是一种新型栽培介质,采用栽培基质进行蔬菜育苗和生产已经被人们所认可<sup>[1-2]</sup>。发酵床垫料是采用农业废弃物作为发酵床养猪技术的副产物,具有养分丰富的特点,能够作为重要材料复配基质<sup>[3-4]</sup>。江苏省农业科学院循环农业研究中心近年来采用养猪发酵床垫料成功开发了蔬菜育苗、栽培等多种基质(专利号:CN201410410898.X, CN201710484093.3),近年来该类型栽培基质已经作为番茄、叶菜等蔬菜的栽培基质用于蔬菜生产<sup>[5-7]</sup>。

由于发酵床垫料基质本身疏松多孔,其中留存的水分相比常规土壤极易随蒸发作用散失,而水分过多会影响其通透性。同时,水分使用量是蔬菜产量形成的重要因素<sup>[8]</sup>。因此,采用基质进行叶菜生长的过程中,水分使用量是重要的参数,是产量形成的重要影响因素<sup>[9]</sup>,粗放的管理方式势必不能够实现水分高效应用和蔬菜高产。然而相关研究一般是基于设施大棚立地栽培方式而进行的<sup>[10-12]</sup>,针对基于基质栽培的叶菜生产过程中水分使用量的相关研究还较少。尤其是设施大棚立体槽式栽培条件下,采用基质栽培的过程中,水分在基质内的蒸发特征、水分利用效率还没有较多报道。

本研究以小青菜为代表来探索基质栽培过程中的水分应用特征,旨在为实现蔬菜的基质高效栽培提供技术支持和理论支撑。

## 1 材料与方法

收稿日期:2018-01-16

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(17)2025]。

作者简介:刘新红(1978—),女,河南孟州人,博士,副研究员,从事农业废弃物资源化利用方面的研究。Tel:(025)84390205;E-mail: xhliu2011@126.com。

通信作者:罗佳,博士,副研究员,从事农业资源利用方面的研究。E-mail:luojia@jaas.ac.cn。

### 1.1 试验时间地点

本试验在江苏省农业科学院六合动物科学基地的塑料大棚内进行,试验时间是2017年5月17日至6月5日。该塑料大棚高5 m,长24 m,宽20 m,配备通风和湿帘降温设备。

### 1.2 试验材料

试验所用生长介质为发酵床垫料基质。该基质材料购自江苏省农业科学院六合动物科学基地堆肥厂,其含水量为40%,速效氮、速效磷、速效钾含量分别为0.9( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ )、0.8( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ )、0.2、1.2 g/kg, pH 值为6.3, EC 值为3.0。该发酵床垫料基质采用养猪发酵床垫料与椰糠、蛭石复配而成。供试品种为青梗小青菜。试验所用栽培槽为长80 cm、宽15 cm、深12 cm的长方形槽。该栽培槽平放于栽培架上,内部填放栽培基质进行小青菜栽培。

### 1.3 试验设计

试验设置5个用水量处理,即100%、88%、75%、63%、50%最大持水量,每个处理水分保持的下限是下降10%,基质槽内装发酵床基质2.5 kg,初次单槽用水量分别为4.0、3.5、3.0、2.5、2.0 L。为了保持栽培槽内水分相对稳定,每隔1 d 基质槽进行称质量,然后根据基质槽质量变化减去植物生长量后计算水分的损失量,再进行等量补充,使得基质槽内水分保有量始终保持在起始用水量处理水平。其中植物生长量根据最近收获的植株质量获得。每个水分处理均设置10个重复。试验采用破坏性采样,由移栽开始至植株收获设置5个采样时期,每个时期进行植株地上和地下部分分别收获并同步采集基质样品进行分析。试验开始前选取提前育好的长势均匀的小青菜苗[5叶1心,单株平均鲜质量为(1.57±0.07) g]进行移栽,每个基质槽内种植7株。

### 1.4 试验期间设施大棚内主要气象参数

试验周期内天气情况以晴天或多云天气为主,晴天或多云天气光照度和温度均在中午最高,湿度表现为夜晚最高,随着日出后逐渐降低至中午最低,之后逐渐升高。其中采样当

天最高光照度、平均温度和最低湿度的监测分析结果如表 1 所示,第 12、15 天为晴好天气,光照度最高;第 5、9 天为多云天气,光照度较低;第 19 天为阴雨天气,光照度最低。由于设施大棚内采用了湿帘降温增湿设施,超过 35℃进行了调控,在第 15 天光照最强时仍保持平均温度(25.70±1.92)℃和最低湿度(65.80±1.21)%;而第 12 天由于温度相对稳定,没有进行温湿度干预,中午 12:00—14:00 出现短暂湿度较低的情况,最低湿度为(33.00±1.60)%。

表 1 幼苗移栽后不同时期大棚内主要光照、温度和湿度

移栽后 不同时期	均温 (℃)	最高光照度 (×10 <sup>3</sup> lx)	最低湿度 (%)
第 5 天/多云	26.58±2.13	20.78±0.74	57.6±0.70
第 9 天/多云	22.59±4.42	27.17±1.81	50.9±1.27
第 12 天/晴	23.11±4.70	30.54±1.26	33.00±1.60
第 15 天/晴	25.70±1.92	38.51±1.07	65.80±1.21
第 19 天/雨	20.51±1.13	9.24±0.64	79.00±0.75

### 1.5 采样频率及指标

采样频率设定为移栽后第 5、9、12、15、19 天。每次采样首先称量基质槽内基质及残留水分的总质量  $m_3$ ,根据起始质量来计算总水分损失率;然后测定植株的株高和叶面积(叶面最宽宽度和叶片最长长度);之后任选一个重复处理进行破坏性采样,对植株地上及地下部称质量即为该时期植株的总生物量  $m_4$ ,并采集该时期基质样品进行基础理化性状分析,同步测定株间水分自然蒸发率。大棚内光照度、温度和湿度采用路格公司生产的 LXS-99 型光照仪进行实时跟踪测定。

### 1.6 测定方法

1.6.1 水分利用率计算方法 由于栽培槽不漏水,槽内水分损失量主要来源于植物吸收和株间表面蒸发。植株水分利用率计算公式如下:

植株水分利用率 = 栽培槽水分总损失率% - 行间自然蒸发率%。

其中栽培槽水分总损失率计算公式为

$$\text{栽培槽水分总损失率} = \frac{m_1 + m_2 - (m_3 - m_4)}{m_1} \times 100\%。$$

式中: $m_1$  是指起始栽培槽内基质的质量; $m_2$  是指起始栽培槽内添加水的量; $m_3$  是指经过一个测定周期后栽培槽内基质和剩余水的质量; $m_4$  是指同期破坏性采样获得的植株生物总质量。

1.6.2 株间自然蒸发测定方法 为了测定基质槽内水分自然蒸发,根据蒸渗仪的原理,试验采用一种埋置于栽培槽内的圆杯内水分散发率来考察。该圆杯为直径 5.5 cm、高 8 cm 的不透水的透明 PVC 圆杯。试验开始前内部盛满基质并添加一定量的水,基质与水的比例与对应处理的栽培槽内的基质与水的比例一致。然后将准备好的不同处理的圆杯埋置在对应处理栽培槽内 2 株植株之间,保持顶部开放状态。圆杯每隔 2 d 从所埋基质槽内取出,小心盖上盖子立刻用电子天平称质量。之后再将圆杯内水分补充至起始质量放回栽培槽内原处。株间自然蒸发率,计算公式如下:

$$\text{株间自然蒸发率} = \frac{m_5 + m_6 - m_7}{m_5} \times 100\%。$$

式中: $m_5$  是指起始时圆杯内装的基质的质量; $m_6$  是指起始圆杯内添加的水的质量; $m_7$  是指经过 1 个蒸发周期后圆杯内基质和残留水的质量。

1.6.3 其他理化指标测定方法 基质样品采集后在阴凉处自然风干备用。基质理化性状测定:采用 1 g:10 mL 的基质:水比例进行低速振荡浸提,浸提液采用三参数测定仪进行 pH 值和 EC 值的测定。速效氮磷钾的测定采用常规方法进行。

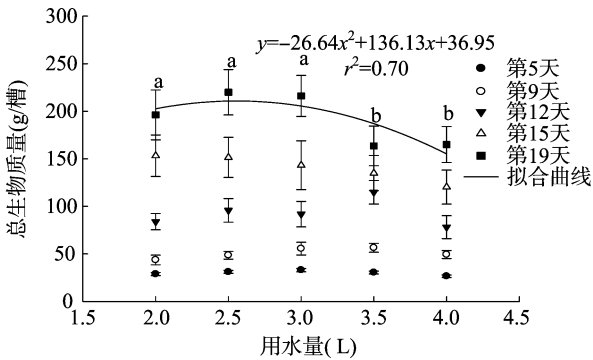
### 1.7 数据分析

采用 Excel 2010 进行数据汇总分析,方差分析和多重比较分析采用最小显著性分析(LSD)法进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水分处理下植株生长情况

2.1.1 植株总生物质量变化情况 植株生物质量随生长期延长而明显增加。不同水分处理收获生物质量介于(163.66±21.82)~(220.05±23.88) g/槽之间,2.5~3.0 L 水处理植株总生物质量最高,3.5~4.0 L 处理显著低于其他水分处理。如图 1 所示,在移栽后的第 12 天期内,总生物质量表现出随用水量的增加而增加的趋势,2.0~3.0 L 用水量处理生物质量略低于 3.5~4.0 L 用水量处理,但差异不显著。自第 12 天以后,总生物质量随用水量的增加呈先升高后下降的趋势;第 19 天收获时,二次方程拟合  $r^2 = 0.70$ 。2.0~3.0 L 用水量处理生物质量显著高于 3.5~4.0 L 用水量处理( $P < 0.05$ )。



不同小写字母表示不同用水量处理间差异显著( $P < 0.05$ )。下同  
图 1 不同用水量处理植株总生物质量

2.1.2 不同水分处理植株根系生物质量 根系在第 15 天之前(前期)生长较缓慢,生物质量在(0.39±0.02)~(4.63±1.21) g/槽之间,各水分处理间差异不显著;而在第 15 天之后进入快速生长期,生物质量在(6.07±0.89)~(12.22±1.70) g/槽之间,且 2.0~3.0 L 用水量根生物质量显著高于 3.5~4.0 L 用水量处理(图 2),这与总生物质量情况一致。根系相对于总生物质量比例较小,收获时仍不足总生物质量的 10%,相关性分析表明,根系生物质量与植株总生物质量呈极显著相关关系( $r^2 = 0.85, P < 0.01$ )。收获时,根系生物质量随着用水量的增加呈先增加后下降的趋势,二次方程拟合  $r^2 = 0.92$ 。

2.1.3 不同用水量处理下株高和叶面积变异 株高与叶面积均随着生育期的延长呈增加趋势。不同用水量处理株高在不同时期均没有表现出显著性差异(图 3),与用水量及总生物质量的相关性均不显著。而叶面积在第 12 天后表现出一

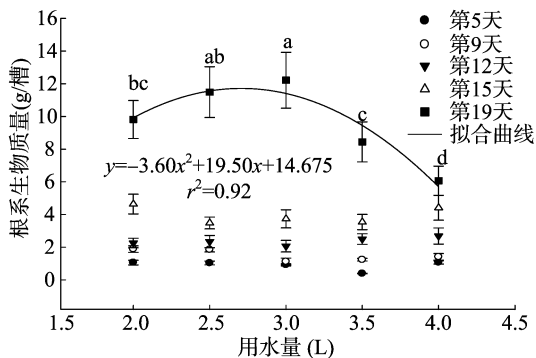


图2 不同用水量处理植株根系生物质量

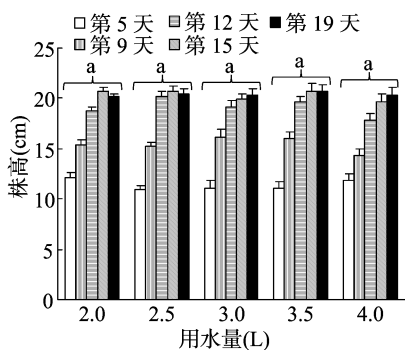


图3 不同用水量处理株高

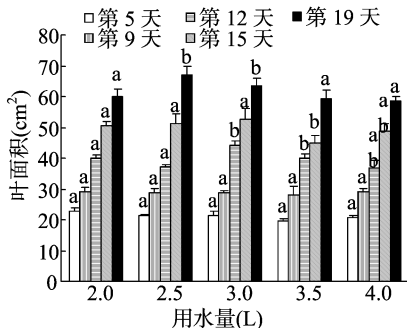


图4 不同用水量处理植株叶面积 (倒3位)

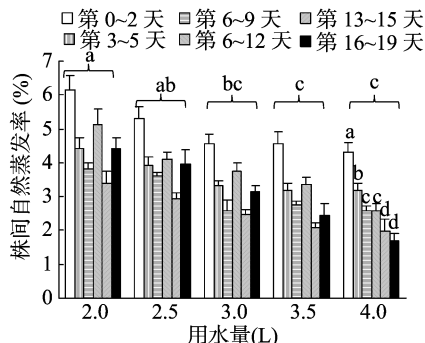


图5 不同用水量处理栽培槽内的株间自然蒸发率

如图6所示,植株水分利用效率整体随着生育期延长呈增加趋势,同时受天气情况影响又略有不同,最高利用率为 $(11.47 \pm 1.10)\%$ ,最低为 $(1.06 \pm 0.30)\%$ 。随着用水量的增加,植株水分利用率呈下降趋势,第12、15天(即晴天)呈现显著负相关关系( $r^2 > 0.81, P < 0.05$ )。第15天时4.0 L用水量处理水分利用率仅为2.5 L处理的57.82%,显著低于2.0、2.5 L处理( $P < 0.05$ )。光照良好的天气情况下,用水量增加会显著降低水分利用效率,这在生育后期表现更为明显。

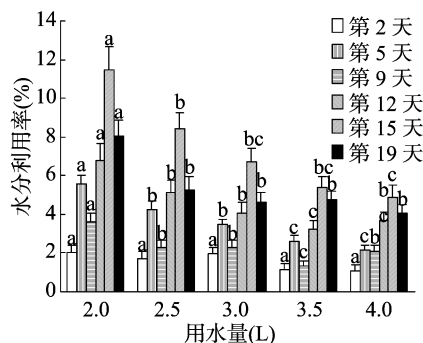


图6 不同用水量处理栽培槽内的水分利用率

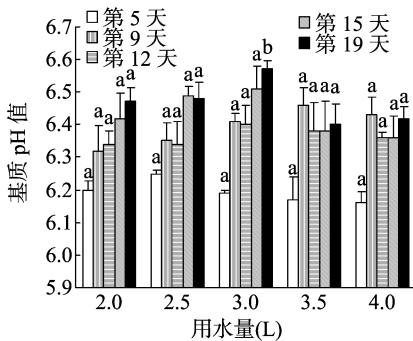


图7 不同用水量处理基质 pH 值变化

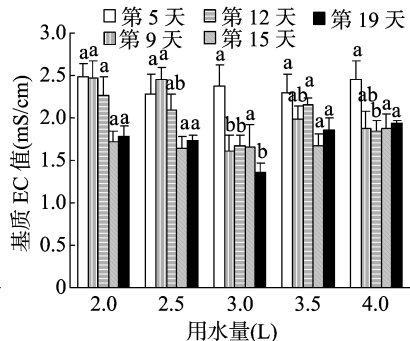


图8 不同用水量处理下基质 EC 值变化

基质速效养分氮磷钾含量均随着生育期的延长而下降,氮素下降最多为70.71%~77.29%,磷素下降5.48%~17.41%,钾素为11.34%~35.03%,不同水量处理下基质养分总体上差异不显著(表2)。

### 3 讨论与结论

水是影响植物生长的重要因子。基质中的水分状况不仅是营养成分通过扩散和质流迁移的方式被植物利用的重要因素,还影响基质本身的孔隙度及通气性。水分过高和过低均

定的差异:2.5、3.0 L用水量处理高于其他处理;收获时显著高于2.0、3.5、4.0 L用水量处理(图4)。叶面积与总生物质量呈极显著正相关关系( $r^2 = 0.85, P < 0.01$ ),与用水量呈负相关关系,但相关性不显著。

#### 2.2 不同水分处理下基质水分利用情况

栽培基质中水分自然蒸发速率随着生长期的延长呈下降趋势。不同水分处理下,自然蒸发率介于 $(2.70 \pm 0.22)\%$ ~ $(6.14 \pm 0.43)\%$ 之间(图5)。株间蒸发率随着用水量的增加而降低,二者呈极显著负相关关系( $r^2 = 0.50, P < 0.01$ ),2.0、2.5 L处理株间蒸发率显著高于3.5、4.0 L处理。

#### 2.3 基质主要参数变化

不同水分处理下基质 pH 值均随着生育期的延长而增加,但不同水分处理间差异不大,后期(第19天)3.0 L用水量处理 pH 值显著高于其他水分处理( $P < 0.05$ )(图7)。

基质电导率(EC值)随着栽培生育期延长呈下降趋势(图8),而幼苗期(第5天)不同水分处理 EC 值变化不大,中后期3.0 L处理表现出低于其他处理的趋势,尤其在第19天时显著低于其他处理( $P < 0.05$ )。

不能够实现较高的蔬菜产量<sup>[13]</sup>。本研究同样发现小青菜最高生物产量适宜水分量为2.5~3.0 L,即基质最大持水量的63%~75%,过高或过低的用水量均不能获得最高产量。这可能是由于基质具有疏松多孔的特点,水分过少不利于养分向根系扩散和迁移,进而可能影响养分和水分的双重吸收,从而影响植物各器官的形态建成。本研究也发现水分用量对叶面积大小和根系生物质量的影响显著,其中叶面积是小青菜产量形成的重要因子与生物质量呈极显著相关关系( $r^2 = 0.85, P < 0.01$ );同样根系作为植株水分吸收的重要器官,与

表 2 不同水分处理下不同生长时期基质养分变化

参数	用水量 (L)	移栽后不同时期基质养分含量(mg/kg)				
		第 5 天	第 9 天	第 12 天	第 15 天	第 19 天
速效 N	2.0	202.73 ± 43.26	171.66 ± 40.07	122.45 ± 35.56a	60.39 ± 19.51	59.37 ± 22.33
	2.5	205.71 ± 46.97	152.08 ± 11.51	108.83 ± 30.78a	48.99 ± 24.10	49.71 ± 25.33
	3.0	227.44 ± 40.57	101.76 ± 31.04	92.10 ± 35.96a	49.04 ± 6.24	62.48 ± 12.94
	3.5	178.38 ± 35.21	115.32 ± 47.66	80.89 ± 24.31a	42.61 ± 18.21	51.08 ± 18.04
	4.0	218.96 ± 36.93	104.58 ± 8.11	40.70 ± 4.43b	47.61 ± 17.02	49.72 ± 29.23
速效 P	2.0	19.35 ± 1.85	19.39 ± 1.45	20.96 ± 1.69	23.67 ± 2.61	18.29 ± 2.58
	2.5	19.49 ± 2.29	20.12 ± 2.32	18.76 ± 2.96	21.93 ± 2.39	22.77 ± 1.84
	3.0	20.75 ± 0.84	20.67 ± 3.79	20.60 ± 1.94	18.62 ± 3.21	19.49 ± 1.75
	3.5	22.97 ± 2.47	22.84 ± 2.52	22.70 ± 2.24	22.14 ± 0.75	19.42 ± 3.44
	4.0	23.60 ± 1.85	21.93 ± 2.52	20.26 ± 1.27	19.88 ± 2.24	19.49 ± 2.11
速效 K	2.0	230.00 ± 23.44	212.00 ± 17.67	214.00 ± 13.58	148.00 ± 28.02	155.00 ± 23.69
	2.5	230.00 ± 25.28	217.00 ± 43.59	197.00 ± 45.17	120.00 ± 15.53	153.00 ± 50.64
	3.0	199.00 ± 23.15	175.00 ± 40.78	175.00 ± 51.01	116.00 ± 43.55	154.00 ± 46.60
	3.5	194.00 ± 35.38	189.00 ± 36.22	208.00 ± 15.31	128.00 ± 39.95	172.00 ± 17.62
	4.0	208.00 ± 23.74	174.00 ± 5.57	191.00 ± 10.15	143.00 ± 31.76	135.00 ± 23.30

注:同列数据后不同小写字母表示不同用水量处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

植株总生物质量呈极显著相关关系( $r^2 = 0.85, P < 0.01$ ),这与前人研究结果<sup>[10,14]</sup>相同。而水分过多造成通气孔隙减小,影响根系的呼吸作用,造成烂根死根现象,从而影响植物对水分和养分的吸收,最终影响植物生长和形态建成<sup>[15]</sup>。合理的水分使用量可能是通过促进根系生长并影响叶面积增加而影响植株生物质量<sup>[16-17]</sup>。

水分自然蒸发是农业生产中的水分控制的重要影响因素<sup>[18-19]</sup>,环境温度和湿度均会影响自然蒸发率<sup>[20]</sup>。本研究同样发现自然蒸发率随生育期增加而下降,这可能是由于生育后期叶面积增加(图 4)对基质表面的遮阴作用造成的<sup>[21]</sup>。本研究首次对设施栽培环境槽式栽培条件下的水分自然蒸发进行监测发现,设施大棚内湿度视天气和日照状况最低 33%,最高 100%,该环境下水分自然蒸发率根据用水量不同而不同,介于(2.70 ± 0.22)% ~ (6.14 ± 0.43)% 之间,并随着用水量的增加而降低,二者呈极显著负相关关系( $r^2 = 0.50, P < 0.01$ ),这与露地土壤的结论<sup>[19-20]</sup>相反。这种现象的原因可能是相比露地土壤,栽培基质的成分主要是废弃的农作物秸秆,秸秆材料虽然疏松多孔但却容易变形,原有的通气大孔隙极易随着用水量增加而下降或者消失,导致基质结构变得紧实,不利于水分蒸发散失。这很可能是小青菜生育中后期,根系生物质量较低(4 L 用水量)而水分利用效率显著降低( $P < 0.05$ )(图 6)2 种现象的主要原因。该结论与前人研究结论相似,即水分利用率与供水量呈负相关关系,供水量可能是通过对根系形态和功能的抑制作用来影响水分的利用率<sup>[22]</sup>,这种趋势在高温高光照的晴好天气更加明显。因此,在采用栽培基质进行栽培时,为了保持基质物理状态和通气性,水分供应量不能够过多。

发酵床垫料基质速效养分含量较高,有效态氮营养以硝态氮为主,随着小白菜生长,pH 值变异较小而 EC 值逐渐降低,基质内速效养分逐渐降低,主要表现为氮素损失较多,磷钾素损失较少富余较多的趋势,但养分变异与用水量均无显著性相关。同等条件下氮素相对其他元素损失量大(>70%),因此对于基质栽培来说氮素养分管理尤为重要。

基质内速效氮素损失途径一是植物的吸收,二是微生物的固定,三是反硝化途径脱除,而本研究收获植株生物质量较低(<220.05 g/槽),植物吸收途径损失氮素量很少,微生物固定和反硝化脱除途径可能是栽培基质内氮素损失的主要途径<sup>[23]</sup>。

综上所述,采用发酵床垫料基质进行小青菜的槽式栽培,水分供应量过高或过低均不能够获得理想的产量,最优供水量是 2.5 ~ 3.0 L/槽或者 1 : 1 ~ 1.2 : 1 的水:基质使用比例。最优水分供应量能够满足最高根系生物质量,并主要通过显著增加叶面积来实现较高的生物量。最优水分供应量时,栽培基质每日株间自然蒸发(2.46% ~ 4.56%)和水分利用效率(1.99% ~ 6.71%)均处于中等水平。水分供应量过高时,株间自然蒸发和水分利用效率也较低,并且植物根系和地上部生物质量均较低。

#### 参考文献:

- [1] 李婷婷,马蓉丽,成妍,等. 中国蔬菜基质栽培研究新进展[J]. 农学学报,2013,3(4):30-34.
- [2] 谢小玉,邹志荣,江雪飞,等. 中国蔬菜无土栽培基质研究进展[J]. 园艺园林科学,2005,21(6):280-283.
- [3] 崔艳霞,潘晓亮,徐亚楠. 发酵床养猪的研究现况与展望[J]. 中国畜牧兽医,2011,38(6):211-214.
- [4] 吴寿华. 养猪场发酵床垫料与氮肥配施对茶树光合特性与茶叶产量的影响[J]. 农学学报,2014,4(9):42-46.
- [5] 卢信,刘丽珠,范如芹,等. 保水剂对发酵床垫料栽培基质性状及小白菜生长的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):196-199.
- [6] 李晟,顾洪如,张霞,等. 熟化猪发酵床垫料对白菜产量及重金属积累的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):201-203.
- [7] 范如芹,罗佳,高岩,等. 农业废弃物的基质化利用研究进展[J]. 江苏农业学报,2014,30(2):442-448.
- [8] 王宁,黄子彬. 广州市主要蔬菜用水量及水分利用效率测定分析[J]. 广东水利水电,2014(4):39-41.
- [9] 梁玉芹,刘云,杨军芳,等. 不同灌水量对日光温室番茄产量与品质的影响[J]. 河北农业科学,2012,16(2):34-36.

洪莉,陈令会,曹锦萍,等. 南方桃园不同绿肥的腐解及养分释放规律研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):294-297.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.066

# 南方桃园不同绿肥的腐解及养分释放规律研究

洪莉,陈令会,曹锦萍,董军,王会福

(浙江省台州市农业科学研究院,浙江临海 317000)

**摘要:**利用埋袋法模拟研究白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草 4 种绿肥在果园土壤中的腐解及养分释放规律特征,旨在为南方地区果园生草的草种选择提供参考。结果表明,从 4 种绿肥生长量来看,综合表现为黑麦草>白三叶>鸭茅草>鼠茅草。随着翻压时间的延长,4 种绿肥腐解释放规律基本一致:翻压后的干质量和质量累积减少率均呈现先快后慢的趋势,且 4 种绿肥主要在翻压后 20 d 内腐解较快,随后腐解速率变慢,翻压 120 d 时,白三叶、鼠茅草、黑麦草和鸭茅草的累积减少率分别为 83.17%、67.83%、65.35%、54.07%。4 种绿肥的养分释放速率总体呈先快后慢的趋势,养分累积释放率由快至慢依次为白三叶>鼠茅草>鸭茅草>黑麦草。其中,白三叶的氮、钾和有机碳的释放量在前 20 d 就达到了 50% 以上。整个翻压过程中,总体上碳氮比、碳磷比和碳钾比由高到低依次为黑麦草>鸭茅草>鼠茅草>白三叶。

**关键词:**南方;桃园;绿肥;腐解特征;养分释放规律

**中图分类号:**S142

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2019)11-0294-04

绿肥是清洁的有机肥源,翻压后能为土壤提供大量的碳源和养分<sup>[1]</sup>,可以改善土壤微生物性状,增加土壤有机质含量<sup>[2]</sup>和速效 N、P、K 含量<sup>[3-5]</sup>,提高果园微生物数量和酶的活性<sup>[6-7]</sup>,从而改善土壤质量<sup>[8]</sup>。南方地区桃园由于长期实行清耕制,农药化肥泛滥而造成水土流失,土壤肥力下降,环境污染,桃的果实和品质不高,果园绿肥作为果园无公害绿色有机肥料,可以“以园养园,以地养树”。桃园绿肥翻压后进入土壤进行腐解并通过矿化释放营养元素,显著增加土壤有机

质含量,有效降低速效化肥施用量,提高土壤肥力<sup>[9]</sup>。

迄今国内对绿肥的研究多集中在绿肥覆盖或翻压对土壤肥力特性影响,虽然也有部分学者研究了绿肥的腐解及养分释放特征,其中高桂娟等研究了南方稻田内 3 种绿肥对酶活性的影响<sup>[10-13]</sup>,但对南方桃园绿肥还田后养分腐解和释放规律的研究还较少,本试验利用网袋研究白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草等 4 种绿肥在桃园土壤中的腐解及全氮、全磷、全钾、有机碳等释放规律,为南方桃园绿肥资源合理利用和土壤改良提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地点位于浙江省台州市临海市小溪桃基地,28°40′~29°04′N,120°49′~121°41′E,土壤质地为壤土,年降水量为 350~500 mm,亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明。全年

收稿日期:2019-01-24

基金项目:浙江省台州市科技项目(编号:2015A21005)。

作者简介:洪莉(1974—),女,浙江台州人,硕士,高级农艺师,从事果树生理品质和栽培研究推广。E-mail:850983710@qq.com。

通信作者:陈令会,男,硕士,农艺师,从事果树生理品质和栽培研究推广。E-mail:121985851@qq.com。

[10]裴芸,别之龙. 塑料大棚中不同灌水量上限对生菜生长、品质及生理特性的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(9):176-180.

[11]杨文斌,郝仲勇,王凤新,等. 不同灌水下限对温室茼蒿生长和产量的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(1):94-98.

[12]刘明池,张慎好,刘向莉. 亏缺灌溉时期对番茄果实品质和产量的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(增刊2):92-95.

[13]Bradford R B, Yang S F. Physiological responses of plants to waterlogging[J]. HortScience,1981,16(1):25-30.

[14]曾建明,谷保静,常杰,等. 茶树工厂化育苗适宜基质水分条件研究[J]. 茶叶科学,2005,25(4):270-274.

[15]陆景陵. 植物营养学(上册)[M]. 2版. 北京:中国农业大学出版社,2003:179-181.

[16]郑仁娜,阚正荣,苏盛楠,等. 遮光和渍水对小麦幼苗形态和生长的影响[J]. 麦类作物学报,2017,37(2):238-245.

[17]王传凯,郭森,杨青华. 不同灌水下限对水稻生长生理特性及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):114-119.

[18]陈凤,蔡焕杰,王健,等. 杨凌地区冬小麦和夏玉米蒸发蒸腾和作物系数的确定[J]. 农业工程学报,2006,22(5):191-193.

[19]袁宏伟,蒋尚明,汤广民,等. 夏玉米蒸发蒸腾及与土壤含水率、叶面积指数关系研究[J]. 节水灌溉,2015(7):40-42.

[20]王晓燕,陈洪松,王克林. 红壤坡地不同土地利用方式土壤蒸发和植被蒸腾规律研究[J]. 农业工程学报,2007,23(12):41-45.

[21]Kang S Z, Gu B J, Du T S, et al. Crop coefficient and ratio of transpiration to evapotranspiration of winter wheat and maize in a semi-humid region[J]. Agricultural Water Management,2003,59(3):239-254.

[22]姜立,张国斌,张晶,等. 水氮处理对青花菜产量及水肥利用效率的影响[J]. 中国蔬菜,2013(16):66-71.

[23]王维敏. 麦秸、氮肥与土壤混合培养时氮素的固定、矿化与麦秸的分解[J]. 土壤学报,1986,23(2):97-105.