

# 食用菌栽培废料对盐碱化土壤的改良试验

王军利

(咸阳职业技术学院, 陕西 西咸新区 712046)

**摘要:**【目的】以人工配制的中重度盐碱化土壤为研究对象, 通过对其添加不同含量的平菇渣来进行改良, 使之适于栽培草莓, 提高盐碱土栽培草莓的品质和产量, 探索盐碱土改良的方法。【材料】以平菇渣为添加剂, 对人工配制的盐碱化土壤进行改良试验。红颜草莓为试验植物, 通过其存活率、叶片养分含量、叶片叶绿素含量、优质果产生量以及草莓产量等指标的对比, 对改良效果进行评估。【方法】在保护地中, 采用槽式栽培, 在盐碱化程度较高的土壤中添加比例为0、1/5、1/4、1/3、1/2、1/1的经过60天高温堆肥处理的平菇渣, 以试验地基础田园土壤作为空白对照, 研究不同比例平菇渣的添加, 对盐碱土容重、PH值、EC值的影响, 并以红颜草莓在这几种试验基质上的存活率、叶片养分含量、叶片叶绿素含量、优质果产生量及草莓产量等指标为参照, 对该影响进行评估。【结果】不同比例的平菇渣添加量, 对盐碱化土壤的理化性质均有明显影响, 进而对草莓的存活率、叶片养分含量、叶片叶绿素含量、优质果产生量及草莓产量等指标均产生影响。【结论】平菇渣可改良盐碱化土壤的理化性质, 使之更适于草莓的栽培; 中重度盐碱土中添加1/4~1/3平菇渣时, 红颜草莓的存活率、生理指标及产量等表现最好, 且略优于试验地基础田园土。

**关键词:** 平菇渣; 红颜草莓; 盐碱土; 土壤调理

**中图分类号:** X712

**文献标识码:** A

**文章编号:** 94047-(2020)02-005

盐碱土中, 土壤 $\text{Na}^+$ 过多, pH显碱性, 会破坏土壤养分平衡, 降低土壤中 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 等无机营养的有效性, 易使植物根系组织细胞腐烂, 引发植物发生各种疾病<sup>[1-2]</sup>。同时, 盐碱土土壤机质含量低, 导致土壤结构紧实, 孔隙度低, 阻碍水分和盐分的运移, 高盐度还易使某一种盐分浓度过高, 对作物造成单盐毒害。过高的盐碱化程度, 还会造成土壤溶液水势过低, 植物根系吸水困难, 形成生理性干旱<sup>[3-4]</sup>, 对作物根系生长、细胞膜结构、气孔开闭、养分吸收以及遗传物质等都造成一定危害, 降低作物抗逆性, 影响作物正常生长<sup>[3-11]</sup>。

在我国, 人均耕地面积只占世界人均的耕地面积的43%<sup>[1, 5]</sup>, 耕地资源相对匮乏。同时, 我国的盐碱地分布比较广泛, 为世界上盐碱地分布较多的国家之一<sup>[12-5]</sup>, 约有9900万 $\text{hm}^2$ 之多。大面积盐碱化土壤进一步加剧了我国耕地资源紧张的局面, 很多地方不得不对低盐碱化土壤进行开发、改良

并长期耕种粮食作物、蔬菜以及瓜果等<sup>[3-7]</sup>。目前, 盐碱地改良的主要方法有: 生物方法、化学方法、物理方法以及上述方法相结合的综合措施, 其中, 通过给土壤添加调理剂是一种简单、高效的措施, 已有不少科技工作者做过成功的改良试验<sup>[4-5, 11-13]</sup>。食用菌栽培后剩余的菇渣, 是一种常见的农业生产废弃物, 每年5月, 年度食用菌栽培结束, 大量的食用菌栽培废料集中产出, 给环境造成极大的污染压力。但同时, 食用菌栽培废料又是一种有机质及有机营养含量较高的土壤有机改良剂, 它的添加, 能提高土壤有机质含量, 降低土壤容重, 改善土壤通气条件, 改良土壤结构、调节土壤微生物环境, 进而降低土壤盐碱过高对作物的危害, 达到改良盐碱土壤、促进作物生长继而提高产量和品质的目的<sup>[12-22]</sup>。本试验在总结前人改良试验的基础上, 以平菇渣为盐碱土改良剂, 试验不同添加量对中重度盐碱化土壤的改良效果, 并以红颜草莓在不同添加量的基质中的存

收稿日期: 2020-03-11

项目基金: 咸阳市二〇一九年重点研发计划项目(2019k02-52)

作者简介: 王军利(1967—), 男, 陕西蓝田人, 学士, 副教授, 研究方向为园林园艺及植物学。

活率、叶片养分含量、叶片叶绿素含量、优质果产生量及草莓产量等为对比指标,对改良效果进行评估,从而找到合适的改良添加量。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 盐碱土的配制 试验前,先采集试验田园地的基础土样,测定其含盐量及pH值,再用NaCl和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 两种盐以浇灌的形式对基础土样进行盐碱化处理,直至其盐碱化程度达到预定含盐量为止。据测定,试验地基础田园土壤质地为壤土,其pH 7.83,全氮 0.54 g/kg,有效磷(P) 21.43 mg/kg,有效钾(K) 114 mg/kg,有机质 17.21 g/kg,处理后使其成为pH 9.22,EC值为4.39 mS/cm的中、重度盐碱土。

1.1.2 平菇渣的取得 通过西安欣苗生物科技有限公司的联系,在食用菌栽培大户处购得大量平菇栽培后的废弃菌棒,运至试验场地后,经过脱袋、人工破碎及60天塑料布高温封闭堆肥法处理,晾晒后在避风、避雨处堆放储存。

1.1.3 红颜草莓苗的取得 通过西安市长安区农技推广中心,在长安区草莓苗供应基地购买健康的红颜无毒钵苗800株备用。

1.1.4 测量仪器 浙江托普云农科技股份有限公司生产的植物营养测定仪“TYS-3N”,其中叶绿素含量的精度为 $\pm 0.3$  SPAD, N素含量的精度为 $\pm 5\%$ ;电导率测定仪,为上海雷磁 DDS-307实验室台式电导率仪,测量范围为1-3000US/cm,精度为 $\pm 0.5\%$ FS;PH仪,为西化仪(北京)科技有限公司生产的ST10/PHS-711A型;市售普通塑料栽培槽,规格为:下底宽 $\times$ 高 $\times$ 上口宽 $\times$ 总长=28 cm $\times$  25 cm $\times$  32 cm $\times$  240 cm。

### 1.2 试验设计

1.2.1 试验土壤配制 试验前,以人工配制好的盐碱土及处理好的平菇渣为配料,按体积比,分别配制出平菇渣添加量为总土壤量0(S1)、1/5(S2)、1/4(S3)、1/3(S4)、1/2(S5)、1/1(S6)的试验土壤(栽培基质)。以试验地普通田园土(S7)作为试验对照土壤(栽培基质)。

1.2.2 试验设计 用以上7种土壤为试验栽培基质,填装栽培槽。每种试验栽培基质装9槽,共63槽。填

装好栽培槽后,按每组每个试验栽培基质3槽的量,把全部栽培槽分3组。即每组内有每种试验栽培基质的槽数为3个,每组的总槽数为 $3 \times 7 = 21$ 个。这样,把试验分成3组,即3个重复。每个重复(组)用1套滴灌设备进行灌溉、施肥,冬天每10d浇一次透水,春秋每7d浇一次透水,整个生长期,每30d按每槽20 g的量薄施一次氮磷钾复合全营养肥。

最终的实验数据取3组重复的平均值。

1.2.3 试验设计的参数 试验测取的参数分别有:试验前、后7种栽培基质的pH值、EC值,容重等;红颜草莓的成活率、叶片叶绿素含量、叶片氮素含量(养分含量)、优质果(单果重35g以上)产出量、草莓果实总产量等。

### 1.3 数据处理

运用 Microsoft Excel 2007软件对数据进行处理和作图,用 SPSS19.0软件进行统计分析和差异显著性检验。

### 1.4 研究过程

1.3.1 栽培与管理 2018年9月15日,按每槽10株的量,在各栽培槽中栽种草莓苗,栽好后,将每组栽培槽集中摆放,各槽之间相距40 cm,使不相互遮挡。每组栽培槽使用1套滴灌装置对其进行前述的正常灌溉、施肥管理。

1.3.2 各试验数据的测取 栽培试验前及结束后,对7种试验栽培基质的理化性质进行测定。土壤容重采用环刀法进行测定,计算公式为:土壤容重( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) = 干土重/容积;以去离子水:土质量=5:1制备土壤水浸提液,用以测定土壤pH值和盐分指标(EC值)。

各试验基质草莓存活率测取:在实验结束时(2019年4月30日),统计3组试验各个基质上草莓苗的存活数量,计算存活率。计算公式为:存活率 = 草莓苗存活量/90(栽培总量)  $\times$  100%。

各试验基质草莓叶片养分含量(N素含量)测取:2018年12月15日,草莓生长旺盛季节测取。方法为在每组试验中,分别测取各种试验栽培基质中各草莓叶片的含氮量,每株草莓随机测取一片叶子,每组、每种栽培基质测取30个数据,取其平均值,最终将3组重复的平均值进行平均,即为该种试验栽培基质上草莓叶片的养分含量。

$$\begin{aligned} \text{即 } N_1 &= \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{20}}{20}, & N_2 &= \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{20}}{20}; \\ N_3 &= \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{20}}{20} \\ \text{则 } N &= \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3} \end{aligned}$$

其中, X1、X2、… X30分别为各组各试验栽培基质中30株草莓叶片养分含量的实测数据; N1、N2、N3分别为第一组(重复1)、第二组(重复2)以及第三组(重复3)各试验栽培基质中草莓叶片养分含量的平均值; N为各试验栽培基质中叶片养分含量的最终取值。

各试验基质草莓叶片叶绿素含量(P)测取: 数据测取时间、方法、计算方式及最终取值方式同叶片养分含量的测取, 即2018年12月15日, 草莓生长旺盛季节测取: 在每组试验中, 分别测取各种试验栽培基质中各草莓叶片的叶绿素含量, 每株草莓

随机测取一片叶子, 每组、每种栽培基质测取30个数据, 取其平均值, 最终将3组重复的平均值进行平均, 即为该种试验栽培基质上草莓叶片的叶绿素含量。

各试验基质草莓优质果产出率测取: 从有果实收获开始, 到2019年4月30日试验结束, 统计3组试验中每种试验栽培基质上优质果产出的总个数。

各试验基质草莓总产量测取: 从有果实收获开始, 到试验结束, 记录并统计3组试验中每种栽培基质上收获草莓的总产量。

## 2 结果与分析

### 2.1 栽培试验前各基质理化性质的测试结果及对比

栽培试验前, 在试验用7种栽培基质配制完成后, 对其理化性质进行了测量, 结果如表1。

表1 7种试验栽培基质的理化性质对比

栽培土壤	平菇渣添加量	容重(g/cm <sub>3</sub> )	pH值	EC值(mS/cm)
S1	0	1.294 <sup>a</sup>	9.22 <sup>a</sup>	4.39 <sup>a</sup>
S2	1/5	1.099 <sup>b</sup>	8.48 <sup>ab</sup>	3.67 <sup>b</sup>
S3	1/4	1.021 <sup>b</sup>	7.91 <sup>b</sup>	3.11 <sup>bc</sup>
S4	1/3	0.976 <sup>bc</sup>	7.82 <sup>bc</sup>	2.84 <sup>c</sup>
S5	1/2	0.742 <sup>c</sup>	7.37 <sup>bc</sup>	2.59 <sup>c</sup>
S6	1/1	0.292 <sup>d</sup>	7.23 <sup>c</sup>	2.21 <sup>c</sup>
S7	试验地基础田园土	1.283 <sup>a</sup>	7.83 <sup>b</sup>	2.41 <sup>c</sup>

注: 表中a、b等不同小写字母表示同列中数值对比差异明显(P<0.05)。下同。

由表1中可见, 7种栽培基质的理化性质差异明显, 亦即平菇渣的添加, 明显地改变了盐碱土的容重、pH值、EC值。7种试验栽培基质中, S1(配制盐碱土)的容重和S7(试验地基础田园土壤)相似, 数值最大, S6(平菇渣)的容重最小; 随着平菇渣添加量的增加, 盐碱土(S1)的pH值碱性降低, 这是由于平菇渣本身的pH值接近中性造成的, 同时, S3、S4、S7之间差异不显著; 于EC值(盐

性)而言, 平菇渣的添加, 明显降低栽培基质的盐性程度, 但S3、S4、S7之间差异不显著。可见, 就pH值及EC值而言, S3、S4、S7之间相似。

### 2.2 栽培试验后各基质理化性质的测试结果及对比

栽培试验结束后, 清理各试验栽培基质中的草莓植株, 对各试验栽培基质理化性质进行测试, 对比各组数据在栽培试验前后的改变, 见表2。

表2 栽培试验前后7种栽培基质理化性质对比

栽培土壤	容重(g/cm <sub>3</sub> )		pH值		EC值(mS/cm)	
	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
S1	1.294 <sup>a</sup>	1.255 <sup>a</sup>	9.22 <sup>a</sup>	8.91 <sup>a</sup>	4.39 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>
S2	1.099 <sup>b</sup>	1.125 <sup>a</sup>	8.48 <sup>ab</sup>	8.17 <sup>ab</sup>	3.67 <sup>b</sup>	3.41 <sup>b</sup>
S3	1.021 <sup>b</sup>	1.122 <sup>a</sup>	7.91 <sup>b</sup>	7.97 <sup>b</sup>	3.11 <sup>bc</sup>	3.09 <sup>c</sup>
S4	0.976 <sup>bc</sup>	1.104 <sup>ab</sup>	7.82 <sup>bc</sup>	7.80 <sup>c</sup>	2.84 <sup>c</sup>	2.88 <sup>c</sup>
S5	0.742 <sup>c</sup>	0.899 <sup>b</sup>	7.37 <sup>bc</sup>	7.44 <sup>c</sup>	2.59 <sup>c</sup>	2.33 <sup>c</sup>
S6	0.292 <sup>d</sup>	0.325 <sup>c</sup>	7.23 <sup>c</sup>	7.31 <sup>c</sup>	2.21 <sup>c</sup>	2.45 <sup>c</sup>
S7	1.283 <sup>a</sup>	1.291 <sup>a</sup>	7.83 <sup>b</sup>	7.77 <sup>b</sup>	2.41 <sup>c</sup>	2.41 <sup>c</sup>

由表2可见, 试验后7种栽培基质间的理化性质差异依然显著, 并且基本维持试验前的趋势, 但同时, 试验后S2~S6的容重都有所增加, 可见, 种植试验有使容重较小的基质变紧实、容重变大的趋势; 试验前后, 各栽培基质的pH值及EC变化不明显, 可见, 栽培过程对基质的碱性和盐性的影响不显著。

### 2.3 各试验栽培基质上草莓生理指标的测试结果及对比

在草莓生长最旺盛的季节, 于2019年12月15, 对各栽培基质上的草莓叶片养分含量及叶绿素含量进行了测量, 结果见表3。

表3 7种试验栽培基质上草莓叶片中养分含量及叶绿素含量对比

栽培土壤	养分含量(mg/g)	叶绿素含量(SPAD)
S1	1.6 <sup>d</sup>	18 <sup>c</sup>
S2	2.4 <sup>c</sup>	24.4 <sup>b</sup>
S3	2.9 <sup>a</sup>	30.2 <sup>a</sup>
S4	3.0 <sup>a</sup>	29.7 <sup>a</sup>
S5	2.7 <sup>b</sup>	26.9 <sup>ab</sup>
S6	2.2 <sup>c</sup>	23.5 <sup>b</sup>
S7	2.7 <sup>b</sup>	27.2 <sup>ab</sup>

由表3可见, 7种栽培基质上, 草莓叶片的养分含量及叶绿素含量差异显著。其中最差表现均在S1上出现, 而最好表现均在S3和S4上出现, 可见, S3和S4的平菇渣添加量有利于草莓生长。而参考表2的结果, 可见S3和S4相对于S5和S6基质, 其pH值及EC值都相对略高, 属于中轻度盐碱土壤, 但草莓的生理性质表现却更好, 这可能是由于基质的物理性质使得草莓根系呼吸更好、吸收营养物质的能力更强造成的。

### 2.4 各试验栽培基质上草莓保苗率及对比

表4 7种试验栽培基质上草莓存活量、保苗率及总产量对比

栽培土壤	存活量	保苗率(%)	总产量(g)
S1	63	66.7	8520 <sup>d</sup>
S2	80	88.9	19430 <sup>c</sup>
S3	90	100	30850 <sup>a</sup>
S4	90	100	31330 <sup>a</sup>
S5	83	92	27130 <sup>b</sup>
S6	74	82	11200 <sup>d</sup>
S7	90	100	29610 <sup>ab</sup>

栽培试验结束时, 统计各栽培试验基质上存活的草莓苗量, 并计算出各基质上的保苗率, 同时, 将各栽培基质上草莓的总产量进行总结, 结果见表4。

由表4可见, S3及S4基质上的保苗率与S7相同, 均为100%, 而盐碱土S1上的保苗率最差, 并且通过长势观察也可以发现, S3、S4、S7上草莓苗生长健壮, 棵型大, 叶片颜色深绿, 病虫害少, 而盐碱土S1上的草莓苗长势差, 苗弱, 棵型小, 叶色浅, 叶面有枯斑, 病虫害较多。由总产量上一栏可见, S3、S4上总产量最高, 数值稍高于S7, 但与S7之间无显著差异, S1上总产量最低, S3、S4、S7上的总产量, 基本为S1上总产量的3倍多。可见, 当盐碱土(S1)中添加1/4~1/3平菇渣时, 对其改良效果最好, 植物的长势、营养及总产量最高, 与普通田园土S7上草莓生长的表现基本相同。

### 2.5 各试验栽培基质上草莓优质果产生数及其对比

栽培试验结束时, 将整个过程中各栽培基质上优质果的个数进行总结, 并对其进行对比, 结果见图1。

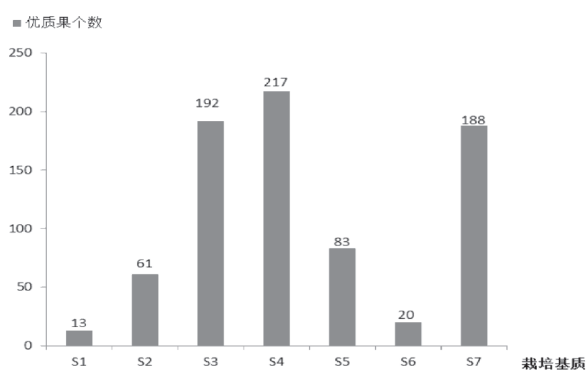


图1 7种试验栽培基质上草莓优质果产生总个数

由图1可见, 在S3、S4上, 优质果的产生量最大, 稍多于S7, 但三者之间的差别不显著, 其次为S2和S6, 而在S1及S6上, 优质果的产生量最小。这一表现结果与表4基本一致。

## 3 结论与讨论

综合前面的实验结果, 可见: 添加平菇渣可对盐碱土进行改良, 其理化性质皆能得到显著改善, 这一结果与王良梅<sup>[12]</sup>等、王永江<sup>[18]</sup>等用菇渣在其他作物上试验的结果一致, 也与史蛟华<sup>[5]</sup>等用棉粕在盐碱地对棉花的试验、时冰<sup>[9]</sup>在园林植物、李建东<sup>[3]</sup>等在草地、王军利<sup>[22]</sup>等在屋顶花园等用其他有机或无

植物对土壤的改良结果试验一致,即土壤可以通过添加有机物或无机物而得到改良,使之更适于植物生长。但栽培试验中,添加平菇渣对土壤的盐碱性改变及物理性质的改变与史蛟华<sup>[9]</sup>等用棉粕在盐碱地对棉花的试验不十分一致,可见,不同的土壤性质、不同的添加剂,对土壤改良起作用的方面不尽相同,具体问题,需要具体的试验来验证。

本试验中,于中重度盐碱土中添加1/4~1/3平菇渣时,试验植物红颜草莓生长健壮、棵型大、叶绿素含量高、叶片营养元素含量高、植株病虫害发生少,其优质果产生量及总产量最大,与普通适耕田园土基本一致并稍优。可见,中重度盐碱土可以通过添加平菇渣而使其理化性质得到改良,以适应于栽培草莓等植物。

#### 参考文献

- [1]郎志红.盐碱胁迫环境对植物种子萌发和幼苗生长的影响[D].兰州:兰州交通大学,2008.
- [2]张建峰.盐碱地的生态修复研究[J].水土保持研究,2008,15(4):74-78.
- [3]尹勤端.盐碱化对土壤物理及水动力学性质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [4]刘宏,刘剑钊,闫孝贡,等.盐碱土改良与利用技术研究进展[J].吉林农业科学,2012,37(2):20-23.
- [5]史蛟华,陈宽,王晓丽,马宏秀,王开勇.棉粕对盐碱化土壤改良及棉花产量的影响[J].新疆农业科学,2019,56(8):1449-1458.
- [6]李彬,王志春,孙志高,等.中国盐碱地资源与可持续利用研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):154-158.
- [7]王义亨.盐碱地危害探究与改良[J].科技活动,1997(8):48-49.
- [8]李文誉,李德明.盐碱及重金属对植物生长发育的影响[J].北方园艺,2010(8):221-224.
- [9]时冰.盐碱地对园林植物的危害及改良措施[J].河北林业科技,2009(9):61-62.
- [10]李建东,郑慧莹.松嫩平原盐碱化草地治理及其生物生态机理[J].科学出版社,1997(8):78-82.
- [11]朱和明.新疆盐碱土的治理[J].石河子大学学报(自然科学版).1999(3):78-82.
- [12]王艮梅,黄松杉,郑光耀,项卫东,陈容.菌渣作为土壤调理剂资源化利用的研究进展[J].土壤通报,2016(05):1273-1280.
- [13]景鑫鑫.改良剂对盐碱土壤修复的研究进展[J].河南农业,2020(01):17-19.
- [14]姜增明,费云鹏,陈佳,王绪涛.土壤调理剂在盐碱地改良中的作用[J].北方园艺,2014(20):174-177.
- [15]王玉江,吴涛,吴杰.磷石膏改良盐碱地的研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(17):7413-7423.
- [16]于兴洋,王文杰,杨逢建,等.重度盐碱地改良措施对土壤特性和不同植物光合、生长的影响[J].植物研究,2010,30(4):473-478.
- [17]张俊华,贾科利.宁夏红寺堡扬黄灌区次生盐渍化土壤改良成效研究[J].土壤,2011,3(4):650-656.
- [18]王永江,王怀相,刘国维.腐植酸肥在盐碱地上应用的试验总结[J].腐植酸,2000(3):34-35.
- [19]王文杰,贺海升,祖元刚,等.施加改良剂对重度盐碱地盐碱动态及杨树生长的影响[J].生态学报,2009,29(5):2272-2278.
- [20]杨海儒,官伟光.不同土壤改良剂对松嫩平原盐碱土理化性质的影响[J].安徽农业科学,2008,36(20):8715-8716.
- [21]李北齐,王倡宪,孟瑶,等.生物有机肥对盐碱土壤养分及玉米产量的影响[J].中国农学通报,2011,27(21):182-186.
- [22]王军利,张菁.屋顶花园栽培基质中添加海泡石的效果研究初报[J].中国农学通报,2006(01):240-242.

[责任编辑:王军利]

(上接第25页)

悲伤)会驱使文字的生发,当创作完成时情感仿佛也得到了宣泄。而快乐的事情发生时,往往并不会写什么东西,也许是人在安逸中就丧失了创作的冲动。翻一翻这几年写的备忘录,尽是愤懑痛苦忧伤不平的宣泄。我想这大概是人类情感的共通吧。

读罢钱先生的《七缀集》,收获颇多。这不仅是一部贯通东西方文论的作品,同时也为比较文学的研究提供了许多延伸的思路。我们在学习比较文学研究中,应当努力汲取大家的诗学观和比较方

法,在跨文化研究中做到各种文论之间的相互认识、理解、对话和沟通,在求同存异中寻求人类文明共同的心理和审美观念,更加了解人类文学的发展。纵观世界文学,中国文学在世界上的接受度仍有待提高。比较文学的研究,不仅仅是在不同文化环境下文明的碰撞,更能够帮助我们更好地了解世界文学,传播中国文学。我始终相信,研究比较文学能够帮助中国文学更好地走向世界。

[责任编辑:任小赛]