



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114158417 A

(43) 申请公布日 2022.03.11

(21) 申请号 202111466082.5

(22) 申请日 2021.12.03

(71) 申请人 西北农林科技大学

地址 712100 陕西省咸阳市杨陵区邠城路3号

(72) 发明人 管清美 张德辉 程鹏达 张雨田 赵爽

(74) 专利代理机构 成都方圆聿联专利代理事务所(普通合伙) 51241

代理人 邓永红

(51) Int. Cl.

A01G 17/00 (2006.01)

A01G 7/06 (2006.01)

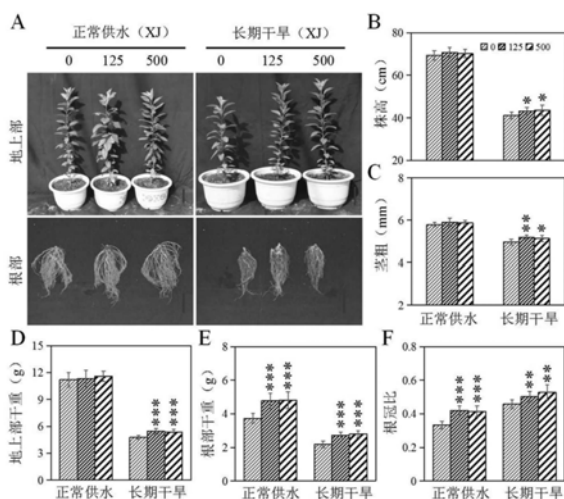
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

4-甲基伞形酮在提高植物抗干旱上的用途

(57) 摘要

本发明公开了4-甲基伞形酮在提高植物抗干旱上的用途,本发明发现4-MU可促进植物特别是苹果属植物根系发育,在干旱胁迫下提高植物叶片光合作用,并提高水分利用效率,进而促进苹果属植物抗旱能力。可很大程度上促进干旱地区苹果产业的可持续发展。



1. 4-甲基伞形酮在提高植物抗干旱上的用途。
2. 根据权利要求1所述的用途,其特征在於,所述植物为苹果属植物。
3. 根据权利要求1或2所述的用途,其特征在於,所述提高植物抗干旱是指促进根系发育、提高叶片光合作用或/和提高水分利用效率。

4-甲基伞形酮在提高植物抗干旱上的用途

技术领域

[0001] 本发明属于植物种植领域,具体涉及4-甲基伞形酮在提高植物抗干旱上的用途。

背景技术

[0002] 近几十年以来,我国的果树产业取得了巨大成就,带来的经济效益日益增长,已经成为部分地区农村经济发展的重要支柱。苹果作为世界上栽培历史最为悠久的果树之一,以其独特的风味及口感赢得了各国人民的喜爱。黄土高原因其独特的地理位置和气候条件成为世界最大、最优的苹果产区之一,但该地区降雨较少,且季节性分配不均,导致该地区常年遭受持续性干旱。干旱是影响果树生长发育的最重要的限制因素之一。干旱发生在早夏季节,会影响果树的开花和坐果,对果树产量影响巨大;干旱发生在果实采摘之后,将影响来年果树的开花及坐果,并进一步影响果树产量;干旱胁迫可破坏植物的组织构架,降低植物叶片含水量及叶绿素含量,破坏光合电子传递,影响植物的光合作用;与此同时,干旱胁迫还影响大小、颜色、糖度、酸度、硬度等果实品质特性。

[0003] 近年来,随着现代生物技术的突飞猛进,不断影响着人们的生产、生活方式。代谢组学作为一种新兴生物技术,已经被广泛应用于植物各领域研究。代谢组学在果树领域的应用可以全面了解果树在各种环境中所产生的代谢物,并进行定量分析,进行品质评价、优良品种选育、植物抗逆应答等各方面研究。植物代谢物不仅给人类提供了营养、能量、药物等生活必需品,还在植物的生长发育过程中不可或缺,同时,植物代谢物在植物抵抗生物及非生物胁迫方面也发挥重要功能。

[0004] 根系是感知土壤水分状态的最直接器官,并将信号向上传递给各个组织和器官。在干旱胁迫下,根系会产生一系列形态和结构上的变化,通过增加根冠比来吸收更多的水分和养分,提高果树对干旱的耐受能力。因此,通过代谢组学研究根系代谢物,挖掘可提高苹果树抗旱能力代谢物,研究其功能及作用机制,可很大程度上促进黄土高原地区苹果产业的可持续发展。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题为:如何挖掘可提高苹果树抗旱能力代谢物。

[0006] 本发明的技术方案为:4-甲基伞形酮在提高植物抗干旱上的用途。

[0007] 进一步地,所述植物为苹果属植物。

[0008] 进一步地,所述提高植物抗干旱是指促进根系发育、提高叶片光合作用或/和提高水分利用效率。

[0009] 代谢组数据分析表明,抗旱型砧木新疆野苹果进行自然干旱处理后,4-甲基伞形酮(4-MU)和4-甲基伞形酮- β -D-糖苷(4-MU-Glc)含量显著增加;而在干旱敏感型砧木T337根系中未能够检测到该代谢物含量变化。因此,4-MU作为4-MU-Glc前体,在苹果属植物抗旱过程中可能发挥重要功能。选取新疆野苹果和T337小苗,移栽至花盆中,根部施加不同浓度的4-MU(0、125、500 μ M),待其自然生长40天后进行长期自然干旱处理(60天),表型分析发

现,4-MU可促进新疆野苹果和T337根系发育,提高植物叶片光合作用,并提高水分利用效率,进而促进苹果属植物抗旱能力。

[0010] 与现有技术相比,本发明具有以下效果:

[0011] 本发明发现4-MU可促进植物特别是苹果属植物根系发育,在干旱胁迫下提高植物叶片光合作用,并提高水分利用效率,进而促进苹果属植物抗旱能力。可很大程度上促进干旱地区苹果产业的可持续发展。

附图说明

[0012] 图1:新疆野苹果和T337响应干旱差异代谢物分析。A:短期自然干旱处理。B:差异代谢物检测。D_T337:T337自然干旱处理根系样本;C_T337:T337正常供水根系样本;D_XJ:新疆野苹果自然干旱处理根系样本;C_XJ:新疆野苹果正常供水根系样本。

[0013] 图2:4-MU在长期干旱胁迫下对新疆野苹果生长发育的影响。A:新疆野苹果在不同处理条件下的表型特征。B:株高。C:茎粗。D:地上部干重。E:根部干重。F:根冠比。

[0014] 图3:4-MU在长期干旱胁迫下对T337生长发育的影响。A:T337在不同处理条件下的表型特征。B:株高。C:茎粗。D:地上部干重。E:根部干重。F:根冠比。

[0015] 图4:叶片相对含水量。A新疆野苹果叶片相对含水量。B T337叶片相对含水量。

[0016] 图5:4-MU在长期干旱胁迫下对新疆野苹果光合指标的影响。

[0017] 图6:4-MU在长期干旱胁迫下对T337光合指标的影响。

[0018] 图7:4-MU在长期干旱胁迫下对新疆野苹果和T337水分利用效率的影响。A:新疆野苹果瞬时水分利用效率。B:T337瞬时水分利用效率。C:新疆野苹果稳定碳同位素($\delta^{13}\text{C}$)丰度比。D:T337稳定碳同位素($\delta^{13}\text{C}$)丰度比。

具体实施方式

[0019] 下述实施例中的实验方法,如无特殊说明,均为常规方法。下述实施例中所用的试验材料,如无特殊说明,均为从商业渠道购买得到的。

[0020] 一种苹果根系代谢物4-甲基伞形酮可通过促进根系发育及提高植物的光合作用,进而促进苹果植物在长期干旱胁迫下的抗旱能力。试验方法及结论具体如下:

[0021] 1. 材料和方法

[0022] 1.1 试验材料和方法

[0023] 所用植物材料为抗旱型砧木新疆野苹果和干旱敏感型砧木T337,上述植物材料移栽于西北农林科技大学五泉综合试验站。

[0024] 短期自然干旱处理:选取苹果抗旱型砧木新疆野苹果(XJ)和干旱敏感型砧木T337(T337)为试验材料,移栽至大田进行盆栽试验,随机分为2组(5颗/组):对照组(正常供水组)和试验组(自然干旱处理组)。对上述盆栽植物进行灌水至饱和状态,对照组生长过程中进行正常供水,试验组停止供水。自然干旱处理20天后,对植物样品根部取样,置于 -80°C 保存备用。

[0025] 代谢组测定:取短期自然干旱处理的根部样品,液氮研磨,称取100mg粉末转移至1.5ml离心管中,加入120 μl 50%甲醇,涡旋震荡充分混匀,静置10min,转移至 -20°C 冰箱过夜处理以沉淀样品中蛋白质,转移至低温离心机4000g离心20min,转移上清液至96孔板,采

用高分辨率质谱仪 (TripleTOF5600plus, SCIEX) 进行非靶向代谢物检测。

[0026] 4-MU处理:选取生长势较为一致的植物材料移栽至大田盆栽生长,待新叶长出后,继续生长2周,再次挑选生长势较为一致的植物材料,并施加不同浓度的4-MU (0、125、500 μ M),待其生长30天后,随机分为2组:对照组 (Control) 和长期干旱处理组 (Drought),每组15颗。

[0027] 长期干旱处理:采用TDR土壤水分仪和称重法相结合,定量控水处理。对照组:TDR测定土壤体积含水量为43-48%,称重法测定土壤含水量为70-100%;长期干旱处理组:TDR测定土壤体积含水量为18-23%,称重法测定土壤含水量为35-50%。称重法测定土壤含水量计算方法:土壤含水量=(土壤重量-土壤干重)/(土壤饱水重-土壤干重)。

[0028] 光合作用指标测定:使用光合测定仪LI-COR6400对植物进行光合指标测定,包括光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间CO₂浓度(Ci)和蒸腾速率(Tr)。测定光合指标时,应在天气良好的上午9-11点,并选择幼嫩程度、大小等相对一致的叶片(从上往下,第7-9片叶)进行测定。

[0029] 叶片含水量测定:摘取幼嫩程度、大小相对一致的叶片(从上往下,第5-7片叶),并记录叶片鲜重M₁;将上述叶片浸泡在纯净水中24小时后取出,吸水纸吸干水分,记录叶片饱水重量M₂;最后将上述叶片转移至80℃烘箱烘干至恒重,记录叶片烘干重量M₃。叶片相对含水量(M)=(M₁-M₃)/(M₂-M₃)。

[0030] 水分利用效率测定:包括光合仪法和稳定碳同位素法($\delta^{13}\text{C}$)等。

[0031] 光合仪法可测定瞬时水分利用效率(iWUE)=光合速率(Pn)/蒸腾速率(Tr)。

[0032] 稳定碳同位素法测定水分利用效率(WUE):长期干旱持续处理60天后,采集地上幼嫩程度、大小相对一致的成熟叶片(从上往下,第7-9片叶),并用纸巾擦拭干净叶片表面灰尘;每种处理随机采取3个生物学重复转移至105℃烘箱,杀青处理30min,此后将温度调整为80℃,烘干至恒重;上述烘干样品转移至球磨机,研磨后使用80目尼龙纱布过筛,收集样品粉末,使用稳定碳同位素质谱仪(Flash EA 1112HT-Delta V Advantages, Thermo Fisher)测定¹³C/¹²C丰度比。

[0033] 2.结果与分析

[0034] 2.1新疆野苹果和T337根系响应外界干旱代谢物差异分析

[0035] 干旱胁迫会诱导植物产生一系列代谢物以达到防御作用,而根系是感知土壤水分状态最直接的器官,因此,揭示根系在干旱胁迫下代谢物差异,为筛选抗旱代谢物提供新见解。

[0036] 本试验采用抗旱型苹果砧木新疆野苹果和干旱敏感型砧木T337为试验材料,进行正常供水和自然干旱处理(图1中A),取根部样品进行差异代谢物检测,结果显示:在新疆野苹果根系干旱处理组和对照组中检测到131种差异代谢物;在T337根系干旱处理组和对照组中检测到180种差异代谢物(图1中B)。代谢组数据分析表明:新疆野苹果和T337根系响应干旱共有差异代谢物106种;新疆野苹果根系响应干旱特异性代谢物25种,这其中4-甲基伞形酮(4-MU)和4-甲基伞形酮- β -D-糖苷(4-MU-Glc)含量显著增加,而在干旱敏感型砧木T337根系中未能够检测到该代谢物含量变化。因此,4-MU作为4-MU-Glc前体,在苹果属植物抗旱过程中可能发挥重要功能。

[0037] 2.2差异代谢物4-MU功能验证

[0038] 2.2.1 4-MU在长期干旱胁迫下对植物生长发育表型分析

[0039] 干旱胁迫可诱导抗旱型砧木新疆野苹果根系4-MU和4-MU-Glc代谢物产生,而在干旱敏感型砧木T337根系中未能检测到该代谢物的存在。4-MU可在UDP-葡萄糖基转移酶(UGTs)催化作用下生成4-MU-Glc,4-MU作为4-MU-Glc前体在新疆野苹果抗旱过程中是否发挥重要作用,我们采用新疆野苹果和T337进行长期干旱处理,并施加不同浓度4-MU(0,125,500 μ M),测定其抗旱指标。结果显示:施加4-MU处理后,无论是新疆野苹果还是T337其生长状态均好于未施加组(图2和图3);干旱胁迫下,施用4-MU的新疆野苹果和T337株高、茎粗、地上部干重、根干重及根冠比均显著高于未施加组(图2和图3);正常供水条件下,4-MU对砧木地上部无明显影响(图2和图3),但可显著促进根系的发育,提升根冠比(图2中A,D-F和图3中A,D-F)。以上数据表明4-MU可提高新疆野苹果和T337抗旱能力。

[0040] 2.2.2 4-MU提高长期干旱胁迫下植物叶片相对含水量

[0041] 叶片相对含水量反应了植物叶片的保水能力,干旱胁迫下叶片相对含水量较高的植物,其抗旱能力较强,反之,其抗旱能力较弱。对施加不同浓度4-MU新疆野苹果和T337叶片相对含水量进行测定,结果显示:正常供水条件下,4-MU对新疆野苹果和T337叶片相对含水量无显著差异;长期干旱胁迫下,4-MU可明显提高新疆野苹果和T337叶片相对含水量(图4)。该数据表明4-MU可提高新疆野苹果和T337抗旱能力。

[0042] 2.2.2 4-MU在长期干旱胁迫下对植物光合指标的影响

[0043] 长期中度干旱胁迫下,气孔开张度下降,光合作用减弱,植物积累的生物量下降。测定不同条件下植物的光合指标,可反映植物对外界干旱环境的耐受能力。光合指标分析显示:在正常供水条件下,不同浓度4-MU对新疆野苹果和T337光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度和蒸腾速率(T_r)无明显影响(图5和图6);在长期干旱胁迫下,4-MU可显著提高新疆野苹果和T337的光合速率(P_n)、度(G_s)、胞间 CO_2 浓度和蒸腾速率(T_r) (图5和图6)。

[0044] 2.2.3 4-MU在长期干旱胁迫下对植物水分效率的影响

[0045] 水分利用效率是描述干旱胁迫下植物生长的适宜程度,是反应植物抗旱性的重要指标。瞬时水分利用效率($iWUE$)等于光合速率与蒸腾速率之比。碳同位素技术为分析叶片内部气体交换和碳吸收提供有力技术支持,植物的水分利用效率与叶片干物质中稳定碳同位素组成($\delta^{13}C$)成正相关,因此测定植物叶片干物质中碳同位素组成可反应植物真实的水分利用状态,也是目前评价水分利用效率的最理想指标。测定结果显示:正常供水条件下,施加不同浓度4-MU和未施加4-MU新疆野苹果和T337的 $iWUE$ 和 $\delta^{13}C$ 无明显差异;干旱胁迫下,施加4-MU新疆野苹果和T337植物 $iWUE$ 和 $\delta^{13}C$ 值均显著高于未施加组植物。以上试验表明4-MU可提高植物的水分利用效率(图7)。

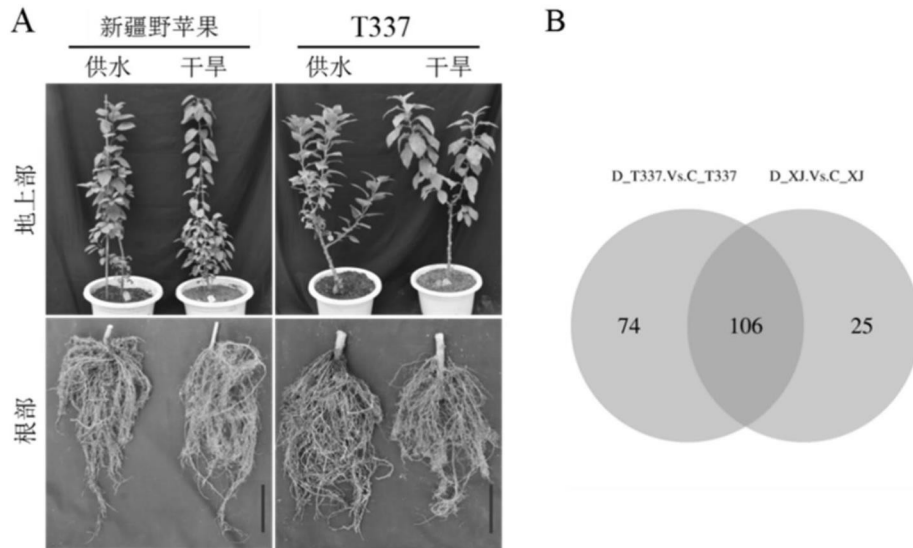


图1

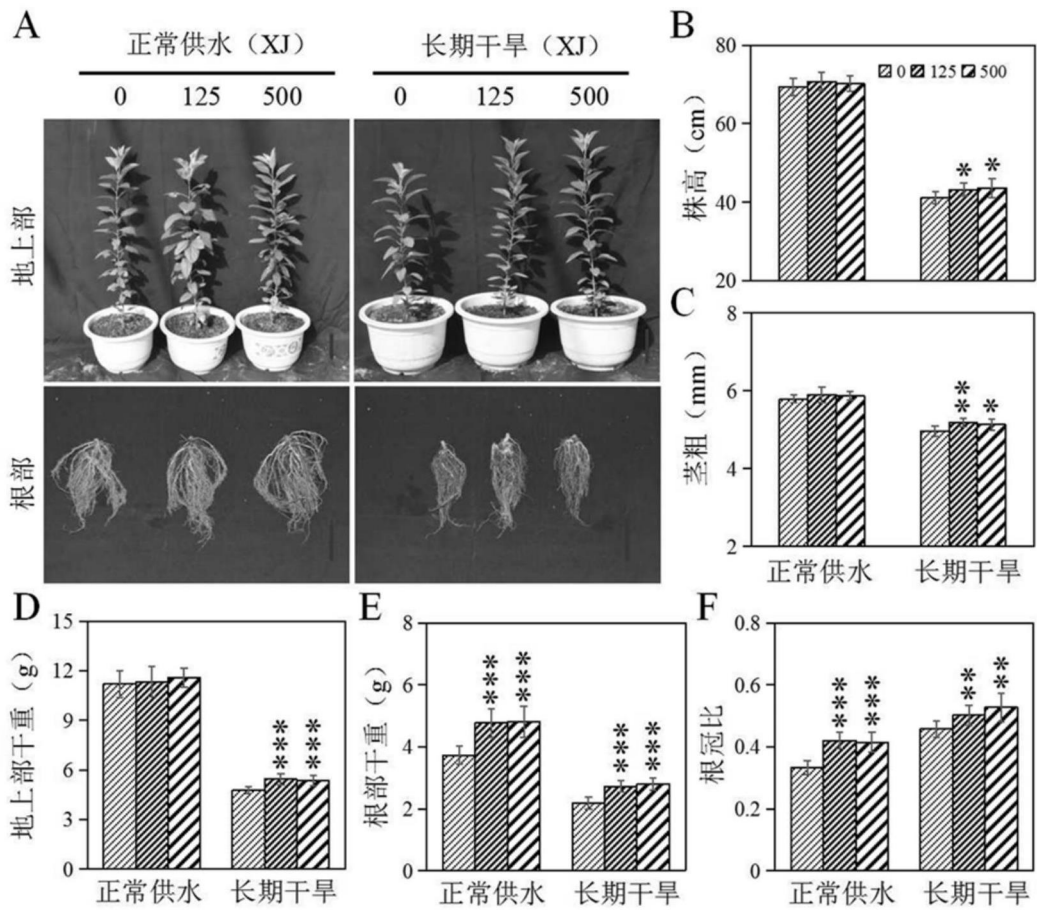


图2

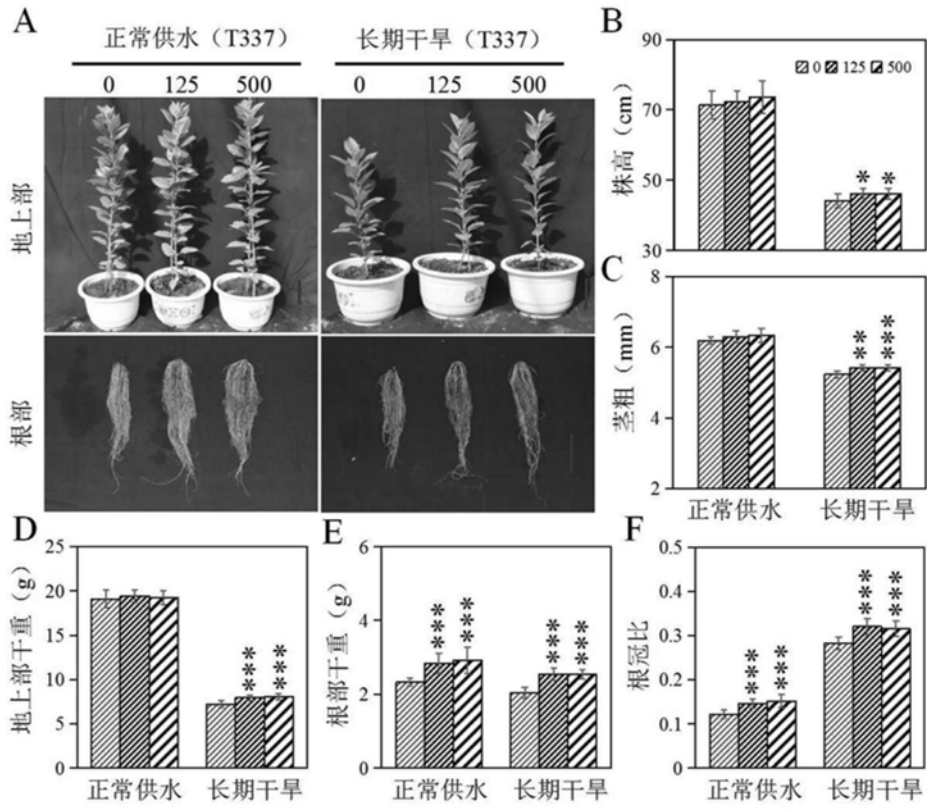


图3

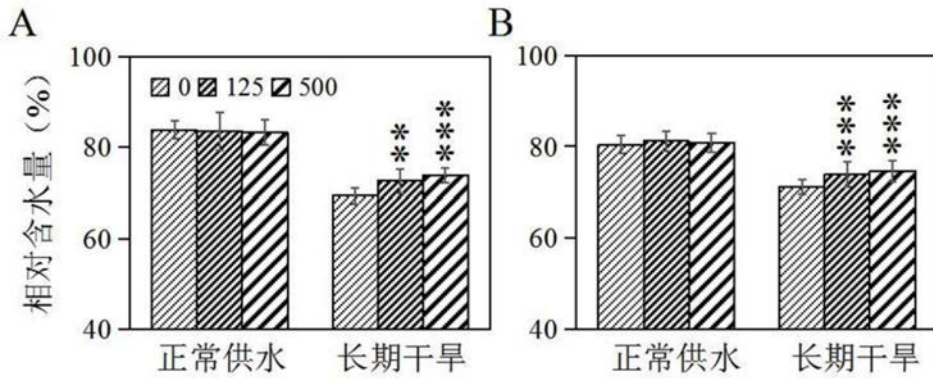


图4

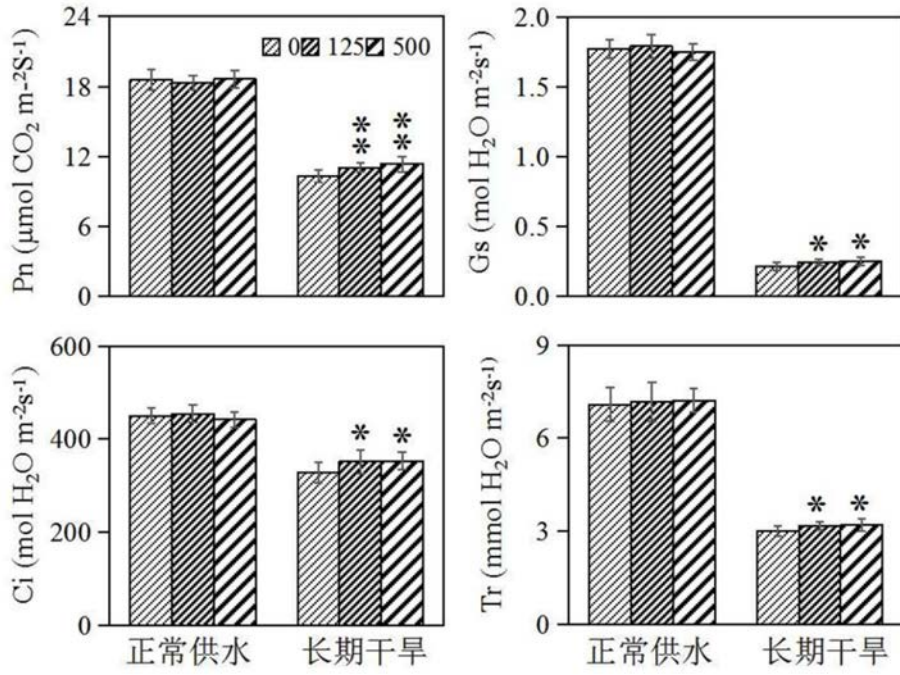


图5

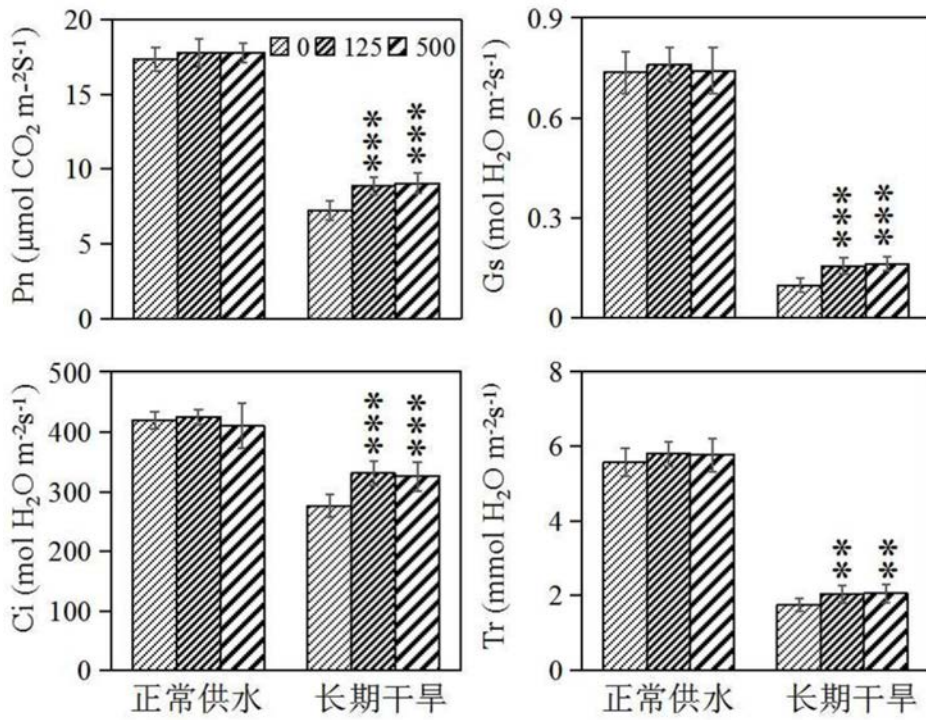


图6

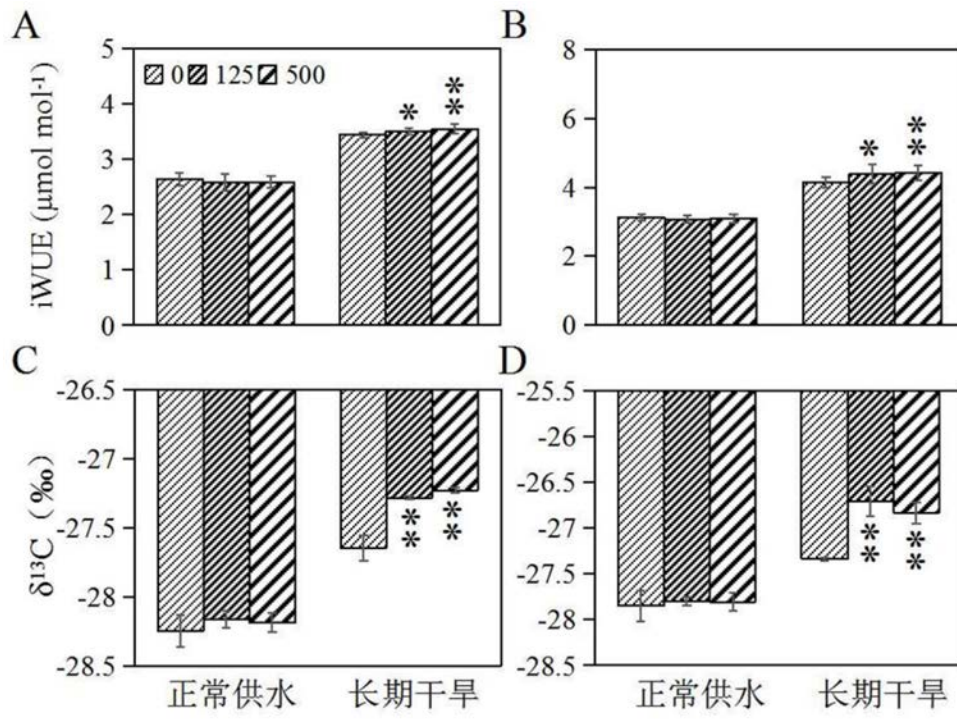


图7