



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 121773872 A

(43) 申请公布日 2026. 04. 03

(21) 申请号 202511665050.6

(22) 申请日 2025.11.13

(71) 申请人 郑州大学

地址 450001 河南省郑州市高新技术开发
区科学大道100号

(72) 发明人 张世洁 马若男 许航博 崔东洁
池青 焦湔

(74) 专利代理机构 郑州盈派知识产权代理事务
所(普通合伙) 41196

专利代理师 樊羿 张晓辉

(51) Int. Cl.

A01G 7/06 (2006.01)

A01G 31/00 (2018.01)

A01N 59/00 (2006.01)

A01P 21/00 (2006.01)

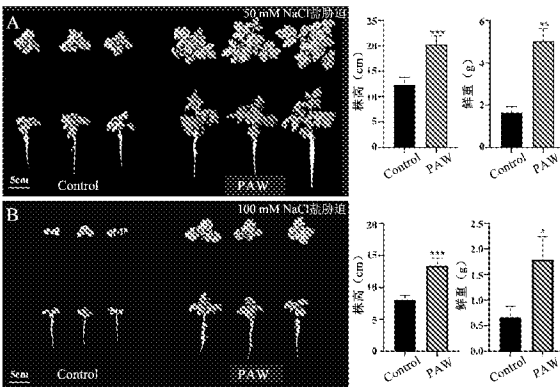
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

等离子体活化水在作物苗期耐盐促生中的
应用

(57) 摘要

本发明涉及等离子体活化水在作物苗期耐盐促生中的应用。本发明首次将等离子体活化水技术用于植物应对非生物胁迫的场景,发现等离子体活化水应用于农作物幼苗的培育中,能够显著促进作物幼苗的生长,以及在盐胁迫下提高苗期的耐盐促生能力。等离子体活化水制备工艺简便,成本低廉,符合绿色化学和可持续发展的要求,有望成为一种理想的促进作物生长耐盐的新型绿色制剂,具有极大的市场应用前景。



1. 等离子体活化水在下述至少一项或制备具有下述至少一项功能的制剂中的应用:
 - (1) 提高作物苗期耐盐性;
 - (2) 促进作物幼苗生长,或促进盐胁迫下的幼苗生长;
 - (3) 提高作物幼苗生物量,或提高盐胁迫下的作物幼苗生物量;
 - (4) 提高作物幼苗根长或下胚轴长,或提高盐胁迫下的作物幼苗根长或下胚轴长;
 - (5) 提高作物幼苗株高,或提高盐胁迫下的作物幼苗株高。
2. 根据权利要求1所述的应用,其特征在于,在使用时,所述等离子体活化水与无菌水按1:4~6的体积比混合,或直接使用。
3. 一种制剂,含有等离子体活化水,使其具备以下功能中的至少一项:
 - (1) 提高作物苗期耐盐性;
 - (2) 促进作物幼苗生长,或促进盐胁迫下的幼苗生长;
 - (3) 提高作物幼苗生物量,或提高盐胁迫下的作物幼苗生物量;
 - (4) 提高作物幼苗根长或下胚轴长,或提高盐胁迫下的作物幼苗根长或下胚轴长;
 - (5) 提高作物幼苗株高,或提高盐胁迫下的作物幼苗株高。
4. 根据权利要求1所述的应用或权利要求3所述的制剂,其特征在于,所述作物选自粮食作物、蔬菜作物或经济作物。
5. 根据权利要求1所述的应用或权利要求3所述的制剂,其特征在于,所述等离子体活化水的pH值 >5 ,电导率 $>1000\mu\text{Sc}/\text{cm}$,氧化还原电位 $400\sim 600\text{ mV}$ 。
6. 根据权利要求1所述的应用或权利要求3所述的制剂,其特征在于,所述等离子体活化水经由以下步骤制得:

采用大气压低温等离子体射流发生器对无菌水进行放电处理,工作气体为流速 $10\sim 100\text{ L}/\text{min}$ 的空气作,放电功率 $100\sim 1000\text{ W}$,处理时间为 $0.01\sim 0.02\text{ min}/\text{mL}$ 。
7. 根据权利要求6所述的应用或制剂,其特征在于,所述无菌水来源于纯净水、自来水、超纯水、去离子水或蒸馏水中的任一种。

等离子体活化水在作物苗期耐盐促生中的应用

技术领域

[0001] 本发明涉及作物抗盐胁迫治理技术领域,具体涉及等离子体活化水在作物苗期耐盐促生中的应用。

背景技术

[0002] 我国盐碱地面积辽阔,总量超过9913万 hm^2 ,占耕地总面积的10%左右。土壤盐碱化影响土壤健康和环境质量,是当今世界旱地农业面临的重大生态环境问题,严重限制了农业及可持续发展及粮食安全。盐胁迫很大程度上直接影响植物光合产量、品质、蛋白质的合成和植物光合作用以及其他营养物质的能量代谢,从而抑制植物生长,进一步显著制约产量形成。

[0003] 目前,针对盐胁迫问题,农业生产中主要采用以下技术手段:一是选育耐盐作物品种,但育种周期长,难以快速应对大面积盐碱地改良需求;二是通过基因工程技术培育转基因耐盐作物,但存在严格的生物安全监管限制,田间推广应用难度大;三是施用化学抗盐剂或生物菌剂,然而这些方法往往成本较高,效果不稳定,且可能带来环境残留风险;四是采用农艺措施如土壤改良、合理灌溉等,但这些方法实施复杂,见效缓慢,难以在短期内显著提升作物耐盐能力。

[0004] 在作物生长周期中,苗期是决定群体建成和最终产量的关键阶段,也是对盐胁迫最为敏感的时期。现有技术手段在作物苗期耐盐促生方面的效果有限,特别是在盐渍化土壤条件下,缺乏一种操作简便、环境友好、成本低廉且效果显著的技术方案来有效缓解盐胁迫对幼苗生长的不利影响。现有技术多集中于种子处理或成株阶段的调控,对于苗期这一关键生长阶段的针对性研究和技术应用相对不足。

[0005] 因此,本领域亟需开发一种适用于作物苗期、能够同时实现促进生长和提高耐盐能力的新型技术手段,以克服现有技术在操作复杂性、成本效益、环境安全性以及效果稳定性等方面的局限性,为盐碱地农业的可持续发展提供技术支撑。

发明内容

[0006] 针对现有技术中缺乏适用于作物苗期、能同时实现促生与耐盐且绿色低碳成本的问题,本发明采用将等离子体活化水(PAW)应用在作物关键的幼苗期培育的技术手段,取得了显著缓解盐胁迫抑制、促进幼苗生长且环境友好、成本低廉的技术效果。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

根据本公开的一个方面,提供等离子体活化水在下述至少一项或制备具有下述至少一项功能的制剂中的应用:

- (1) 提高作物苗期耐盐性;
- (2) 促进作物幼苗生长,或促进盐胁迫下的幼苗生长;
- (3) 提高作物幼苗生物量,或提高盐胁迫下的作物幼苗生物量;
- (4) 提高作物幼苗根长或下胚轴长,或提高盐胁迫下的作物幼苗根长或下胚轴长;

(5) 提高作物幼苗株高,或提高盐胁迫下的作物幼苗株高。

[0008] 在上述应用时,所述等离子体活化水与无菌水按1:4~6的体积比混合或直接用于作物苗期培育中。

[0009] 根据本公开的另一个方面,提供含有等离子体活化水的制剂使其具备以下功能中的至少一项:

- (1) 提高作物苗期耐盐性;
- (2) 促进作物幼苗生长,或促进盐胁迫下的幼苗生长;
- (3) 提高作物幼苗生物量,或提高盐胁迫下的作物幼苗生物量;
- (4) 提高作物幼苗根长或下胚轴长,或提高盐胁迫下的作物幼苗根长或下胚轴长;
- (5) 提高作物幼苗株高,或提高盐胁迫下的作物幼苗株高。

[0010] 所述作物选自粮食作物、蔬菜作物或经济作物,在本发明的一些实施例中,作物分别为小麦、番茄或棉花。

[0011] 所述等离子体活化水均由以下步骤制得:采用大气压低温等离子体射流发生器对无菌水进行放电处理,以空气作为工作气体,设定流速为10~100 L/min,放电功率100~1000 W条件下,处理时间为0.01~0.02min/mL。

[0012] 所述等离子体活化水的pH值>5,电导率>1000 $\mu\text{Sc}/\text{cm}$,氧化还原电位在400~600 mV。

[0013] 所述无菌水为纯净水、自来水、超纯水、去离子水或蒸馏水中的任一种。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益技术效果在于:

1. 显著的耐盐与促生双重效应:在无盐胁迫条件下,PAW处理可显著促进小麦、番茄、棉花等作物幼苗的生长。例如,小麦幼苗鲜重提升25.1%;在盐胁迫(50-150 mM NaCl)条件下,PAW处理组株高和生物量均显著高于对照组。其中,在100 mM NaCl下,番茄株高和生物量分别提升66.4%和169.7%;在0.6%盐胁迫下,棉花干重最高提升130.48%。上述结果表明,PAW不仅具备基础促生功能,更能在逆境中有效缓解盐胁迫对幼苗生长的抑制,实现“耐盐+促生”的协同增效。

[0015] 2. 作用效果具有可调控性与作物特异性:通过调控等离子体对水的处理时间,可调节PAW中活性氧/氮物种的种类与浓度,进而影响其生物学效应。实验表明,在相同PAW制备条件下,不同作物对PAW的响应程度存在差异,体现出该技术在应用中的灵活性与可适配性,为后续精准调控奠定基础。

[0016] 3. 绿色、安全、低成本,契合可持续农业发展需求:所述PAW仅以水和电能为原料,无需添加任何化学药剂,制备过程无污染、无残留,符合绿色农业与生态安全要求。其操作简便、易于规模化推广,特别适用于盐碱地等边际土地的集约化农业生产,具有广阔的市场应用前景。

[0017] 综上,本发明首次将等离子体活化水技术系统应用于作物苗期盐胁迫应对场景,突破了现有耐盐技术周期长、成本高、效果不稳定等瓶颈,提供了一种高效、绿色、可推广的新型农艺措施,为盐渍化地区粮食安全与农业可持续发展提供了切实可行的技术路径。

附图说明

[0018] 图1为在不同程度的盐胁迫下,等离子体活化水处理组和空白对照组的小麦单株

表型及结果统计对照图；

其中,图A-D依次为0、50、100、150 mM NaCl盐胁迫下,等离子体活化水处理组和空白对照组的小麦单株表型及结果统计对照图。

[0019] 图2为在不同程度的盐胁迫下,等离子体活化水处理组和空白对照组的番茄单株表型及结果统计对照图；

其中,图A和图B分别为50mM和100mM盐胁迫下,等离子体活化水处理组和空白对照组的番茄单株表型及结果统计对照图。

[0020] 图3为在不同程度的盐胁迫下,等离子体活化水处理组和空白对照组的棉花单株表型对照图；

其中,A-E依次为0%、0.15%、0.3%、0.45%、0.6%盐胁迫下的PAW和Control的棉花单株表型对照。

[0021] 图4为在不同程度的盐胁迫下,等离子体活化水处理组和空白对照组的棉花在根长、下胚轴长、鲜重、干重方面的结果统计对比图。

具体实施方式

[0022] 为了更好的理解本申请技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明。

[0023] 下述实施例中所使用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材料、试剂等,如无特殊说明,均可从商业途径得到。

[0024] 实施例一、等离子体活化水对于麦苗的作用效应验证

首先,将种子在55℃蒸馏水中浸泡10 min,取出后转移至催芽盘中,于25℃黑暗条件下催芽36 h。

[0025] 采用大气压低温等离子体射流发生器(郑州索迪夫工业设备有限公司,型号SDF-0k2-JP-A01),以空气作为工作气体,设定流速为60 L/min,在放电功率300 W,电流2.35 A的条件下,对300 mL无菌水分别处理3 min,制得等离子体活化水PAW。经检测,PAW的pH=6,电导率=1100 $\mu\text{Sc}/\text{cm}$,氧化还原电位在500 mV。

[0026] 将所得PAW与无菌水以2:9的体积比配置成水培培养体系,并设置3种盐胁迫水平(50、100、150 mM NaCl)和对照(0 mM NaCl)。营养液每72小时更换一次,维持盐浓度不变。将小麦幼苗移栽至上述水培体系中,在光照周期为12h光/12h暗、温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下培养14天;对照组的水培营养液中仅含无菌水,其它步骤与实验组一致。于培养结束当天(第14天)进行植株拍照,并测定麦苗株高与生物量(鲜重)。

[0027] 结果如图1所示,在无盐胁迫条件下,PAW处理较Control组显著增加了25.1%的小麦幼苗鲜重(图1A)。在50 mM NaCl条件下,PAW处理组株高和鲜重分别较Control组显著提高14.2%和49.4%(图1B);在100 mM NaCl下分别显著提高45.0%和26.7%(图1C);即便在150 mM NaCl高盐胁迫条件下,PAW处理组小麦幼苗株高仍较Control组显著增加9.9%(图1D)。

[0028] 综上所述,等离子体活化水可有效缓解盐胁迫对小麦苗期生长的不利影响,表现出显著的耐盐与促生效应。

[0029] 实施例二、等离子体活化水对于番茄苗期的作用效应验证

将种子在55℃蒸馏水中浸泡10 min,取出后在催芽盘中于25℃黑暗条件下催芽36

h。

[0030] 采用大气压低温等离子体射流发生器(郑州索迪夫工业设备有限公司,型号SDF-0k2-JP-A01),以空气作为工作气体,设定流速为60 L/min,在放电功率300 W,电流2.35 A的条件下,对300 mL无菌水分别处理3 min,制得等离子体活化水PAW。经检测,PAW的pH=6,电导率=1100 $\mu\text{Sc}/\text{cm}$,氧化还原电位在500 mV。

[0031] 将所得PAW与无菌水以2:9的体积比配置成水培体系,并设置2种盐胁迫水平(50、100mM NaCl)。营养液每72小时更换一次,维持盐浓度不变。将番茄幼苗移栽至上述水培体系,在光照周期为12h光/12h暗、温度 $25\pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下培养14天。对照组的水培营养液中仅含无菌水,其他步骤与实验组一致。于培养结束当天(第14天)进行植株拍照,并记录株高与生物量(鲜重)。

[0032] 结果如图2所示:在50 mM NaCl条件下,PAW处理组株高和生物量分别较Control显著提高64.8%和208.0%(图2A);在100 mM NaCl下,PAW处理组株高和生物量分别较Control分别显著提高66.4%和169.7%(图2B)。

[0033] 综上所述,等离子体活化水可有效缓解盐胁迫对番茄苗期生长的不利影响,表现出显著的耐盐与促生效应。

[0034] 实施例三、等离子体活化水对于棉花苗期的作用效应验证

首先,种子用纯水清洗3次,随后泡入75%酒精中5min。再进行清洗5次,随后将种子泡浸10%过氧化氢溶液20min,再次将种子清洗5次,清洗后将种子放入纯水中浸泡1.5小时。

[0035] 采用大气压低温等离子体射流发生器(郑州索迪夫工业设备有限公司,型号SDF-0k2-JP-A01),以空气作为工作气体,设定流速为60 L/min,在放电功率300 W条件下,电流2.35 A的条件下,对400 mL无菌水分别处理4 min,制得等离子体活化水PAW。经检测,PAW电导率=1200 $\mu\text{Sc}/\text{cm}$,氧化还原电位在550 mV。

[0036] 将土壤设置五种NaCl浓度梯度:0%(对照组),0.15%,0.3%,0.45%,0.6%(w/w,基于土壤干重)。设置对照组和试验组,每个盆栽中放入20粒棉花种子,对照组每隔1天加入150mL无菌水,试验组每隔一天加入150mL PAW。保证对照组和试验组其余操作过程一致,培养18天。于培养结束当天(第18天)进行植株拍照,并测定棉花幼苗根长,下胚轴长与鲜重,干重。

[0037] 单株表型结果如图3所示,在不同程度的盐胁迫下,等离子体活化水可有效缓解盐胁迫对棉花苗期生长的不利影响,表现出显著的耐盐与促生效应。具体表现在(如图4所示):在0-0.6%的盐胁迫条件下,PAW处理较对照组的各个盐度根长分别增加了21.34%、20.09%、29.31%、23.61%、19.55%;下胚轴长分别增加了34.21%、32.19%、45.67%、42.38%、27.64%;鲜重分别增加了29.38%、46.37%、34.27%、50.34%、22.17%;干重分别增加了35.64%、48.31%、45.64%、113.51%、130.48%,表现出了明显的耐盐促生能力。

[0038] 上面结合实施例对本申请作了详细的说明;但是,所属技术领域的技术人员能够理解,在不脱离其发明构思的前提下,还可以对上述实施例中的各个具体参数进行变更,或者是对相关材料与方法步骤进行等同替代,从而形成多个具体的实施例,均为本申请的常见变化范围,在此不再一一详述。

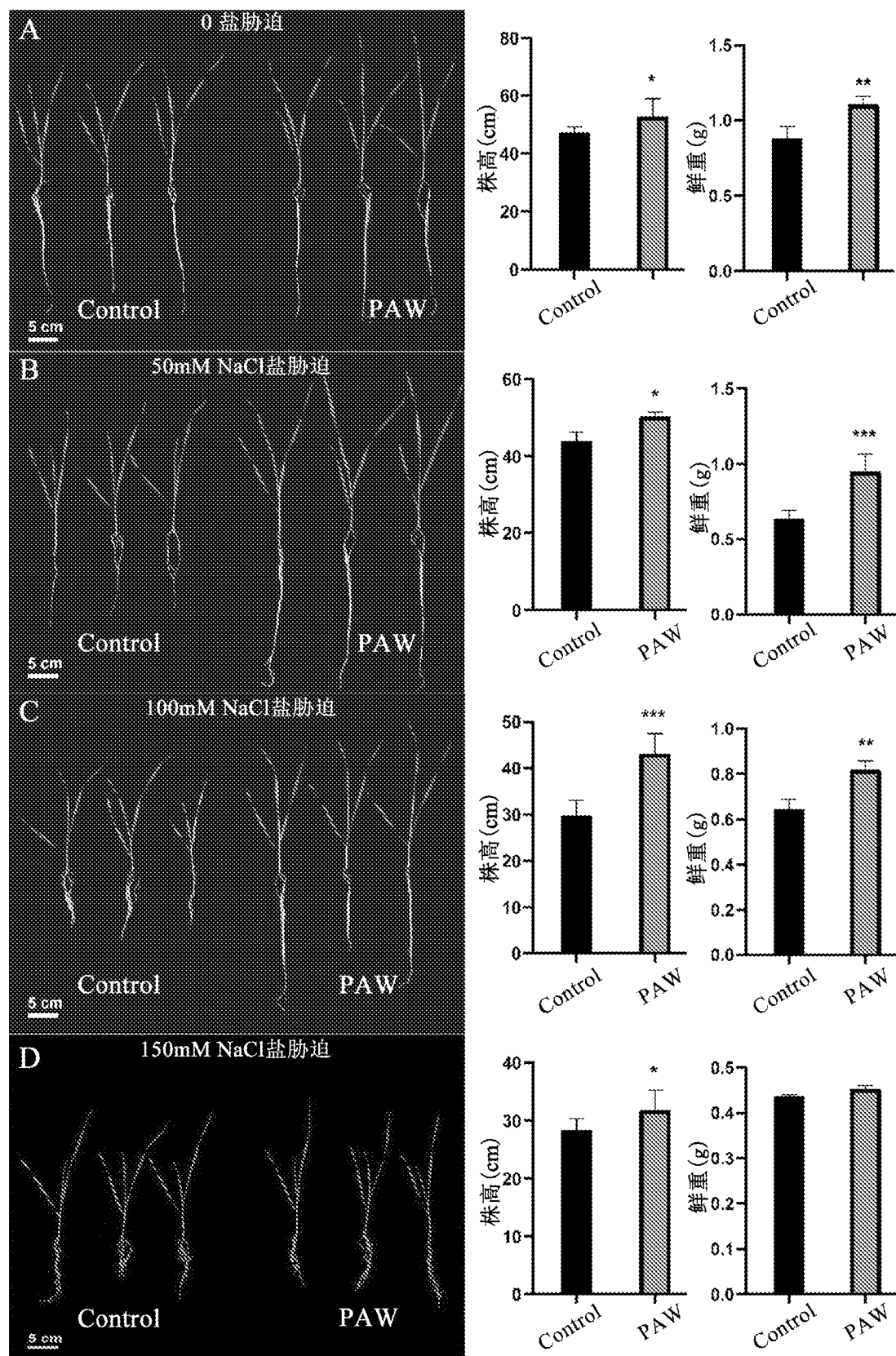


图1

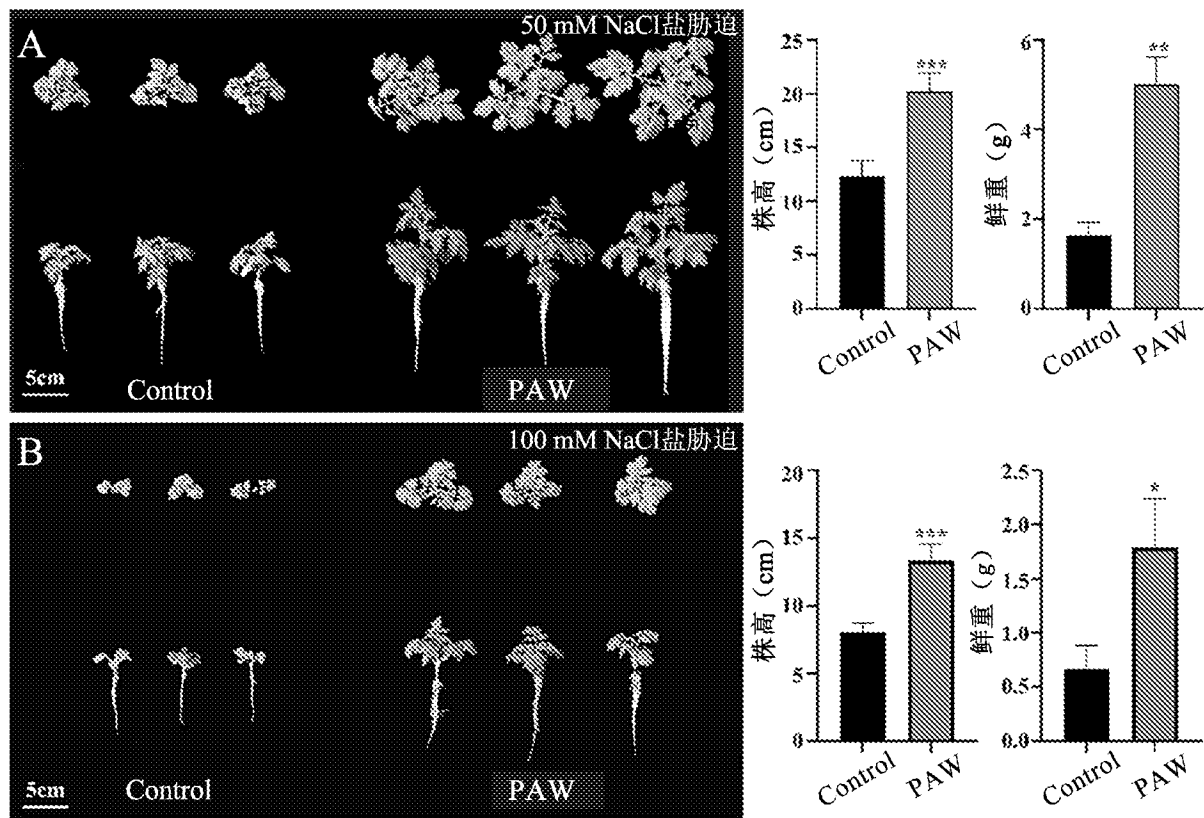


图2

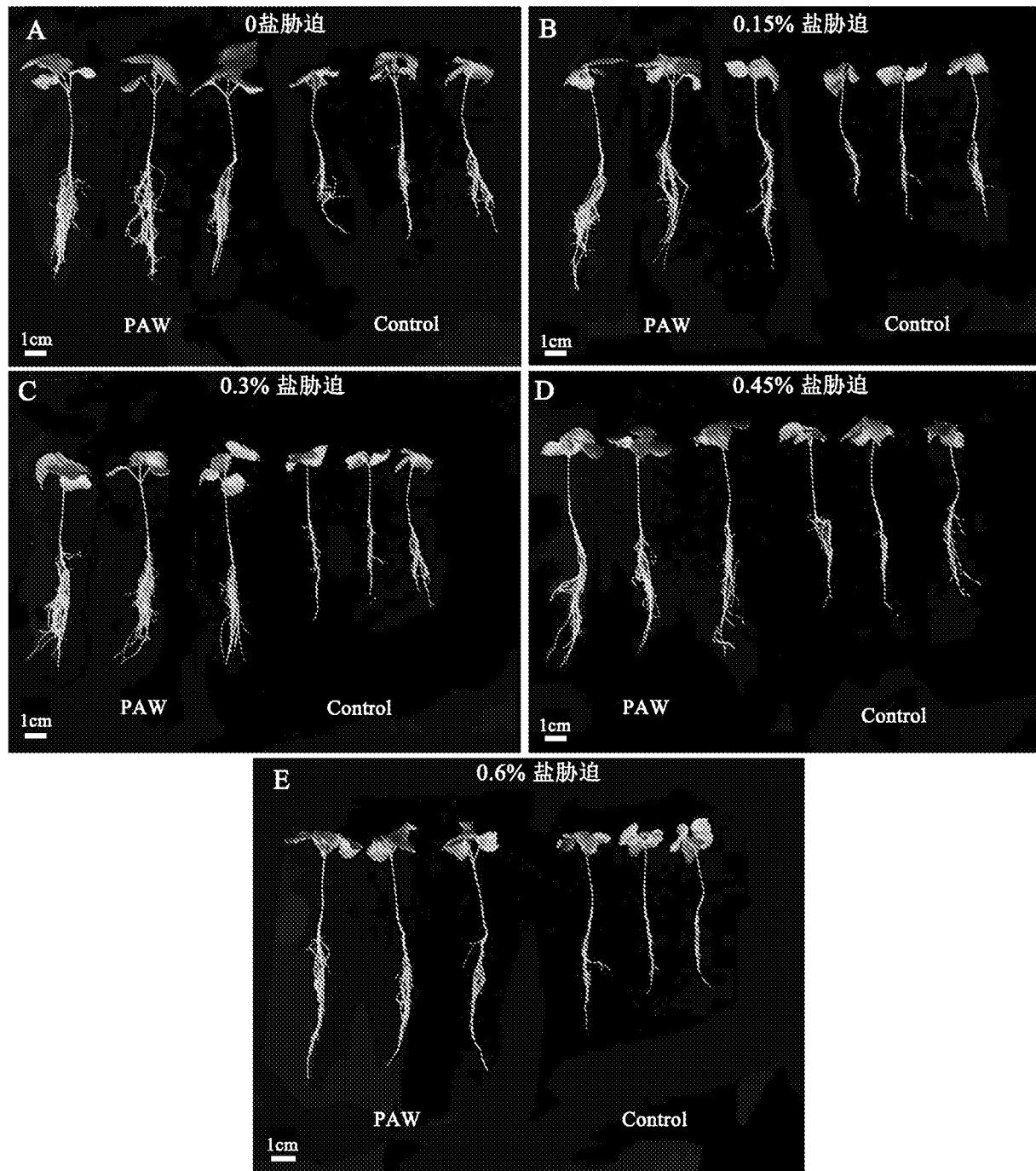


图3

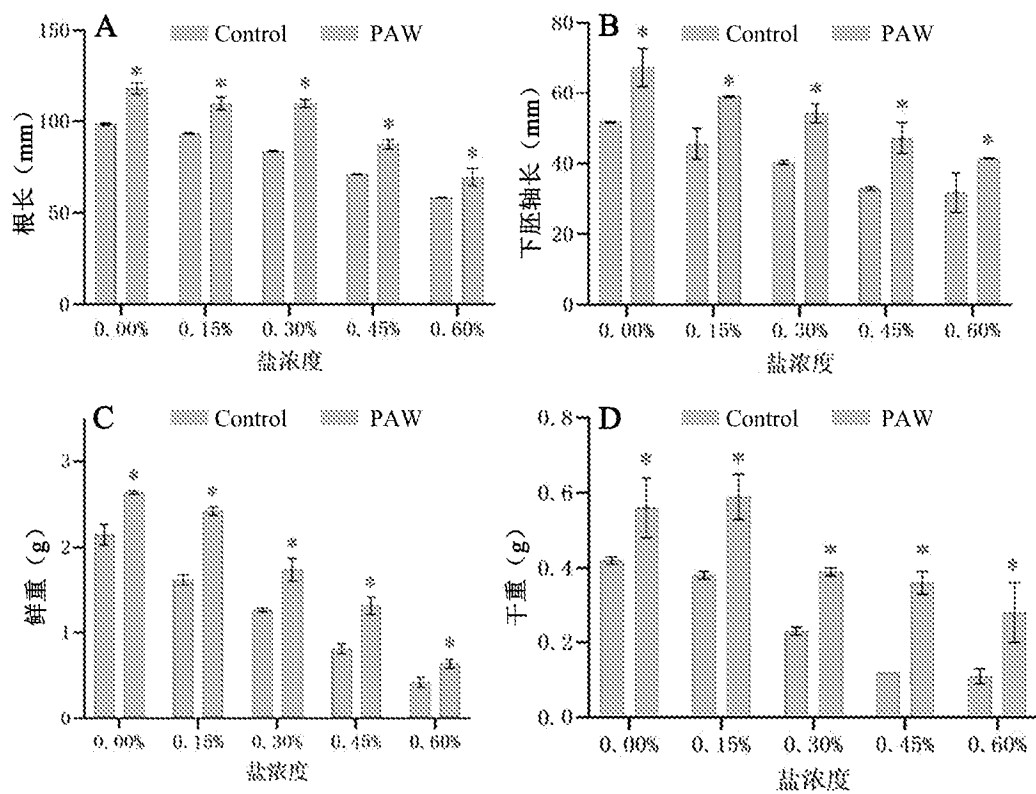


图4