



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110235556 B

(45) 授权公告日 2021.06.08

(21) 申请号 201910664446.7

(22) 申请日 2019.07.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110235556 A

(43) 申请公布日 2019.09.17

(73) 专利权人 河南师范大学
地址 453007 河南省新乡市牧野区建设东
路46号河南师范大学

(72) 发明人 张亮

(74) 专利代理机构 北京盛询知识产权代理有限公司 11901

代理人 张海青

(51) Int. Cl.

A01C 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105409561 A, 2016.03.23

CN 104472181 A, 2015.04.01

WO 2018/037281 A1, 2018.03.01

CN 103053397 A, 2013.04.24

齐艳等. “UV-A和UV-B提高甘蓝幼苗花青素含量以及调控基因表达分析”.《中国农业大学学报》.2014,第19卷(第2期),第86-94页.

刘子瑜等. “马铃薯诱变育种研究进展”.《西南农业学报》.2010,第23卷(第6期),第2124-2128页.

审查员 黄荣禄

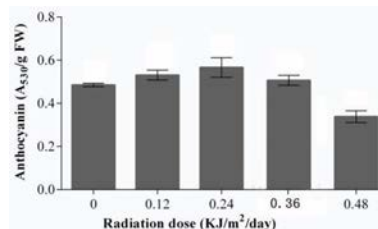
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种提高紫土豆中花青素含量的方法及其产品

(57) 摘要

本发明提供了一种提高紫土豆中花青素含量的方法及其产品,其在种植前对紫土豆块茎种子采用离子贯穿的方式进行¹²C⁶⁺低剂量辐照,在块茎膨大期对紫土豆植株进行UV-B辐照与超软x射线交替辐照;最终获得的紫土豆中青花素含量提高了8-15%;在本发明种植前对紫土豆块茎种子采用离子贯穿的方式进行¹²C⁶⁺低剂量辐照,在块茎膨大期对紫土豆植株进行UV-B辐照与超软x射线交替辐照,可以进一步提高UV-B辐照对花青素合成的速度和进程,从而进一步提高了紫土豆中花青素的含量。



1. 一种提高紫土豆中花青素含量的方法,其特征在于,在种植前对紫土豆块茎种子采用离子贯穿的方式进行 $^{12}\text{C}^{6+}$ 低剂量辐照,在块茎膨大期对紫土豆植株进行UV-B辐照与超软x射线交替辐照;

$^{12}\text{C}^{6+}$ 辐照过程中的具体条件如下:4-8°C,0.8-1.2个大气压,引出的C离子束初始能量为30-40MeV/u,经过镍窗、电离室、空气后照射到干燥的紫土豆块茎种子上,紫土豆块茎种子吸收剂量为250-500mGy,剂量率为20-30mGy/min;

UV-B辐射的条件如下:用20W-12RS,280-320nm UV-B灯管作为辐照光源,灯架距离马铃薯50cm,UV-B光源的强度为 $20.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$;在上午11:00开始辐照剂量为 $0.12\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$,连续辐照17-22天;

x射线辐照条件如下:加速光子能量为2.0GeV,电流为30-40mA,能量为0.5-2.5KeV,光子通量为 $10^{11}/\text{s}$,辐照时间在UV-B辐射半小时后进行,每次辐照15-20s,间隔30-60min后再进行下一次的UV-B辐射;

紫土豆块茎种子栽种于营养土与蛭石比例为3:1的土壤中。

2. 根据权利要求1所述的一种提高紫土豆中花青素含量的方法,其特征在于,在UV-B辐射之前向植株叶片喷洒营养液。

一种提高紫土豆中花青素含量的方法及其产品

技术领域

[0001] 本发明属于作物栽培技术领域,具体涉及一种提高紫土豆中花青素含量的方法及其产品。

背景技术

[0002] 马铃薯,茄科茄属一年生草本植物,由于其含有较高的营养、对种植条件要求低、产量多等特点,马铃薯成为全世界第四大主要的粮食产品,排名于小麦、大米和玉米之后,马铃薯的种植和研究在中国受到越来越多的重视,对中国农业的发展具有很大影响和意义。紫色马铃薯的果皮和果肉因富含花青素等色素而表现紫色,故此也称为紫土豆。

[0003] 花青素属于生物类黄酮物质,花青素具有抗氧化及清除自由基功能,而黄酮物质最主要的生理活性功能是自由基清除能力和抗氧化能力。研究证明:花青素是当今人类发现最有效的抗氧化剂,也是最强效的自由基清除剂,花青素的抗氧化性能比VE高50倍,比Vc高2倍。紫色甘薯花色苷产品对 $-OH$ 、 H_2O_2 ,等活性氧均具有清除和抑制作用,尤其对 $-OH$ 的清除能力强于抗坏血酸,且清除作用与浓度呈剂量关系;其次,花青素具有抗突变功能,花青素的作用不仅使植物呈现五彩缤纷的颜色,也具有降低酶的活性,抗变异等保健功能的活性分子。研究表明有一定花青素浓度的提取物能有效预防不同阶段癌变发生,但花青素的个体作用并不确定,部分原因是与其它酚类物质等稳定成分分离后进行生物测定,花青素易降解。此外,花青素还可以应用于食品中的,随着科技的发展,人们对食品添加剂的安全性越来越重视,天然添加剂的开发利用已成为添加剂发展使用的总趋势。花青素在食品中不但可作为营养强化剂,而且还可作为食品防腐剂代替苯甲酸等合成防腐剂,并且可作为食品着色剂应用于平常饮料和食品,符合人们对食品添加剂天然、安全、健康的总要求。因此,提高紫土豆中花青素的含量是提高其经济价值的重要途径之一。

发明内容

[0004] 本发明的目的之一在于提供一种提高紫土豆中花青素含量的方法,其通过一定剂量的三种辐射组合之后在特定的生长阶段作用于紫土豆中,提高了紫土豆中的花青素的含量,淀粉含量也有所提高。

[0005] 本发明的目的之二在于提供一种用上述方法生产的紫土豆,提高了其经济价值。

[0006] 本发明为达到上述技术目的,采用的技术方案如下:

[0007] 技术方案一:

[0008] 一种提高紫土豆中花青素含量的方法,在种植前对紫土豆块茎种子采用离子贯穿的方式进行 $^{12}C^{6+}$ 低剂量辐照,在块茎膨大期对紫土豆植株进行UV-B辐照与超软x射线交替辐照。

[0009] 作为本发明的进一步改进, $^{12}C^{6+}$ 辐照过程中的具体条件如下:4-8°C,0.8-1.2个大气压,引出的C离子束初始能量为30-40MeV/u,经过镍窗、电离室、空气后照射到干燥的紫土豆块茎种子上。

[0010] 作为本发明的进一步改进,紫土豆块茎种子吸收剂量为250-500mGy,剂量率为20-30mGy/min。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述UV-B辐射的条件如下:用20W-12RS,280-320nm UV-B灯管作为辐照光源,灯架距离马铃薯50cm,UV-B光源的强度为 $20.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$;在上午11:00开始辐照剂量为 $0.12-0.436\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$,在光源强度一定的情况下,辐照剂量与辐照时间相关,在该技术方案中当辐照时间为10min时,辐照剂量约为 $0.12\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$,当辐照时间为20min时,辐照剂量约为 $0.24\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$,当辐照时间为30min时,辐照剂量约为 $0.36\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$,当辐照时间为40min时,辐照剂量约为 $0.48\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$;优选的,连续辐照17-22天。

[0012] 其中,剂量计算公式: $1\text{J}=\text{紫外线强度}(\text{W}/\text{m}^2)*\text{辐照时间}(\text{s})$ 。

[0013] $1\mu\text{W}/\text{cm}^2=0.01\text{W}/\text{m}^2$ 。

[0014] 作为本发明的进一步改进,x射线辐照条件如下:加速光子能量为2.0GeV,电流为30-40mA,能量为0.5-2.5KeV,光子通量为 $10^{11}/\text{s}$,辐照时间在UV-B辐射半小时后进行,每次辐照15-20s,间隔30-60min后再进行下一次的UV-B辐射。

[0015] 作为本发明的进一步改进,在UV-B辐射之前向植株叶片喷洒营养液。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述营养液的配方如下:硫酸镁2.9wt%、磷酸二氢铵3.1wt%、硝酸钾3.8wt%、硫酸镁0.05wt%、硫酸锰0.0005wt%、硼酸0.05wt%、硫酸锌0.0004%、硫酸铜0.0003%,余量为水。

[0017] 作为本发明的进一步改进,紫土豆块茎种子栽种于营养土与蛭石比例为3:1。

[0018] 技术方案二:

[0019] 一种用上述方法生产的紫土豆,其花青素的含量提高了8-15%。

[0020] 本发明具有如下技术效果:

[0021] 本发明通过在块茎膨大期对植株进行UV-B辐照,改变了紫土豆植株光合作用的进程和方向,进而改变了植株对不同营养物质的吸收量和吸收比例,使块茎向营养物质变化向利于积累花青素的方向进行偏移,从而提高了紫土豆中花青素的含量。

[0022] 本发明在种植前对紫土豆块茎种子采用离子贯穿的方式进行 $^{12}\text{C}^{6+}$ 低剂量辐照,在块茎膨大期对紫土豆植株进行UV-B辐照与超软x射线交替辐照,可以进一步促进UV-B辐照对花青素合成的速度和进程,从而进一步提高了紫土豆中花青素的含量。而选用低剂量的 $^{12}\text{C}^{6+}$ 辐照和超软x射线防止其剂量过大破坏紫土豆块茎种子组织与植株中叶绿体的结构,同时可以辅助UV-B辐照对花青素合成的速度和进程。

[0023] 本发明在辐照之前喷洒营养液,一方面可以保护叶片中的叶绿体结构,另一方面可以通过辐照使营养液中的营养成分被叶片吸收,从而进一步促进了花青素的合成。

[0024] 此外,本发明容易操作,且绿色环保,可以提高块茎中的花青素含量,以提升马铃薯的抗氧化性和营养品,同时提高块茎中的淀粉含量,提升马铃薯的营养品质和口感;本发明的组合式辐照方式没有影响整体块茎产量,但在一定程度上提高了单个块茎的重量。

附图说明

[0025] 附图1为本发明实施例6-8中紫土豆中淀粉含量变化图;

[0026] 附图2为本发明实施例6-8中花青素含量变化图;

[0027] 附图3为本发明实施例6-8中单株产量变化图。

具体实施方式

[0028] 应理解本发明中所述的术语仅仅是为描述特别的实施方式,并非用于限制本发明。另外,对于本发明中的数值范围,应理解为还具体公开了该范围的上限值和下限值之间的每个中间值。在任何陈述值或陈述范围内的中间值以及任何其他陈述值或在所述的范围内的中间值之间的每个较小的范围也包括在本发明内。这些较小范围的上限值和下限值可独立地包括或排除在范围内。

[0029] 另外,为了更好地说明本发明的内容,在下文的具体实施例中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本发明同样可以实施。在另外一些实施例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段未作详细描述,以便于凸显本发明的主旨。关于本发明的技术指标的测定方法均为本领域内使用标准方法,具体可参见最新的国家标准,除非另外说明。

[0030] 实施例1:

[0031] (1) 选取健康饱满、大小均匀、出芽多的紫土豆,将其切块,将芽头部分保存完好,制备成紫土豆块茎种子,将其进行低剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 辐照, $^{12}\text{C}^{6+}$ 辐照过程中的具体条件如下:5℃,1个大气压,引出的C离子束初始能量为40MeV/u,经过镍窗、电离室、空气后照射到干燥的紫土豆块茎种子上;紫土豆块茎种子吸收剂量为250mGy,剂量率为20mGy/min;

[0032] (2) 将添加了钾肥、磷肥的常规土壤与蛭石按照3:1的比例混合均匀制备栽培土壤,置于直径30cm,高45cm的花盆中,按照常规方法将紫土豆块茎种子种植于土壤中,按照常规方法进行;

[0033] (3) 待紫土豆生长至开花阶段,即块茎膨大期,用20W-12RS,280-320nm飞利浦UV-B灯管作为辐照光源,灯架距离马铃薯50cm,UV-B光源的强度为 $20.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。在上午11:00左右,向植株叶片喷洒营养液;所述营养液的配方如下:硫酸镁2.9wt%、磷酸二氢铵3.1wt%、硝酸钾3.8wt%、硫酸镁0.05wt%、硫酸锰0.0005wt%、硼酸0.05wt%,硫酸锌0.0004%、硫酸铜0.0003%,余量为水;喷洒完毕之后开始辐照,每次辐照10min,间隔30min后进行x射线辐照,x射线辐照条件如下:加速光子能量为2.0GeV,电流为30-40mA,能量为0.5-2.5KeV,光子通量为 $10^{11}/\text{s}$,辐照时间在UV-B辐射半小时后进行,每次辐照20s,间隔60min后再进行下一次的UV-B辐射。为了方便辐照,将花盆摆放成数排,在辐照时用厚布料遮住两侧,以免影响未辐照的植株。每天辐照次数为2次,连续辐照20天。本实施例中UV-B单次辐照时间为10min,每天共辐照两次,每天的辐照剂量为 $0.24\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

[0034] 待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。

[0035] 为探究 $^{12}\text{C}^{6+}$ 低剂量辐照的吸收剂量对花青素含量的影响,设置实施例2-5。

[0036] 实施例2-5:

[0037] 实施例2-5与实施例1的区别仅在于:步骤(1)中紫土豆块茎种子吸收剂量分别为300mGy、400mGy、450mGy、500mGy,(分别对应实施例2、实施例3、实施例4、实施例5),剂量率均为20mGy/min。其余步骤均同实施例1。待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。其中花青素的含量随着吸收剂量的增加同样先增加后减少,与空白对照组1相比,吸收剂量为250mGy、300mGy、400mGy、450mGy、500mGy时,花青素含量增加值分别为14.5%、15.0%、12.9%、11.0%、

9.8%，其中在300mGy时最佳，超过300mGy后花青素含量增幅开始降低。

[0038] 为探究UV-B辐照剂量对花青素含量的影响，设置了实施例6-8。

[0039] 实施例6-8：

[0040] 实施例6-8与实施例1的区别仅在于：每天的UV-B辐照剂量分别为0.12KJ/m²/day、0.36KJ/m²/day、0.48KJ/m²/day，(分别对应实施例6、实施例7、实施例8)其余步骤参数均同实施例1。待成熟后收获紫土豆，分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用I₂-KI方法，花青素相对含量用分光光度计检测。结果如图1-3，随着UV-B辐照剂量的变化，紫土豆中淀粉含量、花青素含量以及单株产量变化相一致，均为先提高后减小，其中在0.24KJ/m²/day时达到最优，当UV-B辐照剂量为0.48KJ/m²/day时，花青素的含量未增反降，当UV-B辐照剂量为0.436KJ/m²/day时，花青素含量增幅为1.6%，含量增加不明显。

[0041] 对比例1：

[0042] (1) 选取健康饱满、大小均匀、出芽多的紫土豆，将其切块，将芽头部分保存完好，制备成紫土豆块茎种子；

[0043] (2) 将添加了钾肥、磷肥的常规土壤与蛭石按照3:1的比例混合均匀制备栽培土壤，置于直径30cm，高45cm的花盆中，按照常规方法将紫土豆块茎种子种植于土壤中，按照常规方法进行管理；

[0044] (3) 待紫土豆生长至开花阶段，即块茎膨大期，用20W-12RS，280-320nm飞利浦UV-B灯管作为辐照光源，灯架距离马铃薯50cm，UV-B光源的强度为20.5μW/cm²。在上午11:00左右，向植株叶片喷洒营养液；所述营养液的配方如下：硫酸镁2.9wt%、磷酸二氢铵3.1wt%、硝酸钾3.8wt%、硫酸镁0.05wt%、硫酸锰0.0005wt%、硼酸0.05wt%，硫酸锌0.0004%、硫酸铜0.0003%，余量为水；喷洒完毕之后开始辐照，每次辐照5min，间隔30min后进行x射线辐照，x射线辐照条件如下：加速光子能量为2.0GeV，电流为30-40mA，能量为0.5-2.5KeV，光子通量为10¹¹/s，辐照时间在UV-B辐射半小时后进行，每次辐照20s，间隔60min后再进行下一次的UV-B辐射。为了方便辐照，将花盆摆放成数排，在辐照时用厚布料遮住两侧，以免影响未辐照的植株。每天辐照次数为2次，连续辐照20天。本对比例中UV-B单次辐照时间为5min，每天共辐照两次，即每天的辐照剂量为0.12KJ/m²/day。

[0045] 与实施例1相比，对比例1未进行低剂量¹²C₆⁺辐照，待成熟后收获紫土豆，分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用I₂-KI方法，花青素相对含量用分光光度计检测。与空白对照组1相比，花青素含量增加值为12.1%，但是与实施例1的14.5%相比，花青素的含量增幅是减小的。

[0046] 对比例2：

[0047] (1) 选取健康饱满、大小均匀、出芽多的紫土豆，将其切块，将芽头部分保存完好，制备成紫土豆块茎种子，将其进行低剂量¹²C₆⁺辐照，¹²C₆⁺辐照过程中的具体条件如下：5℃，1个大气压，引出的C离子束初始能量为40MeV/u，经过镍窗、电离室、空气后照射到干燥的紫土豆块茎种子上；紫土豆块茎种子吸收剂量为250mGy，剂量率为20mGy/min；

[0048] (2) 将添加了钾肥、磷肥的常规土壤与蛭石按照3:1的比例混合均匀制备栽培土壤，置于直径30cm，高45cm的花盆中，按照常规方法将紫土豆块茎种子种植于土壤中，按照常规方法进行管理；

[0049] (3) 待紫土豆生长至开花阶段，即块茎膨大期，用20W-12RS，280-320nm飞利浦UV-B

灯管作为辐照光源,灯架距离马铃薯50cm,UV-B光源的强度为 $20.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。在上午11:00左右,向植株叶片喷洒营养液;所述营养液的配方如下:硫酸镁2.9wt%、磷酸二氢铵3.1wt%、硝酸钾3.8wt%、硫酸镁0.05wt%、硫酸锰0.0005wt%、硼酸0.05wt%、硫酸锌0.0004%、硫酸铜0.0003%,余量为水;喷洒完毕之后开始辐照,每次辐照5min,间隔60min后再进行下一次的UV-B辐射。为了方便辐照,将花盆摆放成数排,在辐照时用厚布料遮住两侧,以免影响未辐照的植株。每天辐照次数为2次,连续辐照20天。本对比例中UV-B辐照单次时间为5min。每天辐照两次,即每天的辐照剂量为 $0.12\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

[0050] 与实施例1相比,本对比例未进行x射线辐照,待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。与空白对照组1相比,花青素含量增加值为11.3%,但是与实施例1的14.5%相比,花青素含量增幅是减少的,说明x射线辐照与UV-B交替辐照比单独的UV-B辐照对于花青素的含量增加更有帮助。

[0051] 对比例3:

[0052] (1) 选取健康饱满、大小均匀、出芽多的紫土豆,将其切块,将芽头部分保存完好,制备成紫土豆块茎种子;

[0053] (2) 将添加了钾肥、磷肥的常规土壤与蛭石按照3:1的比例混合均匀制备栽培土壤,置于直径30cm,高45cm的花盆中,按照常规方法将紫土豆块茎种子种植于土壤中,按照常规方法进行;

[0054] (3) 待紫土豆生长至开花阶段,即块茎膨大期,用20W-12RS,280-320nm飞利浦UV-B灯管作为辐照光源,灯架距离马铃薯50cm,UV-B光源的强度为 $20.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。在上午11:00左右,向植株叶片喷洒营养液;所述营养液的配方如下:硫酸镁2.9wt%、磷酸二氢铵3.1wt%、硝酸钾3.8wt%、硫酸镁0.05wt%、硫酸锰0.0005wt%、硼酸0.05wt%、硫酸锌0.0004%、硫酸铜0.0003%,余量为水;喷洒完毕之后开始辐照,每次辐照5min,间隔60min后再进行下一次的UV-B辐射。为了方便辐照,将花盆摆放成数排,在辐照时用厚布料遮住两侧,以免影响未辐照的植株。每天辐照次数为2次,连续辐照20天。本对比例中UV-B辐照单次时间为5min,每天辐照两次,即每天的辐照剂量为 $0.12\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

[0055] 与实施例1相比,本对比例未进行x射线辐照和低剂量 $^{12}\text{C}_6^+$ 辐照,仅仅进行了UV-B辐照,待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。与空白对照组1相比,花青素含量增加值为10.5%。但是与实施例1的14.5%相比,本对比例的花青素含量增加值有所降低,说明x射线辐照和低剂量 $^{12}\text{C}_6^+$ 辐照配合UV-B辐照比单独的UV-B辐照更有利于花青素含量的增加。

[0056] 对比例4:

[0057] (1) 选取健康饱满、大小均匀、出芽多的紫土豆,将其切块,将芽头部分保存完好,制备成紫土豆块茎种子,将其进行低剂量 $^{12}\text{C}_6^+$ 辐照, $^{12}\text{C}_6^+$ 辐照过程中的具体条件如下:5°C,1个大气压,引出的C离子束初始能量为40MeV/u,经过镍窗、电离室、空气后照射到干燥的紫土豆块茎种子上;紫土豆块茎种子吸收剂量为250mGy,剂量率为20mGy/min;

[0058] (2) 将添加了钾肥、磷肥的常规土壤与蛭石按照3:1的比例混合均匀制备栽培土壤,置于直径30cm,高45cm的花盆中,按照常规方法将紫土豆块茎种子种植于土壤中,按照常规方法进行;

[0059] (3) 待紫土豆生长至开花阶段,即块茎膨大期,用20W-12RS,280-320nm飞利浦UV-B灯管作为辐照光源,灯架距离马铃薯50cm,UV-B光源的强度为 $20.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。在上午11:00左右开始辐照,每次辐照5min,间隔30min后进行x射线辐照,x射线辐照条件如下:加速光子能量为2.0GeV,电流为30-40mA,能量为0.5-2.5KeV,光子通量为 $10^{11}/\text{s}$,辐照时间在UV-B辐射半小时后进行,每次辐照20s,间隔60min后再进行下一次的UV-B辐射。为了方便辐照,将花盆摆放成数排,在辐照时用厚布料遮住两侧,以免影响未辐照的植株。每天辐照次数为2次,连续辐照20天。本对比例中UV-B辐照单次时间为5min。每天辐照两次,即每天的辐照剂量为 $0.12\text{KJ}/\text{m}^2/\text{day}$ 。

[0060] 待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。与空白对照组1相比,花青素含量增加值为13.9%,与实施例1相差较小。但是植株地上部分较矮小,平均株高比实施例1小约15%,可能是由于没有营养液保护,破坏了地上部分的植物组织导致。

[0061] 为对比实验结果,设置空白对照组,其中空白对照组1,按照常规方法进行日常管理即可,既不进行任何辐照,也不喷洒营养液。待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。

[0062] 空白对照组2,仅仅进行低剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 辐照, $^{12}\text{C}^{6+}$ 辐照过程中的具体条件如下: 5°C ,1个大气压,引出的C离子束初始能量为40MeV/u,经过镍窗、电离室、空气后照射到干燥的紫土豆块茎种子上;紫土豆块茎种子吸收剂量为250mGy,剂量率为20mGy/min。后续管理同空白对照组1。待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。与对照组1相比,本对照组的花青素含量增加值仅为2%,变化不明显,但是出芽率较空白对照组普遍要快。

[0063] 空白对照组3,仅仅进行x射线辐照,x射线辐照条件如下:加速光子能量为2.0GeV,电流为30-40mA,能量为0.5-2.5KeV,光子通量为 $10^{11}/\text{s}$,每次辐照20s,间隔60min后再进行下一次辐照。待成熟后收获紫土豆,分别检测淀粉含量和花青素含量。淀粉含量检测用 I_2 -KI方法,花青素相对含量用分光光度计检测。与对照组1相比,本对照组的花青素含量增加值仅为0.8%,变化也不明显,但是叶片面积较空白对照组1要大,但是叶片偏黄,可能是x射线辐照破坏了部分叶绿体的原因,不过x射线辐照较弱,破坏不太明显。

[0064] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

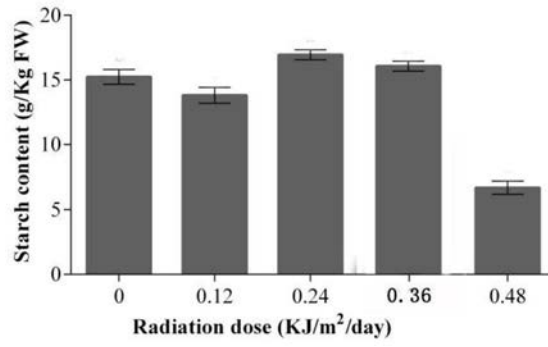


图1

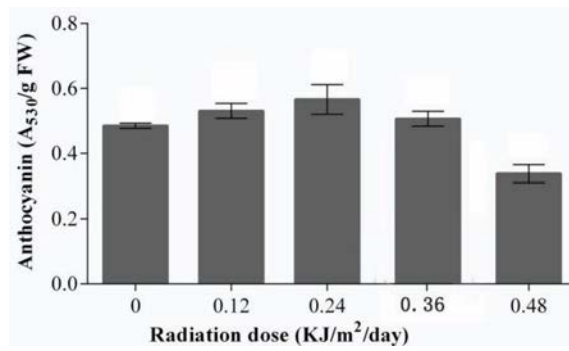


图2

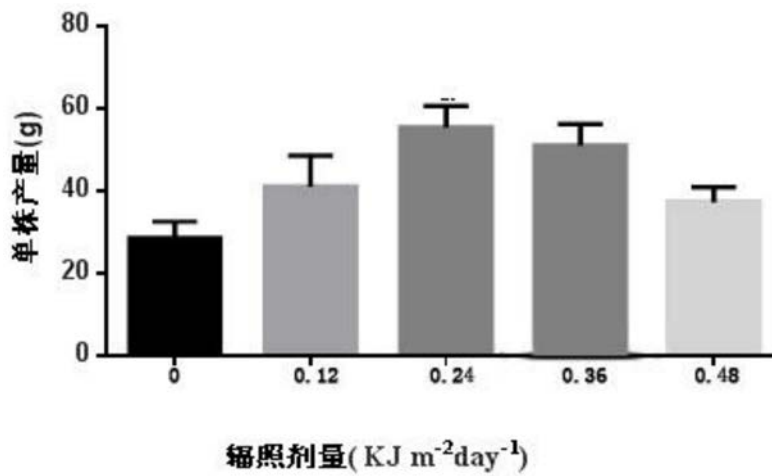


图3