



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111615947 B

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 202010455339.6

(22) 申请日 2015.03.16

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111615947 A

(43) 申请公布日 2020.09.04

(30) 优先权数据  
622482 2014.03.14 NZ

(62) 分案原申请数据  
201580026232.7 2015.03.16

(73) 专利权人 拜欧卢米克有限公司  
地址 新西兰北帕默斯顿

(72) 发明人 詹森·约翰·沃金特

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 武晶晶

(51) Int.Cl.  
A01G 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 104272986 A, 2015.01.14  
CN 104296011 A, 2015.01.21  
CN 201888139 U, 2011.07.06

审查员 田雨

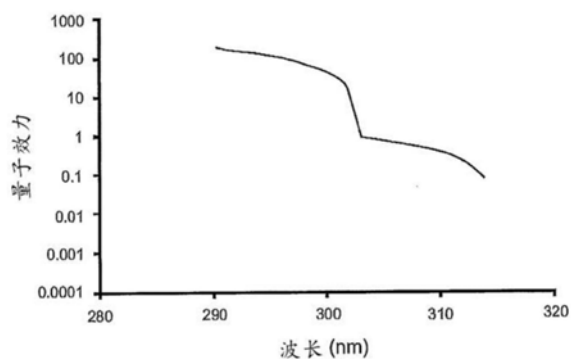
权利要求书1页 说明书16页 附图1页

### (54) 发明名称

提高作物产量和/或质量的方法

### (57) 摘要

一种处理植物秧苗以提高长期抗逆性和/或作物产量和/或质量的方法以及实施该方法的装置,该方法的特征在于在后续生长阶段之前,将该植物秧苗暴露于具有仅在280-310nm之间的至少一个波长的紫外(UV)照射的步骤。该方法进一步包括选择一个或多个植物秧苗以进行后续生长阶段的步骤。



1. 一种处理水果秧苗或蔬菜秧苗以提高所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗的抗逆性和作物产量中至少之一的的方法,该方法包括:

(a) 将所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗暴露于第一单个波段和第二单个波段中的特定波长,其中所述第一单个波段包括在280和305nm之间的紫外-B光,所述第二单个波段包括在655-680nm范围内的红色可见光,所述第一单个波段被施加到所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗2-15天的期间,并且施加所述第一单个波段和所述第二单个波段在室内进行,且在施加所述第一单个波段和所述第二单个波段期间将温度维持在12℃至35℃之间;以及

(b) 在施加所述第一单个波段和所述第二单个波段之后,生长所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗。

2. 如权利要求1所述的方法,其中在施加所述第一单个波段和所述第二单个波段之后,将所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗移植到室外环境。

3. 如权利要求1所述的方法,其中所述第一单个波段具有在280和290nm之间的紫外-B光。

4. 如权利要求1所述的方法,其中在(a)中将所述第一单个波段施加到所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗4-7天的期间。

5. 如权利要求1所述的方法,其中在(a)中将所述第一单个波段施加到所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗2-4天的期间。

6. 如权利要求1所述的方法,其中所述水果秧苗或所述蔬菜秧苗选自绿叶生菜、红叶生菜、番茄、黄瓜、西兰花和茄子。

7. 如权利要求1所述的方法,还包括施加第三单个波段,该第三单个波段包括在400至500nm范围内的蓝色可见光。

8. 如权利要求7所述的方法,其中所述第三单个波段包括在455至492nm范围内的蓝色可见光。

## 提高作物产量和/或质量的方法

[0001] 本申请是申请日为2015年03月16日、申请号为201580026232.7、发明名称为“提高作物产量和/或质量的方法”的中国专利申请(其对应PCT申请的申请日为2015年03月16日、申请号为PCT/NZ2015/000014)的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及通过UV暴露来提高作物产量和/或作物质量的方法。

### 背景技术

[0003] 过去,用于提高作物产量和质量的方法通常依赖于化肥及其他化学品,或用于选择有益性状的遗传育种计划。或者,几乎一直采用作物生长期间的环境因素如温度或灌溉的细心操作或控制来提高作物产出。

[0004] 这些系统具有某些优点,但也存在某些缺点。

[0005] 例如,化肥和化学品可导致环境污染,向作物施用费钱费时,并且经常遭到消费者的反对。

[0006] 遗传育种具有许多优点,但它可能是个缓慢的过程,并且经常难以控制表型结果。例如,当一种商业上重要的性状(如抗病性)有可能得到改善时,其代价可能是有害的性状如味道或颜色。

[0007] 最后,收获前生长条件的仔细控制当然重要。然而,不管这种生长条件控制如何,不够茁壮的植物仍经常死于室外环境的应激,而这导致产量的净损失。

[0008] 以往,UV照射被视为对植物秧苗的有害处理。然而,最近几年,研究已集中在采用紫外(UV)照射和可见光处理某些植物以改善防御/保护机制。

[0009] Behn等人的论文<sup>1</sup>表明,生菜秧苗暴露于经滤光的自然阳光(含UV-B、UV-A和可见光)导致了改善的耐逆性,但作为代价,导致了生物质积累的损失,这被认为是由碳水化合物底物从生长向次级代谢(即,保护机制)的重新定向所导致的。当植物显示出改善的防御/保护时,作物产量和质量降低。

[0010] WO 2012/085336描述了用于递送UV-A(315-400nm)、UV-B(280-315)、紫外光和蓝光(400-500nm)以及红光和远红(600-800nm)光的组合的装置,任选地其还与绿光和黄光(500-600nm)组合。该装置用于处理树苗,并且提示这防止了为了植物生长将植物从室内环境移动至室外环境时的移植休克(transplantation shock)。具体而言,其公开了该装置的处理缩短了树苗的生长周期、提高了活苗的比例,并省去了生长过程中的一个工作阶段(例如,不再需要遮阳帘),因此提高了秧苗培育的经济性。然而,WO 2012/085336仅着眼于秧苗存活力和秧苗培育的经济性,并未着眼于提高作物产量和/或质量。此外,其依赖于多个UV波段,这可能使处理过程变得复杂,并且/或者可能导致非所需的性状,例如在Behn等人的论文中描述的那些。本说明书中引用的包括任何专利或专利申请在内的所有参考文献均在此通过引用并入本文。不承认任何参考文献构成现有技术。对参考文献的讨论陈述了其作者的主张,申请人保留质疑所引用文件的准确性和相关性的权利。应当明确理解,虽然本文

提到了一些现有技术出版物,但该提及并不构成承认任意这些文件形成新西兰或任何其他国家的本领域公知常识的一部分。

[0011] 在整个说明书中,词语“包含”或其变化形式,如“包括”或“含有”,将被理解为暗示包括所述元素、整数或步骤,或元素、整数或步骤的组,但不排除任何其他元素、整数或步骤,或元素、整数或步骤的组。

[0012] 本发明的目标是解决上述问题或至少为公众提供有用的选择。

[0013] 通过仅仅作为例子而给出的后续说明,本发明的其他方面和优点将更为明显。

[0014] <sup>1</sup> Europ. J. Hort. Sci., 76(2). S. 33-40, 2011, ISSN 1611-4426

## 发明内容

[0015] 根据本发明的第一个方面,提供了一种处理植物秧苗以提高长期抗逆性(hardiness)并且/或者提高作物产量和/或作物质量的方法,

[0016] 其特征在于在后续生长阶段之前,将所述植物秧苗暴露于具有仅在280-310nm之间的至少一个波长的紫外(UV)照射的步骤。

[0017] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于向植物秧苗施加紫外(UV)照射的装置,

[0018] 其特征在于所述装置被配置用于施加具有仅在280-310nm之间的至少一个波长的紫外(UV)照射。

[0019] 根据本发明的另一个方面,提供了一种提高长期抗逆性和/或作物产量和/或作物质量的方法,

[0020] 其包括以下步骤:

[0021] (a) 在后续生长阶段之前,将一个或多个植物秧苗暴露于具有仅在280-310nm之间的至少一个波长的紫外(UV)光,

[0022] 其特征进一步在于以下步骤:

[0023] (b) 选择或确定一个或多个植物秧苗的合适的抗逆性水平以进行后续生长阶段。

[0024] 根据本发明的另一个方面,提供了已使用本文所述的方法处理的植物秧苗、植物或可收获的作物。

[0025] 发明构思和优点的简要概述

[0026] 令人惊讶地发现,这种处理植物秧苗的方法将提高作物产量和/或质量。在用UV-B光谱中的特定波长处理植物秧苗与商业上重要的作物产量和质量之间观察到直接相关。这组波长的一部分并未在到达地球表面的阳光中发现,因此与使用自然阳光的任何形式的处理是有区别的。

[0027] 此外,该处理似乎还实现了对应激如非生物性和生物性应激的期望或提高的抗逆性(即保护)。

[0028] 例如,在初步试验中,在黄瓜秧苗初始UV处理后12天的最终收获时,在黄瓜的较老植物中显示出对寒冷应激的抗性/保护增加(非生物性应激降低)。

[0029] 作为另一个实例,在绿叶生菜(green lettuce)中,即便是较老植物,也显示出对真菌病害的抗性增加(生物性应激降低)。这说明了UV处理在较老植物中的后续保护作用。

重要的是,在这两个实例中,收获时的作物产量也得到提高。因此,本发明提供了提高的抗逆性,并且与Behn等人的论文不同,本文还提供了提高的作物产量和质量。Behn等人的论文的教导与本发明的结果相去甚远,因为其将读者引向UV处理会导致植物以作物产量增加受损为代价建立保护机制。

[0030] 此外,与Behn等人的论文不同,本发明的处理仅需要在一个确定的光谱中(特别是只需要该光谱的子集)的UV照射,而Behn等人的论文具有经由经滤光的自然阳光在UV-A、UV-B和可见光中的不经控制的处理。目前并不清楚什么生化机制可能导致本发明中观察到的结果,但或许也包括Behn等人的论文中的那些,因为与植物生长和保护有关的生物化学是复杂的,并且仍远未被完全了解。

[0031] 与用于提高抗逆性(例如,为避免移植休克)的现有技术广谱UV处理方法不同,本发明采用仅在一个UV光谱内(在UV-B内)的处理,这可以显著简化所需的处理过程和设备。

[0032] 此外,许多处理利用阳光作为UV-B、UV-A和可见光的来源,导致缺少剂量的特异性,从而经常产生不希望的和/或不可预测的结果。由于在处理中仅使用了单一确定波段中的具体波长,因此本发明得以避免这种不可预测性。这并不排除该植物秧苗可以在处理过程中暴露于其他背景光,但这不一定构成该处理的一部分。

[0033] 发明人惊讶地发现,使用在280-310nm之间的UV-B照射内的特定且狭窄集中的范围中的波长导致有益的结果。换言之,约310nm以上的UV-B光谱部分不产生观察到的有益结果。如将进一步讨论的,该UV-B光谱包括280nm至约315nm(然而,UV波段之间所定义的分隔是近似的,并且受制于文献中的至少两个常见变量,即包括UV-B上限 $320\text{nm}^2$ )。在UV-B光谱内的更广泛的处理或不经控制的UV处理可导致有害的结果是有可能的。发明人得到的初步结果支持该结论。

[0034] 植物的长期抗逆性是指在收获前,对植物的生长阶段期间遭遇的应激如天气灾害、阳光照射、病害和/或虫害袭击的提高了的抗性。不希望被理论约束,收获时作物产量和/或质量提高的商业上的最终结果被认为至少部分归因于由该处理导致的长期抗逆性的提高。无论如何,作为该处理的结果,观察到提高的作物产量和/或质量的最终结果。

[0035] 此外,发现使用在UV-B范围外的UV照射(例如UV-A或UV-C波长)不会导致相同的结果。初步研究(未示出)支持此结论。同样,在最佳实施方式部分中提供的初步研究显示,当从UV-B光谱移出而进入例如UV-A光谱(400至315nm)时,有益效果将大幅降低或完全消失。

[0036] 本发明旨在帮助因改善的味道、大小、形状、颜色、质地、外观、保质期和/或承受收获后处理的能力而提高作物质量。本发明的另一优点是追踪、选择或预测在所述UV处理后将表现出提高的抗逆性和/或作物产量/质量的植物的能力。这可能对减少收获前的植物损耗是有益的,并因此提高了作物质量和/或产量。

[0037] 定义和优选实施方案

[0038] 在整个说明书中,短语“在后续生长阶段之前”应被视为意指在植物秧苗被转移至室外环境之前,或在一些情况下,根据植物秧苗的年龄、大小及其他特征或环境特性在特定时间点被保留在室内。植物的生长阶段通常是植物在收获前展现出向成熟植物的明显生长和发育的阶段。

[0039] 在整个说明书中,术语“抗逆性”应被视为意指植物承受或帮助保护免受作物生产期间的一种或多种应激的能力,并且其可导致收获时更加期望的植物产量和/或质量。

[0040] <sup>2</sup> IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 55 – Solar and ultraviolet radiation; Chapter 1; Exposure data (1992).

[0041] 在整个说明书中,术语“植物秧苗”应被视为意指从种子发芽后的幼小植物。植物秧苗可以是蔬菜、水果、树木、灌木、草本植物(herb)、原草(grass origin)等的秧苗。

[0042] 在整个说明书中,术语“植物”应被视为意指最终用于作物或其他应用的成熟的植物秧苗。

[0043] 虽然本发明具有针对蔬菜和水果作物生产的具体应用,但还可能可使用本发明提高其他类型植物如树木、禾草(grass)、花、草本植物等的抗逆性。为简单起见,本说明书的剩余部分将提及作物生产(特别是蔬菜),然而应该理解这并非意在限制。

[0044] 在整个说明书中,术语“作物”应被视为意指在其生长阶段中的一些时间点通过人或机器收获以供进一步使用或人类消费的栽培植物。然而,应理解,本方法针对禾草、树木等的应用可以仅仅用于提高抗逆性,而没有任何收获的意图。

[0045] 在整个说明书中,术语“室内”应被视为意指处所(housing),通常是温室、塑料大棚、没有墙壁的遮阳布,或可使用人工照明的完全室内系统。

[0046] 在温室的实例中,其可包括透明的墙壁和/或顶棚以允许自然光进入。可利用室内处所允许进行最初的发芽和秧苗发育阶段,并且在室外环境中的后续生长阶段之前,在本发明的UV照射暴露期间予以使用。

[0047] 优选地,植物秧苗的处理在室内进行。

[0048] 在室内进行处理的优点是其可以在植物秧苗特别脆弱时帮助调节状态。此外,其意味着用于施加UV处理的装置可以被更好地保护和保障。然而,根据待处理的秧苗的情况和类型,可能本发明的处理还可以在室外环境下进行。

[0049] 在整个说明书中,术语“移植”应被视为意指将植物秧苗转移至室外环境如田地中以允许在最终收获该作物之前继续生长的行为。术语移植休克具体指植物在移植时遭受的应激或休克,例如,由于所观察到的室内与室外环境之间的不同阳光暴露导致的阳光休克。

[0050] 在整个说明书中,术语“紫外(UV)照射”应被视为意指波长比可见光短但比X射线长并且在10nm至400nm(对应于3eV至124eV)范围之间的电磁辐射。紫外(UV)照射光谱被认为是人类不可见的,因此有别于在约400nm至700nm的光谱中的可见光。

[0051] 紫外光谱可进一步分解成UV-A(400-320nm)、UV-B(320-280nm)和UV-C(280-100nm)。

[0052] 应理解,将LED灯配置用于施加例如以290nm为中心的峰值辐照波长的光。

[0053] 与现有技术相反,发明人发现,将其他UV波长如UV-A或UV-C与特定的UV-B处理组合使用,被认为对于提供在提高的抗逆性和/或作物质量以及/或者产量方面观察到的有益效果而言是不必要的(并且实际上可能是有害的)。此外,280-310nm UV-B处理之外的其他波长无法替代观察到的有益效果。因此,相对于使用超过一种光谱中的多个波长的处理方法,这体现了显著的优势。

[0054] 优选的处理方案

[0055] 应理解,优选的剂量方案可以变化并且考虑到多个参数,包括:

[0056] -秧苗的类型,

[0057] -UV光的强度( $\text{W m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ),

[0058] -处理时长(天),以及

[0059] -处理过程中每次UV施加之间的休息期(开启/关闭)。

[0060] 例如,可保持处理时长短至约2-4天,但因此可在处理期中使用更高强度的UV照射来提供充足的剂量。一种考虑是更高的强度将更可能导致秧苗损伤,因此在每次施加过程中足够长的休息期可能是特别有用的。此外,与蓝色和红色可见光共同施加(如将在下文中讨论的)可能是特别有用的。

[0061] 此外,应理解,可改变UV暴露时间、秧苗在发芽后暴露于UV的时机、温度、周期数、具体的UV波长中的每一个以适应不同的植物品种,但这仍保持在本发明的精神之内。

[0062] 优选地,本方法包括将植物秧苗暴露于UV光约2-15天。

[0063] 发明人发现,对于大多数秧苗类型,少于约两天的处理无法提供充足的剂量。超过约15天的处理没有提供任何实际的优势,并且在商业上将更多地成为不必要的负担。

[0064] 更加优选地,本方法包括将植物秧苗暴露于UV光约4至7天。

[0065] 发明人发现,在4至7天之间的处理提供了有益的时间范围,同时还控制剂量中的其他因素,如UV强度,以避免对秧苗的不必要的损伤。优选地,本方法包括将植物秧苗暴露于循环的UV光暴露。

[0066] 在一个实例中,UV暴露可以按照为期七天的约12小时开启、12小时关闭的方式予以提供。在另一个实例中,可以在一周内每天提供10分钟的UV暴露。应理解,不同的条件可以适应不同的植物品种和/或种植者期望的特定结果。

[0067] 优选地,本方法包括在处理期间将温度维持在约12°C至35°C之间。

[0068] 这可能对在处理阶段中避免温度对秧苗的损伤是有用的。

[0069] 优选地,本发明包括暴露于约280-305nm之间的UV波长。

[0070] 令人惊讶地,初步结果显示,在较窄的UV-B光谱带内,特别是在280-305nm之间,有益效果是最明显的。

[0071] 超过305nm仍观察到有益结果,但在继续移动超过约310nm的波长后,该有益结果急剧下降。

[0072] 例如,峰值为319nm的UV光处理仍在光谱的UV-B波段范围内,但似乎未产生期望的效果。本发明令人惊讶地使用了在UV-B光谱的短波范围内的波长,其中一部分存在于到达地球表面的阳光的自然光谱之外。在试验中,未观察到UV-A光谱中的UV处理(354nm处)对提高抗逆性有效,UV-C光谱中的处理亦然(270nm处;数据未示出)。

[0073] 更优选地,本发明包括暴露于约280-290nm之间的峰值UV波长。

[0074] 在初步试验中,采用峰值在280-290nm之间的UV光处理显示出最令人满意的结果。

[0075] 应理解,该处理方法实际上可能仅包括在280-310nm之间的特定波长(或至少波长峰值),因此,提供期望的效果无须覆盖整个范围。

[0076] 同样,应理解,本发明的关键在于,该处理包括在仅280-310nm内的至少一个峰值波长,但由于由UV-B照射导致的钟形曲线峰,所施加的该UV光中的极少量可部分超出280-310nm的范围。应认为所描述的本发明包含这样的不明显的背景照射。该作用将是微小的,并且将被本领域技术人员理解为本发明的益处没有真正的影响。

[0077] 任选地,在对给定植物物种的方法处理期间,可在280-310nm范围内改变波长。同

样地,可以同时施加在UV-B光谱内的不同波长的组合。

[0078] 优选地,本方法还包括将植物秧苗暴露于在400至800nm范围内的可见光。该可见光可以与UV光同时施加或单独施加。

[0079] 值得注意的是,可见光不是UV光,因此可与处理中采用UV-B和UV-A两者的Behn等人的论文和WO 2012/085336中的现有技术处理相区别。

[0080] 包含可见光被认为特别有益于帮助防止可能由根据本发明的UV暴露导致的对植物的任何DNA损伤。它还可以帮助使得通过UV暴露获得的有益的抗逆性特征占优势。

[0081] 优选地,该处理包括400至500nm,或更优选455至492nm之间的蓝色可见光。

[0082] 蓝色可见光被认为特别有益于帮助避免UV损害DNA的潜在有害作用。换言之,蓝光被认为有利于光修复。

[0083] 优选地,该处理包括655-680nm之间的红色可见光。

[0084] 红色可见光的益处是对植物生长的互补效应,如茎秆生长的调节。红光是本方法的有用但非必需的元素。

[0085] 同样,处理条件可取决于所采用装置的类型,因为特定的装置在施加UV光方面可能特别有效。

[0086] 针对不同秧苗类型的应用

[0087] 优选地,植物秧苗选自水果和蔬菜。

[0088] 优选地,植物秧苗选自绿叶生菜、红叶生菜、番茄、黄瓜、西兰花、草本作物和茄子。

[0089] 虽然并不限于这些作物,但申请人已经清楚地说明了由所请求保护的处理方法导致的作物产量和/或质量的提高。这些作物还代表了特别适用该方法的商业上重要的作物。然而,基于这样的示例,显然该方法还可不受限制地适用于多种其他的作物类型。

[0090] 装置

[0091] 应理解,用于实施本发明的装置可以是根据由同一申请人于2014年2月10日在先提交的新西兰专利申请号621039描述的装置,该在先申请的全部内容在此通过引用并入本申请。

[0092] 如NZ 621039中描述的本申请人的装置具有施加除本发明中描述的处理之外的多种处理的能力。然而,可以依照本文所述的方法配置该装置来专门处理植物秧苗,并且认为它是用起来特别有用的装置。

[0093] 具体而言,该装置具有施加预定的UV剂量方案(如本申请中描述的那些)的能力,并且其中可以容易地调整和控制在本发明中优选使用的参数。

[0094] 优选地,该装置包括移动式传送带,该传送带在处理期间改变至少一个光发射器与目标区域的相对位置。在最佳实施方式中,我们将其称为移动阵列光处理。

[0095] 以这种方式,当传送带使光发射器的位置移动时,可以在处理阶段中方便地和准确地处理大量的植物秧苗。

[0096] 优选地,该装置经由发光二极管(LED)施加根据本发明的UV光。

[0097] 此外,本申请人的装置具有共同施加可见光的能力,由于以上讨论的原因,该能力是有益的。

[0098] 定量或预测抗逆性和/或提高的作物产量或质量的潜在方法

[0099] 应理解,存在一系列可用于评估幼小植物的方法,但目前不存在单个且完全有效



的方法,特别是当与如本文所述使用UV光促进作物在收获时的产量和/或质量有关时。

[0100] 用于评估本发明的益处的一种这样的方法是如下文详细描述“抗逆性指数”。这是一种与植物响应于该处理的关键组合生理变化有关的、用于评价秧苗对UV光的响应的集成方法。换言之,观察到同时出现的几种关键生理响应是植物已经以某种方式响应了处理的一种指示,该方式对长期植物生长及随后提高的作物产量和/或质量应当是有益的。

[0101] 应理解,不同作物类型、品种和生长位置的秧苗可能需要修正的抗逆性指数,以便充分评价这些特定秧苗中的抗逆性。对于抗逆性指数的修正可包括根据需要与其他秧苗或生长环境变量的整合。

[0102] 抗逆性指数

[0103] 在整个说明书中,术语抗逆性指数根据下面提供的算式来定义,

$$[0104] \quad H = \frac{SDW^T}{SDW^N} + \frac{SSLW^T}{SSLW^N} + \frac{1/SLA^T}{1/SLA^N}$$

[0105] 其中:

[0106] H=抗逆性

[0107] SDW=幼苗(shoot)干重

[0108] SSLW=幼苗比叶重

[0109] SLA=幼苗叶面积

[0110] <sup>T</sup>=经处理的植物;并且

[0111] <sup>N</sup>=未处理的植物。

[0112] 幼苗比叶重(SSLW)被定义为每单位叶面积的叶干重的比值,而术语幼苗叶面积(SLA)被简单地定义为叶面积。

[0113] 此外,应理解,“1/SLA”函数的使用可以仅仅是为了提供正的H值以方便引用,而并非是本发明必需的。

[0114] 没有该1/SLA函数,在某些情形下H值可能更难理解(但并非不可能)。这是因为在一些情况下,H值可能随抗逆性提高而降低。当由于根据本发明的UV暴露导致植物的幼苗叶面积(SLA)增加时,可能出现此结果。在一些植物品种中,这种SLA的增加可被视为抗逆性的提高。

[0115] 但是,在其他植物品种中,UV处理可导致SLA增加,这可能实际上提高了该品种的抗逆性。在这样的情况下,如下所示调整抗逆性指数以使得SLA不是1/SLA可能是有益的。

$$[0116] \quad H = \frac{SDW^T}{SDW^N} + \frac{SSLW^T}{SSLW^N} + \frac{SLA^T}{SLA^N}$$

[0117] 无论如何,显然抗逆性指数是可以调整的,并且可以能够解释植物品种中的这些差异。

[0118] 例如,可将H值在3.01至15之间的植物秧苗鉴定为在处理后表现出提高的抗逆性的植物秧苗。

[0119] 下限H值3.01反映了三个值中的每一个均应该展现出大于或等于1的值,从而反映出由UV处理造成的植物秧苗的积极变化。因此,H值15代表了对植物抗逆性的非常显著的提高或预测。

[0120] 3.01至15的H值范围被认为是有益的,因为该范围对应于更可能承受室外环境中

的典型应激的总体植物特性。

[0121] 即使很小的H值增加也可能意味着相当大的相对抗逆性特性的提高。例如,H值增加0.1表明相对抗逆性提高10%。

[0122] 应理解,测量H值通常需要破坏植物秧苗。因此,在选择批次或从一个批次中选择单个植物秧苗之前,可使用来自一个批次的单个测试秧苗确定该批次的代表性H值。

[0123] 定量或预测抗逆性和/或提高的作物产量或质量的备选方法

[0124] 用于评估或预测抗逆性和/或收获时的作物产量的备选方法包括:

[0125] -相对生长速率,或“RGR”(第一与第二时间点之间的生长参数变化除以时间点之间的天数,相对于第一时间点时的原始大小而表示)(这经常用于测量收获时间点时的实际作物产量)

[0126] -引入叶子的酚类化学物质含量的增加;

[0127] -引入秧苗光合健康的提高;和/或

[0128] -引入秧苗下胚轴长度的减少。

[0129] 申请人已在红叶生菜、黄瓜、蕃茄、茄子和绿叶生菜中进行了初步试验。

[0130] 发现如本文所述的处理方法以及抗逆性指数和/或RGR的使用对于说明与抗逆性和/或后续提高的作物产量或质量有关的有益结果是特别有用的。另外,该方法允许这样的机制,该机制用于选择经历相同或相似UV处理的秧苗或相关秧苗以进行后续生长阶段,或使用特定UV剂量方案以进行后续秧苗处理。

[0131] 例如,显示出开始具有增加的抗逆性指数的秧苗通常随后继续提供作物产量和质量的提高。

[0132] 或者,可根据初步试验的RGR微调后续处理,以进一步改善结果。

[0133] 优点总结

[0134] -提供有益结果仅需要使用在特定波长范围内的UV-B;

[0135] -观察到该方法有利地提高多种植物的作物产量和/或质量;

[0136] -观察到该方法增加秧苗干重、增加叶重或比叶重并且/或者减少叶面积;

[0137] -该方法还显示保护植物免受包括天气灾害、病害和虫害袭击在内的应激,否则该应激可能对脆弱的植物是有害的。

[0138] -在初步研究中观察到该方法对多种植物很好地起效。

[0139] 附图简述

[0140] 通过以下仅作为示例给出的说明并且参考附图,本发明的进一步的方面将变得更为明显,在附图中:

[0141] 图1对UV光谱的分析,以提供有益的抗逆性结果用于实施本发明的最佳实施方式

[0142] 实施例1-UV光提高抗逆性和/或作物产量的实例应用

[0143] 使绿叶生菜在蛭石中发芽,当子叶出现时将其转移至标准的盆栽混合土中。在 $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的可见光强度下以14hr/10hr光/暗的光周期将植物保持10天。

[0144] 然后,使用LED(发光二极管)阵列将植物暴露于峰值为290nm的窄带UV剂量下。同时,使用LED(发光二极管)阵列将一部分相同的生菜植物群体暴露于峰值在354nm的窄带UV剂量下。

[0145] 在暴露于背景可见光的同时,将植物暴露于UV剂量达七天。在七天的UV处理结束

时,将植物种植在邻近的室外场地位置处的旋耕 (rotivated) 土壤床中,其中选择那些破坏性地收获的植物以用于评价平均抗逆性指数 (H) 的三个测定的变量。

[0146] 然后将植物留在场地位置,经受场地天气条件为期11周。在场地生长11周结束时评价重复的六株植物的总幼苗鲜重,即茎和叶的合重。总幼苗鲜重是许多作物植物的最终收获产量大小的关键指标。

[0147] 结果在以下表1中示出。很明显,与用354nm的UV光 (在UV-B光谱外) 处理的样品相比,根据本发明用290nm的UV光处理的样品显示出在场地中11周时的总幼苗鲜重的显著增加。

[0148] 相比而言,在7天UV处理阶段结束时,根据本发明利用抗逆性指数确定的H值显示将提供对长期植物抗逆性以及作物产量和/或质量的有效预测和/或选择方法。

[0149] 在该实施例中,与以354nm处理的样品的H值2.96相比,根据本发明以290nm处理的样品的H值为3.04。两个样品之间0.08的差异对应于抗逆性提高约10%的预测。该预测与从温室转移后11周时在场地中观察到的初步结果良好对应。

[0150] 虽然在初步研究中仅测试了生菜,但预计许多其他作物和/或其他植物会表现出所观察到的相同有益结果。正在许多蔬菜作物和草本植物中进行继续试验,以进一步在不同物种中例证本发明。

[0151] 表1. 植物抗逆性响应 (6株植物的平均值 $\pm$ 1个标准误差)

	抗逆性指数值 (H)	光处理	植物总幼苗鲜重(g)
[0152]	3.04	290 nm	27.74* $\pm$ 4.0
	2.96	354 nm	16.65 $\pm$ 4.5

[0153] \*表示根据t-检验,与354nm处理相比显著提高 ( $P < 0.05$ )。

[0154] 实施例2-绿叶生菜病害和场地评估的鲜重

[0155] 在(根据本发明)UV处理后24小时,将如上所述生长的绿叶生菜秧苗种植在带有核盘菌 (Sclerotinia) 真菌病的生菜场地种植位置。根据新西兰专利申请号621039,使用移动式光阵列处理方法。UV剂量方案包括在2周大的植物中使用 $0.16798 \text{ W m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  [峰值波长为303nm] 处理7天 (12小时开启/12小时关闭)。

[0156] 在UV处理结束后24小时进行评价,以确定与未处理的秧苗相比,根据本发明UV处理的秧苗的植物的“抗逆性”。表2中的结果显示,在UV处理后不久,处理的秧苗的叶面积 (或作为抗逆性指数的成分的‘SLA’)降低,该降低是已经获得提高的抗逆性的指示。

[0157] 表2

	叶面积( $\text{cm}^2$ )	UV	S.E.
[0158]	UV	11.07*	0.40
	无 UV	13.38	0.36

[0159] \*表示根据t-检验,与无UV处理相比显著降低 ( $P < 0.05$ )。

[0160] 然后在处理后5周时,评价所有植物中的病害发生率和鲜重。结果在以下表3中示出。

[0161] 结果显示,UV处理的生菜秧苗显示出增加的鲜重,并且通过描述表现出病害感染的特定严重程度的植物数目的等级量表所评价的,还显示出更高的真菌抗性。

[0162] 表3

	鲜重(g)	UV	S.E.	无 UV	S.E.
[0163]	整个生菜植物	833.63*	44.79	642.84	56.20
	修剪的生菜头	672.42	41.07	577.32	41.92

[0164] \*表示根据t-检验,与无UV处理相比显著降低( $P < 0.05$ )。

		植物数目	
[0165]	感染类型	UV	无 UV
	无感染	9	3
	感染最初迹象	3	2
[0166]	被感染的	3	4
	被严重感染的	1	7

[0167] 实施例3-红叶生菜抗逆性和作物产量的评价

[0168] 在如上所述生长、然后在UV处理后进行场地种植的红叶生菜秧苗上进行了试验,以确定请求保护的UV处理与对照组相比的效果。根据新西兰专利申请号621039,使用移动式光阵列处理方法。UV剂量方案包括在2周大时使用 $0.06374 \text{ W m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  [峰值波长为286nm]处理7天(12小时开启/12小时关闭)。

[0169] 结果在以下表4中示出。在9天的外部停留期后,在UV处理的植物中测得3.08的H值。此外,与无UV对照相比,在处理后9天以及在场种植后5周的最终收获时,UV处理的样品显示出鲜重和叶面积的明显提高。

[0170] 表4UV处理后的收获[7天]

	变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
	鲜重(g)	0.62	0.05	0.71	0.07
[0171]	叶面积( $\text{cm}^2$ )	23.10	1.73	25.49	2.22
	干重(g)	0.03	0.00	0.04	0.00
	比叶重	0.00138	0.00005	0.00147	0.00005

[0172] 9天的外部停留期后的收获

	变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
	鲜重(g)	1.57	0.09	1.38	0.12
[0173]	叶面积( $\text{cm}^2$ )	46.43	2.26	42.95	3.31
	干重(g)	0.11	0.01	0.10	0.01
	比叶重	0.0023	0.0001	0.0023	0.0001

[0174] 5周的场地种植期后的最终收获

[0175]	变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
[0176]	鲜重(g)	7.35	1.04	6.54	0.82
	叶面积(cm <sup>2</sup> )	146.49	19.98	124.68	12.73

[0177] 实施例4-黄瓜抗逆性和作物产量的评价

[0178] 在黄瓜秧苗(使用如上所述的生长条件)上进行了试验,以确定请求保护的UV处理与对照组相比的效果。根据新西兰专利申请号621039,使用移动式光阵列处理方法。UV剂量方案包括在2周大时使用0.06374W m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>[峰值波长为286nm]处理7天(12小时开启/12小时关闭)。

[0179] 结果在以下表5中示出。与无UV处理的样品相比,在处理7天时(在外部生长期期间),UV处理的样品显示出更低的鲜重。但是,到第12天时,UV处理的样品表现出高于在无UV处理的样品中观察到的鲜重值。与未处理的样品相比,在UV处理的样品中,在第7天至第12天之间,UV处理的样品中植物的叶面积也增加得更多。该实施例说明了对于处理后的数日(或数周)间,UV处理方法在植物生产力方面的‘跳板’效应。

[0180] 表5UV处理后的收获[7天]

	变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
	鲜重(g)	2.44	0.06	2.55	0.13
[0181]	叶面积(cm <sup>2</sup> )	56.89	1.19	53.04	3.51
	干重(g)	0.21	0.01	0.19	0.02
	比叶重	0.0036	0.0002	0.0039	0.0003

[0182] 12天的外部停留期后的最终收获

	变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
	鲜重(g)	3.11	0.25	2.85	0.11
[0183]	叶面积(cm <sup>2</sup> )	63.86	6.70	56.56	3.22
	干重(g)	0.25	0.02	0.23	0.01
	比叶重	0.0040	0.0002	0.0042	0.0002

[0184] 进行了进一步的测试以评价黄瓜的耐寒性。结果在以下表6中示出。结果显示,根据本发明的UV处理导致黄瓜植物的抗逆性提高。

[0185] 表612天外部停留期后的冷应激植物损伤评分

	零(0)	低(1)	中(2)	高(3)	总感染((1)+(2)+(3))
[0186]	UV 65%	18%	12%	4%	35%
	无 UV 14%	37%	31%	18%	86%

[0187] 每个处理评价了总共49株植物:%是到第12天具有特定应激得分的植物的数目。

[0188] 实施例5-番茄抗逆性和作物产量的评价

[0189] 在(如上所述生长的)番茄秧苗上进行了试验,以确定请求保护的UV处理与对照植物相比的效果。根据新西兰专利申请号621039,使用移动式光阵列处理方法。UV剂量方案包

括在3周大时使用 $0.06374\text{W m}^{-2}\text{s}^{-1}$  [峰值波长为286nm]处理7天(12小时开启/12小时关闭)。

[0190] 结果在以下表7中示出。当在第7天测量时,与无UV处理的样品相比,UV处理的样品显示出鲜重、叶面积和干重的显著增加。这与UV处理后7天时的总H值3.55等同。这支持由于番茄秧苗的UV处理,在收获时将会有总体增加的产量。为说明这一点,在6天的外部停留期后,进行了植物生物物质的进一步收获。该收获表明,所描述的植物生长的增加在UV处理完成后还持续。

[0191] 表7

[0192] UV处理后的收获[7天]

变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
鲜重(g)	1.06	0.34	0.46	0.08
[0193] 叶面积( $\text{cm}^2$ )	30.09	8.94	12.03	1.42
干重(g)	0.12	0.03	0.06	0.02
比叶重	0.0041	0.0002	0.0049	0.0008

[0194] 6天的外部停留期后的最终收获

变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
鲜重(g)	1.65	0.23	0.82	0.20
[0195] 叶面积( $\text{cm}^2$ )	38.47	5.01	18.12	2.83
干重(g)	0.19	0.03	0.10	0.02
比叶重	0.0047	0.0002	0.0058	0.0004

[0196] 实施例6-茄子抗逆性和作物产量的评价

[0197] 在(如上所述生长的)茄子秧苗上进行了试验,以确定请求保护的UV处理与对照组相比的效果。根据新西兰专利申请号621039,使用移动式光阵列处理方法。UV剂量方案包括在3周大时使用 $0.06374\text{W m}^{-2}\text{s}^{-1}$  [峰值波长为286nm]处理7天(12小时开启/12小时关闭)。

[0198] 结果在以下表8中示出。当在第7天测量时(紧接着UV处理之后),与无UV处理的样品相比,UV处理的样品显示出相似或更低的鲜重、叶面积和干重值。但是,在6天的外部停留期后,到第6天的最终收获时,鲜重、叶面积、干重和比叶重全部都增加至超过在无UV处理样品中观察到的值。因此可从抗逆性指数(或与植物生长有关的任意一个或多个变量)观察到有益的结果,其在UV处理后7天收获时显示3.01的H值。

[0199] 该数据支持由于茄子秧苗的UV处理,在收获时将会有总体增加的产量。

[0200] 表8UV处理后的收获[7天]

变量	UV	S.E.	无 UV	S.E.
鲜重	0.43	0.05	0.46	0.05
[0201] 叶面积	13.72	1.52	14.45	1.32
干重	0.05	0.01	0.05	0.01
比叶重	0.0036	0.0004	0.0035	0.0004

[0202] 6天的外部停留期后的最终收获

	变量	UV	S.E.	无 UV	S.E
[0203]	鲜重	0.68	0.05	0.59	0.04
	叶面积	17.94	1.32	17.55	1.44
	干重	0.08	0.01	0.07	0.01
	比叶重	0.0044	0.0001	0.0041	0.0001

[0204] 实施例7-评价UV光谱的有益效果

[0205] 进行了实验以评价对绿叶生菜的植物生长调控(作为抗逆性的量度)有用的UV波长范围。这通过评价幼苗干重(作为抗逆性指数的成分)来测量。使生菜植物如上所述生长,并使用一连串LED(发光二极管)阵列将其暴露于在选定波长峰值(其在表9中列出)处的一系列UV剂量(每个波长三种剂量)六天。没有暴露于UV的对照植物用来与UV处理的植物进行比较。在照射期之后测量整个幼苗的叶干重。将幼苗叶干重测量值相对于未处理的对照进行表示,以推断每个波段的剂量响应。这之后,基于上述的剂量范围响应得出剂量响应。然后将选定的不同波长处的基于剂量的相对响应相对于303nm处的零点进行归一化,并内插以导出该抗逆性方面的光谱响应的描述(或量子效力(Quantum Effectiveness));换言之,增加的值表示对于该给定波长,幼苗干重的增加)。该内插的结果在表10中示出,并且为了清楚起见在图1中绘出。可以看到,在低于290nm的波长处该抗逆性属性的提高出现急剧下降,并且在304nm处,该抗逆性属性的光谱响应降低至<1.0。

[0206] 表9

	波长 (nm)	相对量子响应	归一化的量子效力
[0207]	290	0.9588	184.38
	303	0.0052	1.00
	319	-0.0127	-2.44
	336	-0.0172	-3.31
	354	-0.0019	-0.37

[0208] 表10示出了针对绿叶生菜的植物生长调控的内插量子效力的表格。应理解,对于该实施例,使用线性内插来内插量子效力值,并且存在多种可以用于在量子效力值之间内插的方法。

[0209] 表10

[0210]

波长 (nm)	归一化的 量子效力
290	184.38
291	170.28
292	156.17
293	142.07
294	127.96
295	113.85
296	99.75
297	85.64
298	71.53
299	57.43
300	43.32
301	29.21
302	15.11
303	1
304	0.923076923
305	0.846153846
306	0.769230769
307	0.692307692
308	0.615384615
309	0.538461538
310	0.461538462
311	0.384615385
312	0.307692308
313	0.230769231
314	0.153846154
315	0.076923077
316	0
317	0
318	0
319	0
320	0
321	0
322	0
323	0
324	0
325	0
326	0
327	0



[0211]

328	0
329	0
330	0
331	0
332	0
333	0
334	0
335	0
336	0
337	0
338	0
339	0
340	0
341	0
342	0
343	0
344	0
345	0
346	0
347	0
348	0
349	0
350	0
351	0
352	0
353	0
354	0

[0212] 在7天照射处理结束时,并且在室外环境中的植物生命后续部分之前,进行了幼苗干重测量。使用290-354nm的波长,并且初步结果在图1中示出。在该初步研究中,由于所使用的LED在290nm处具有最低峰值照射,因此未测试280-290nm之间的波长。然而,从图1中的曲线可以看出,可以看到朝向280nm的向上趋势,并且该趋势可以合理预期。

[0213] 在一项类似的研究中(结果在以下表11中示出)显示,即使在请求保护的280-310nm UV-B波长范围外的微小波动也可以导致秧苗阶段的抗逆性指数的大幅降低(从3.76至2.79)以及在70天最终收获时植物叶面积提高的损失和/或缺乏(按相对于未处理对照植物的%测量)。此外,根据上述内插的实施例,秧苗阶段的植物干重在期望的处理波长范围内大幅提高。

[0214] 表11

波长 (nm)	秧苗阶段参数[处理后 1 天]				最终收获[处理后 70 天]	
	幼苗鲜重 (g)	叶面积 (cm <sup>2</sup> )	比叶重	幼苗干重	秧苗阶段的抗逆性指数	以相对于未处理对照植物的%表示的经处理植物的植物叶面积
290	0.463	10.43	0.0053	0.055	3.76	106
319	0.375	10.52	0.0029	0.031	2.79	99

[0216] 已经仅通过示例的方式描述了本发明的各方面,但应理解,在不背离所附权利要求

求的范围的情况下,可以对其进行修改和添加。

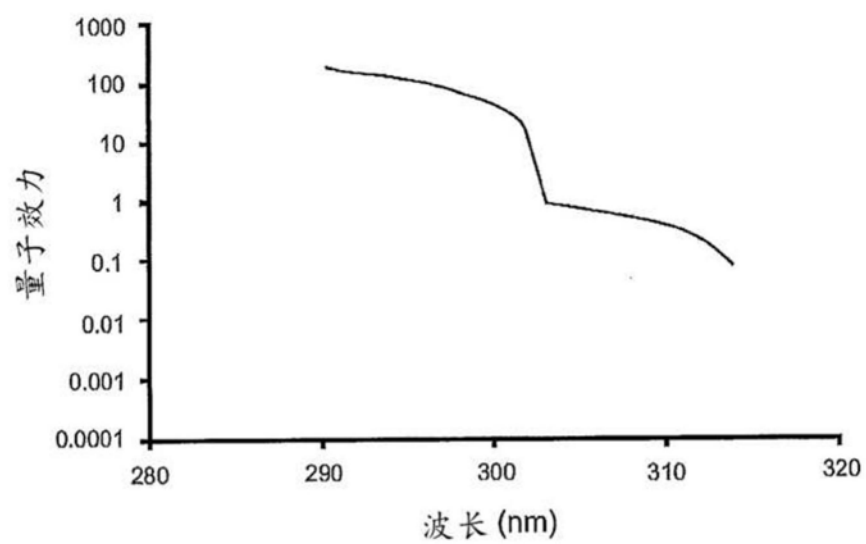


图1