



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105010339 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201510379621. X

(22) 申请日 2007. 12. 10

(30) 优先权数据

2006-333635 2006. 12. 11 JP

(62) 分案原申请数据

200780045685. X 2007. 12. 10

(71) 申请人 国立研究开发法人科学技术振兴机构

地址 日本埼玉县

(72) 发明人 小川健一 逸见健司

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

代理人 黄泽雄 尹吉伟

(51) Int. Cl.

A01N 37/46(2006. 01)

A01P 21/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书22页 附图41页

(54) 发明名称

植物生长调整剂及其利用

(57) 摘要

通过含有谷胱甘肽的植物生长调整剂,可以使收获指数提高。由此,指示出植物的控制因子,提供有效控制植物的发芽、成长、开花等的技术。

1. 谷胱甘肽用于使植物的收获指数提高的用途。
2. 根据权利要求 1 所述的用途,其特征在於,所述谷胱甘肽是氧化型谷胱甘肽。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的用途,其特征在於,所述植物为用作粮食的植物。
4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的用途,其特征在於,不并用谷胱甘肽合成阻碍剂。
5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的用途,其特征在於,不并用植物激素。
6. 一种获得比野生型或未经谷胱甘肽处理的植物的收获指数更高的植物的方法,其特征在於,包括使用谷胱甘肽栽培植物的工序、测定由上述工序栽培的植物的收获指数的工序、选择收获指数提高的植物的工序。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在於,所述谷胱甘肽是氧化型谷胱甘肽。
8. 根据权利要求 6 或 7 所述的方法,其特征在於,所述植物为用作粮食的植物。
9. 根据权利要求 6 ~ 8 中任一项所述的方法,其特征在於,不并用谷胱甘肽合成阻碍剂。
10. 根据权利要求 6 ~ 9 中任一项所述的方法,其特征在於,不并用植物激素。
11. 根据权利要求 6 ~ 10 中任一项所述的方法,其特征在於,间歇地施以谷胱甘肽。
12. 根据权利要求 6 ~ 11 中任一项所述的方法,其特征在於,在由营养生长期向生殖生长长期的转换时期的前后施以谷胱甘肽。

植物生长调整剂及其利用

[0001] 本申请是申请日 2007 年 12 月 10 日、申请号 200780045685. X 以及发明名称“植物生长调整剂及其利用”的发明申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及调整植物的生长的植物生长调整剂及其利用技术,更详细的是涉及使用谷胱甘肽,可以使收获指数提高等的植物生长调整剂及其利用技术。

背景技术

[0003] 以往,植物作为粮食,以及作为鉴赏用、纸和药品等工业材料和燃料,在各种场合,与人类越来越紧密相关。而且,近年来,植物还作为代替化石燃料的生物质能而备受关注。

[0004] 对于在这样多样的用途中利用的植物的发芽、成长、开花等的机理大多并不清楚。这是因为,植物主要是根据经验和直觉进行栽培,其收成大都受气候等自然的影响所左右。因此,弄清楚植物的发芽、成长、开花的机理,对它们进行调整和控制,在鉴赏用草本花以及谷物和野菜等粮食的产量增加中十分重要,而且对于森林中木材的培育以及生物质能也极为重要。

[0005] 迄今为止,作为调整植物的成长的手段,逐步进行了通过温室等人工气候环境调整开花时期,使用乙烯等化学药品促进成长等努力。然而,以往这些方法中的许多方法通过经验和直觉调整植物的成长,并没有基于可以科学判断植物的成长过程的材料。

[0006] 因此,本发明人对于植物的发芽、成长、开花的机理逐步开展研究。其结果是,本发明人此前发现活性氧(ROS)不仅作为生物合成的底物而且在植物的发育中作为控制因子都是必需的(参照专利文献 1)。具体的是,上述专利文献 1 中记载了含有细胞的氧化还原状态调节物质的细胞或器官的分化调节剂、使用该调节剂控制生物的分化·形态形成的方法和这样获得的生物。

[0007] 而且,专利文献 2 中公开了植物生长调整辅助剂和使用该植物生长调整辅助剂的再分化植物体的制作方法。具体的是,记载了通过在含有谷胱甘肽、优选氧化型谷胱甘肽(以下,有时也单独称为 GSSG)的再分化培养基中培育由植物体、例如稻子、桔梗等的一部分诱导的愈伤组织,促进发根,在短时间内有效地由愈伤组织获得再分化体。

[0008] 专利文献 1:国际专利公开公报 W001/080638(公开日:平成 15(2003)年 7 月 22 日)

[0009] 专利文献 2:日本专利公开公报特开 2004-352679(公开日:平成 16(2004)年 12 月 16 日)

[0010] 上述的专利文献 1 中确实公开了通过调整植物的氧化还原状态的物质对植物控制分化和形态形成的技术。然而,对其控制机制并不十分清楚,哪种物质形成植物生长的控制因子并不太了解。而且,上述专利文献 2 中没有公开用于制作再分化植物体的技术,毕竟这些并不足够,用于控制生物量·种子产量·后代种子的质量等的新技术是必要的。

[0011] 科学把握植物的成长过程,科学预测开花时期,不仅在鉴赏用的草本花和粮食用

的植物中,而且在森林和生物质能用的植物资源中也都极为重要。正因为如此,强烈需要指示出植物的控制因子,有效开发出植物的发芽、成长、开花等的技术。

发明内容

[0012] 本发明是鉴于上述问题而形成的,其目的在于指示出植物的控制因子,开发出有效控制植物的发芽、成长、开花等的技术。

[0013] 本发明人为了解决上述问题进行了积极的研究,其结果发现通过使用谷胱甘肽进行植物的栽培,可以使该栽培植物的种子的数量和花的数量显著增加。而且,还发现通过使用谷胱甘肽栽培在植物激素(例如、赤霉素)的合成功能或应答功能上有变异的植物体进行栽培,可以使腋芽显著增加,随之还可以使花(鞘)的数量也增加。本发明人基于这些认识,完成了本发明。本发明是基于这样的新的认识完成的,其包括以下发明。

[0014] (1) 植物生长调整剂,其含有谷胱甘肽,使收获指数提高。

[0015] (2) 根据(1)中记载的植物生长调整剂,上述谷胱甘肽是氧化型谷胱甘肽。

[0016] (3) 根据(1)或(2)中记载的植物生长调整剂,其使植物的种子和/或花的数量增加。

[0017] (4) 根据(1)或(2)中记载的植物生长调整剂,其使植物的腋芽和/或分蘖的数量增加。

[0018] (5) 植物的栽培方法,使用谷胱甘肽,栽培植物,使该植物的收获指数提高。

[0019] (6) 根据(5)中记载的植物的栽培方法,上述谷胱甘肽是氧化型谷胱甘肽。

[0020] (7) 根据(5)或(6)中记载的植物的栽培方法,间歇地施以谷胱甘肽。

[0021] (8) 根据(5)~(7)任意一项中记载的植物的栽培方法,在由营养生长期向生殖生长期的转换时期的前后施以谷胱甘肽。

[0022] (9) 使用谷胱甘肽使植物的种子和/或花的数量增加的方法。

[0023] (10) 根据(9)中记载的方法,上述谷胱甘肽是氧化型谷胱甘肽。

[0024] (11) 使用谷胱甘肽,使植物的腋芽和/或分蘖的数量增加的方法。

[0025] (12) 根据(11)中记载的方法,上述谷胱甘肽是氧化型谷胱甘肽。

[0026] (13) 根据(11)或(12)中记载的方法,上述植物在植物激素的合成功能和/或应答功能上有变异。

[0027] (14) 根据(13)中记载的方法,上述植物激素是赤霉素。

[0028] (15) 植物,是由上述(5)~(14)任意一项中记载的方法获得的,其收获指数提高。

[0029] 本发明的其它目的,特征和优点,按照以下所示的记载会十分清楚。而且,本发明的优点会参照附图根据以下说明变得清楚。

附图说明

[0030] [图1]是表示分别用水、GSSG溶液、或 H_2O_2 溶液处理过的拟南芥(シロイヌナズナ, *Arabidopsis thaliana*)的播种3和4周后的状态的图。

[0031] [图2]是表示分别用水、GSSG溶液、或 H_2O_2 溶液处理过的拟南芥的播种6周后的状态的图。

[0032] [图3]是表示分别用水、GSSG溶液、或 H_2O_2 溶液处理过的拟南芥的播种7周后的

状态的图。

[0033] [图 4] 是表示分别用水、GSSG 溶液、或 H_2O_2 溶液处理过的拟南芥的播种 8 周后的状态的图。

[0034] [图 5] 是表示由分别用水、GSSG 溶液、或 H_2O_2 溶液处理过的拟南芥获得的种子的产量和状态的图。

[0035] [图 6] 是表示对氧化型谷胱甘肽的浓度对拟南芥的生长的影响进行研究的结果的图。

[0036] [图 7] 是表示对氧化型谷胱甘肽的浓度对拟南芥的生长的影响进行研究的结果的图。

[0037] [图 8] 是表示对氧化型谷胱甘肽对拟南芥种子的影响进行研究的结果的图。

[0038] [图 9] 是表示对氧化型谷胱甘肽对拟南芥的赤霉素合成变异体的影响进行研究的结果的图。

[0039] [图 10] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期和处理浓度对拟南芥的种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0040] [图 11] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期和处理浓度对拟南芥的种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0041] [图 12] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期和处理浓度对拟南芥的种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0042] [图 13] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期对拟南芥的种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0043] [图 14] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期对拟南芥的种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0044] [图 15] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期对拟南芥的种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0045] [图 16] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理时期和处理浓度对拟南芥的种子重量、干燥重量和收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0046] [图 17] 是表示对氧化型谷胱甘肽对蔷薇（品种 ;PatioHit Alicante）的生长的影响进行研究的结果的图。

[0047] [图 18] 是表示对氧化型谷胱甘肽对蔷薇（品种 ;英国玫瑰）的生长的影响进行研究的结果的图。

[0048] [图 19] 是表示对氧化型谷胱甘肽对油菜的一种中国菜心（チュウゴクサイシン）的生长的影响进行研究的结果的图。

[0049] [图 20] 是表示研究氧化型谷胱甘肽对大豆生长的影响的田地试验中大豆各个体配置的图。

[0050] [图 21] 是表示在研究氧化型谷胱甘肽对大豆生长的影响的田地试验中，施以氧化型谷胱甘肽的方法的图。

[0051] [图 22] 是表示在研究氧化型谷胱甘肽对大豆生长的影响的田地试验中，对种子重量、总生物量和收获指数进行研究的结果的图。

[0052] [图 23] 是表示对氧化型谷胱甘肽对玉米的花芽形成的影响进行研究的结果的

图。

[0053] [图 24] 是表示对氧化型谷胱甘肽对玉米的收获量的影响进行研究的结果的图。

[0054] [图 25] 是表示氧化型谷胱甘肽对玉米的每个个体的果实,地上部分和果实以外部分的各部分的生物量以及收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0055] [图 26] 是表示氧化型谷胱甘肽的处理时期对每个玉米个体的果实,地上部分和果实以外部分的各部分的生物量以及收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0056] [图 27] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理方法对每个玉米个体的果实,地上部分和果实以外部分的各部分的生物量以及收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0057] [图 28] 是表示对氧化型谷胱甘肽的处理方法和处理时期对玉米的收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0058] [图 29] 是表示研究氧化型谷胱甘肽对玉米生长的影响的田地试验中甜玉米各个体的配置的图。

[0059] [图 30] 是表示在研究氧化型谷胱甘肽对玉米生长的影响的田地试验中,就氧化型谷胱甘肽的处理时间对单位面积的总生物量、单位面积的雌蕊收获量和收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0060] [图 31] 是表示在研究氧化型谷胱甘肽对玉米生长的影响的田地试验中,就氧化型谷胱甘肽的处理时间对每个个体的果实、地上部分和果实以外的部分各个部分生物量的影响进行研究的结果的图。

[0061] [图 32] 就缺乏氮的条件下,氧化型谷胱甘肽对玉米收获量的影响进行研究的结果的图。

[0062] [图 33] 就缺乏氮的条件下,氧化型谷胱甘肽对每个玉米个体的果实、地上部分和果实以外的部分各个部分的生物量、以及收获指数的影响进行研究的结果的图。

[0063] [图 34] 就氧化型谷胱甘肽对蔷薇(品种;紫玫瑰(パプルローズ))新芽的生长和开花的影响进行研究的结果的图。

[0064] [图 35] 就氧化型谷胱甘肽对蔷薇(品种;JJ scarlet 和 JJ apricot)的新芽的生长和开花的影响进行研究的结果的图。

[0065] [图 36] 就氧化型谷胱甘肽和还原型谷胱甘肽对桔梗(トルコギキョウ)根系的发达的影响进行研究的结果的图。

[0066] [图 37] 就氧化型谷胱甘肽对蔷薇花芽诱导的影响进行研究的结果的图。

[0067] [图 38] 就氧化型谷胱甘肽对蔷薇花芽诱导的影响进行研究的结果的图。

[0068] [图 39] 就氧化型谷胱甘肽和还原型谷胱甘肽对草莓(Eminent garden series 欲张草莓(欲張りイチゴ)红(SUMIKA))的生长和增殖(长匐茎数)的影响进行研究的结果的图。

[0069] [图 40] 是表示在就氧化型谷胱甘肽对导入了 gFBA 基因的拟南芥形质转化体的生长的影响进行研究的实验中植物各个体在栽培时的配置和氧化型谷胱甘肽的施以时期的图。

[0070] [图 41] 就硝酸铵量对野生型和导入了 gFBA1 基因的拟南芥形质转化体的收获指数、总生物量和种子重量的提高效果达到饱和的浓度进行研究的结果的图。

[0071] [图 42] 就饱和氮施肥的效果的条件下,氧化型谷胱甘肽对导入了 gFBA 基因的形

质转化体的收获指数、总生物量和种子重量的效果进行研究的结果的图。

[0072] [图 43] 就饱和氮施肥的效果的条件下,氧化型谷胱甘肽、还原型谷胱甘肽和硫酸铵对导入了 gFBA 基因的拟南芥形质转化体的收获指数、总生物量和种子重量的影响进行研究的结果的图。

[0073] [图 44] 就 GSSG 施肥浓度对导入了 gFBA 基因的拟南芥形质转化体和野生型拟南芥的种子收获量的效果进行研究的结果的图。

[0074] [图 45] 就 GSSG 施肥浓度对导入了 gFBA 基因的拟南芥形质转化体和野生型拟南芥的收获指数的效果进行研究的结果的图。

[0075] [图 46] 就作为硫源的 GSSG、GSH 和硫酸铵施肥对导入了 gFBA 基因的拟南芥形质转化体的种子收获量的效果进行研究的结果的图。

[0076] [图 47] 就作为硫源的 GSSG、GSH 和硫酸铵施肥对导入了 gFBA 基因的拟南芥形质转化体的收获指数的效果进行研究的结果的图。

具体实施方式

[0077] 就本发明的一个实施方式进行说明,如下。而且,慎重起见,预先说明一下,本发明并不限于该实施方式。

[0078] 本发明涉及的植物生长调整剂如果含有谷胱甘肽即可,浓度、其它成分等的具体构成没有特别限定。上述谷胱甘肽可以是还原型谷胱甘肽(以下,也称为“GSH”),也可以是氧化型谷胱甘肽(以下,也称为“GSSG”),但优选是 GSSG。

[0079] GSH,正如本领域技术人员所知的,具有容易被氧化的性质。因此,如果本发明涉及的植物生长调整剂中含有作为谷胱甘肽的 GSH,则通常,该植物生长调整剂中含有很多 GSSG。总之,本发明涉及的植物生长调整剂中也可以含有作为谷胱甘肽的混合状态的 GSH 和 GSSG。

[0080] 本发明涉及的植物生长调整剂含有作为谷胱甘肽的 GSH,在其保存时或使用,可以形成使该 GSH 氧化成 GSSG 的形态。而且,可以在向植物施用后,形成 GSH 被氧化成 GSSG 的形态。

[0081] 而且,将 GSH 氧化成 GSSG 的方法并没有特别限定。例如,通过空气氧化,可以将 GSH 容易地转化为 GSSG。而且,也可以通过现已公知的所有人工方法将 GSH 转化为 GSSG。

[0082] 本发明中所谓“氧化型谷胱甘肽”是本领域公知的物质,不需要特别的说明,例如,可定义为 2 分子的还原型谷胱甘肽通过二硫键相连接的分子。

[0083] 已知,通常,生物的细胞内的谷胱甘肽的大部分(98%以上)为还原型。因此,对于本领域技术人员来说,说起谷胱甘肽,想到的是还原型的谷胱甘肽,一般并没有氧化型谷胱甘肽的使用。而且,对于本领域技术人员来说,对氧化型谷胱甘肽也有使生长恶化的印象。正因为如此,本领域技术人员并没有动机在植物栽培中使用氧化型谷胱甘肽从而完成本发明。

[0084] 在这种状况下,本申请发明人发现卡尔文循环的酶果糖-1,6-二磷酸醛缩酶通过与谷胱甘肽的结合控制功能,通过从其外部添加该结合所必需的谷胱甘肽的氧化型,成功地实现了生物量生产性和收获量的大幅提高。

[0085] 也就是说,本发明人发现通过使用以往在植物栽培中通常并不使用的“氧化型谷

胱甘肽 (GSSG) ”进行植物的栽培,可以使该栽培植物的种子数量数·花的数量显著提高,从而完成了本发明。因此,可以说本发明是极具独创性的发明。

[0086] 本发明的植物生长调整剂含有谷胱甘肽,使植物的收获指数 (harvest index) 提高。

[0087] 本说明书中,所谓“收获指数”是指收获物的重量与植物整体的重量的比例。换言之,是指收获物的生物量与植物个体的总生物量的比例。

[0088] 并且,本说明书中所谓“收获物”,是指该植物中形成粮食的部分、例如、就食用果实的植物而言是指果实,就食用种子的植物而言是指种子、就食用茎的植物而言是指茎、就食用根的植物而言是指根、就食用花的植物是指花、就食用叶的植物而言是指叶等,不仅如此,尽管不形成粮食,该植物中含栽培的日的产物的部分也包括在内。具体而言,例如,可在观赏中使用的植物的情况下,上述收获物还包括作为观赏对象的花、茎、叶、根和种子等。

[0089] 而且,本发明中,所谓“使收获指数提高”,是指与不施用本发明的植物生长调节剂的条件相比,使收获指数提高的效果,在为了最大限度获得单位面积收获量而最适化的现有标准的施肥条件下,收获物的生物量与总生物量的比例增加。通过提高植栽密度,单位面积的收获量提高,但其效果在一定的植栽密度就饱和了。本发明中,“使收获指数提高”是指在这种植栽条件下,使收获物的生物量与总生物量的比例增加的效果。

[0090] 因此,由于通过本发明的植物生长调整剂,可以使植物的收获指数增加,不仅可以增加单位面积的粮食和生物量资源,而且能够大大有助于产业上可以利用的植物以及由这些植物获得的收获物的增产。

[0091] 而且,本发明的植物生长调整剂优选为使植物的种子和 / 或花的数量增加的物质。如后述实施例所示,通过使用本发明涉及的植物生长调整剂,明确地证实了种子的数量和花的数量。而且,作为本植物生长调整剂的其它作用,还确认了植物的寿命延长,叶片变圆,作物生长的高度变短,茎变粗。

[0092] 因此,例如,由于种子的产量增加,因此在售卖种子本身时以及在种子含有油脂以及其它有效成分时,这些油脂等物质的产量增加,因此可以说产业上的有用性相当高。而且,还可以作物生物量资源进行利用。

[0093] 而且,植物的寿命延长这种作用,在例如利用到观叶植物和行道树等时,可以延迟由于植物的枯萎而导致的交换的间隔。因此可以减轻观叶植物和行道树等的维护的作业负担。而且,使叶片变圆,变大的作用,例如,可以作为制作外观发生变化的新颖的观叶植物的手段进行利用。而且,使植物的作物生长高度变短,茎变粗的作用也可以在观叶植物中利用,而且也可以使农作物对强风等的抗性提高。

[0094] 而且,本发明涉及的植物生长调整剂优选使植物的腋芽和 / 或分蘖的数量的物质。这就是由以下认识构成的发明,即如后述实施例所示,用氧化型谷胱甘肽栽培在植物激素 (例如、赤霉素) 的合成功能或应答功能上有变异的植物体时,腋芽显著增加。伴随腋芽和 / 或分蘖的数量的增加,花 (鞘) 的数量也增加。

[0095] 因此,通过,例如、对禾本科植物等分蘖对产量有影响的植物使用上述植物生长调整剂,可以使种子产量增加。

[0096] 而且,作物使用上述植物生长调整剂的对象植物,尤为优选的是,在植物激素的合成功能和 / 或应答功能上有变异的植物。这是指通过使谷胱甘肽、优选使氧化型谷胱甘肽

作用于上述变异体或具有同样功能的形质转化体,可以进一步诱导出氧化型谷胱甘肽的作用。

[0097] 这其中,所谓“在植物激素的合成功能和/或应答功能上有变异的植物”是指,植物激素的生物合成系的酶、植物激素的受体、或植物激素的信息传递系统的生物体物质等中的至少任意一种中有变异的植物体,包括植物激素的功能与野生型所起作用不同的植物体、或由于变异而对植物激素形成高感受性(获得型)的植物体中的任一种。这其中,尤为优选的是植物激素的功能相较于野生型有所降低,或植物激素的功能基本丧失的植物变异体。

[0098] 作物上述植物体,可以例举,例如,如后述实施例所示,编码植物激素的生物合成系统的酶的基因中插入了 T-DNA 等的 DNA 片段的变异体。

[0099] 而且,上述植物激素优选为赤霉素。我们认为氧化型谷胱甘肽在赤霉素等的植物激素的下游、或以与植物激素相协调的形式起作用。

[0100] 而且,本发明涉及的植物生长调整剂优选为促进植物的新芽的生长、花芽诱导和/或开花的物质。如后述实施例所示,明确证实了通过使用本发明涉及的植物生长调整剂,植物的新芽的生长、花芽诱导、开花得以促进。

[0101] 因此,植物的栽培时间可以缩短,并且可以通过该植物的生产性。该作用在可作为粮食使用的植物中,可以有助于粮食增产。而且,由于通过上述植物生长调整剂,可以控制开花和生长,因此在可在观赏中使用的植物中使用时,可以实现植物的有效生产,根据市场需求,可以调节对该植物的市场的供应。

[0102] 而且,本发明涉及的植物生长调整剂还优选为促进植物的根系的发达的物质。如后述实施例所示,明确证实了通过使用本发明涉及的植物生长调整剂,植物的根系的发达受到促进。

[0103] 由此,在以根作物收获物的植物中,可以在短期内获得大量收获物。因此,例如,通过对使用根的植物施用该调节剂,可以实现粮食的增产。

[0104] 而且,本发明涉及的植物生长调整剂还优选抑制由于缺氮而导致的生长的降低的物质。已知的是,通常,植物一旦氮源不足或缺乏氮源,生长就降低。与之相对,如后述实施例所示,即使是在缺乏氮源的条件下载培的植物,通过施用本发明涉及的植物生长调整剂,也可以抑制由于氮源的缺乏而导致的生长降低。

[0105] 因此,通过上述植物生长调整剂,即使由于缺乏氮生长降低的植物,通过施用该植物生长调整剂,也可以促进生长。

[0106] 上述植物生长调整剂中含有氧化型谷胱甘肽时,该植物生长调整剂中所含的氧化型谷胱甘肽的量没有特别限定,例如、拟南芥的情况下,有效为 $10 \mu\text{M} \sim 20\text{mM}$,更优选 $0.2\text{mM} \sim 5\text{mM}$ 、更优选为 $0.5\text{mM} \sim 2\text{mM}$ 。

[0107] 另一方面,上述植物生长调整剂中含有还原型谷胱甘肽时,该植物生长调整剂中所含的还原型谷胱甘肽的量优选比含有氧化型谷胱甘肽时更多。具体的是,例如、拟南芥的情况是,优选为 $100 \mu\text{M} \sim 40\text{mM}$,更优选为 $0.4\text{mM} \sim 20\text{mM}$,更优选 $4\text{mM} \sim 10\text{mM}$ 。

[0108] 还原型谷胱甘肽的含有量如果在上述范围内,在该植物生长调整剂的保存中或使用,还原型谷胱甘肽例如通过达到 50% 被氧化,该植物生长调整剂中的氧化型谷胱甘肽的浓度达到至少 $1\text{mM} \sim 2.5\text{mM}$ 的范围。借此,达到与含有 $1\text{mM} \sim 2.5\text{mM}$ 氧化型谷胱甘肽时

同等程度的效果。而且,由于还原型谷胱甘肽的性质,因此使植物生长调整剂中所含还原型谷胱甘肽被 50%氧化能够容易发生。这是本领域技术人员能够容易理解的。

[0109] 在给予如后述实施例所示的特定量的溶液时,如果氧化型谷胱甘肽或还原型谷胱甘肽的含有量在上述范围内,可以适当控制植物的生长。而且,上述浓度范围为对拟南芥一直施用特定量溶液时的合适的范围,在改变施用量,或改变植物种类(例如、树木等)时,即使是更高浓度的氧化型谷胱甘肽或还原型谷胱甘肽也存在可以使用的可能性,根据情况的不同,即使是更低浓度也存在呈现本发明的植物生长调整剂作用的可能性。

[0110] 本发明的主要内容在于发现了氧化型谷胱甘肽具有使植物的种子和/或花的数量增加,延长了植物的寿命,使叶片变圆,或使腋芽和/或分蘖的数量增加,而且伴随腋芽等的增加,也使花(鞘)数增加,使种子产量增加的作用,其目的不在于除此之外的限定。因此,慎重起见,预先说明一下,本发明并不限于上述浓度范围。

[0111] 而且,作物上述植物生长调整剂对植物的使用方法,并没有特别限定,可以与现有公知的植物生长调整剂一样使用。例如,在为液剂和乳剂时,可以撒,滴下,涂布于以植物的生长点和茎,叶为代表的植物体的一部分或整体。而且,在为固形剂或粉剂时,例如,还可以使植物从地中将其吸收到根部。而且,在植物为浮萍等水草时,还可以作为底床添加剂通过根吸收,使固形剂缓缓溶解于水中等。这其中,在对地上的植物使用时,优选,例如,上述植物生长调整剂为水溶液,进行溶液栽培。

[0112] 而且,本发明的植物生长调整剂含有上述的谷胱甘肽(GSH和/或GSSG)即可,其它具体的成分可以使用任意物质。例如,在为底床添加剂或固形剂时,作为载体成分,大概可以例举滑石,泥土,蛭石,硅藻土,高岭土,碳酸钙,氢氧化钙,白土,硅胶等无机质以及小麦粉,淀粉等固体载体。此外,在所述调整剂为液剂时,大概可例举水、二甲苯等芳香族碳氢化合物类、乙醇,乙二醇等醇类、丙酮等酮类、二恶烷,四氢呋喃等醚类、二甲基甲酰胺、二甲基亚砷、乙腈等液体载体。

[0113] 此外,本发明的植物生长调整剂中还可以适当混合其它辅助剂。作为这种辅助剂,可以例举例如烷基硫酸酯类,烷基磺酸盐,烷基芳基磺酸盐,二烷基硫代琥珀酸盐等阴离子表面活性剂、高级脂肪胺的盐类等阳离子表面活性剂、聚氧乙二醇烷基醚,聚氧乙二醇酰基酯,聚氧乙二醇多元醇酰基酯,纤维素衍生物等非离子表面活性剂、明胶,酪蛋白,阿拉伯树胶等增粘剂、增量剂、结合剂等。

[0114] 根据需要,还可以在不损害本发明所预期效果的限定内在制剂中混合其它植物生长调节剂、例如苯甲酸,烟酸,烟酰胺,哌可酸等。而且,还可以在制剂中混合现已公知的肥料。

[0115] 作为上述植物生长调整剂的对象植物,并有特别限定,可以普遍应用于各种单子叶植物、双子叶植物、树木等植物。例如,作为单子叶植物,包括例如浮萍属植物(浮萍)和青萍属植物(青萍,品藻),水萍科植物、卡特来兰属植物,兰属植物,石斛属植物,蝶兰属植物,万带兰属植物,兜兰属植物,金蝶兰属植物等,兰科植物、香蒲科(Typhaceae)植物、黑三棱科(Sparganiaceae)植物、眼子菜科(Potamogetonaceae)植物、茨藻科(Najadaceae)植物、芝菜科(Scheuchzeriaceae)植物、泽泻科(Alismataceae)植物、水鳖科(Hydrocharitaceae)植物、霉草科(Triuridaceae)植物、禾本科(Poaceae(Gramineae))植物、莎草科(Cyperaceae)植物、棕榈科(Arecaceae)植物、天南星科(Araceae)植物、星

草科植物、鸭跖草科 (Commelinaceae) 植物、雨久花科 (Pontederiaceae) 植物、灯心草科 (Juncaceae) 植物、百部科 (Stemonaceae) 植物、百合科 (Liliaceae) 植物、石蒜科植物、薯蓣科 (Dioscoreaceae) 植物、鸢尾科 (Iridaceae) 植物、芭蕉科 (Musaceae) 植物、姜科 (Zingiberaceae) 植物、美人蕉科 (Cannaceae) 植物、水玉簪科 (Burmanniaceae) 植物等。

[0116] 而且,作为双子叶植物,可以例举例如包括牵牛属植物(喇叭花),旋花属植物(旋花,打碗花,肾叶打碗花),番薯属 (Ipomea)、属植物(厚藤,甘薯),菟丝子属 (Cuscuta) 植物(菟丝子)的旋花科 (Convolvulaceae) 植物、包括石竹属植物(康乃馨等),繁缕属植物,高山漆姑草属(タカネツメクサ)属植物,卷耳属植物,漆姑草属植物,无心菜属植物,种阜草属植物,孩儿参属植物, Honkenya 属植物,大爪草属植物,牛漆姑草属植物,蝇子草属植物,剪秋罗属植物,女娄菜属植物,狗筋蔓属 (Cucubalus) 植物的 Siko 科植物(しこ科植物)、Mokumamou 科植物(もくまもう科植物)、三白草科 (Saururaceae) 植物、胡椒科 (Piperaceae) 植物、金粟兰科 (Chloranthaceae) 植物、杨柳科 (Salicaceae) 植物、杨梅科植物、胡桃科 (Juglandaceae) 植物、桦木科 (Betulaceae) 植物、壳斗科 (Fagaceae) 植物、榆科 (Ulmaceae) 植物、桑科 (Moraceae) 植物、荨麻科 (Urticaceae) 植物、川苔草科 (Podostemaceae) 植物、山龙眼科 (Proteaceae) 植物、铁青树科 (Olacaceae) 植物、檀香科 (Santalaceae) 植物、桑寄生科 (Loranthaceae) 植物、马兜铃科 (Aristolochiaceae) 植物、帽蕊草科 (Mitrastemonaceae) 植物、蛇菰科 (Balanophoraceae) 植物、蓼科 (Polygonaceae) 植物、藜科 (Chenopodiaceae) 植物、苋科 (Amaranthaceae) 植物、紫茉莉科 (Nyctaginaceae) 植物、假繁缕科 (Theligonaceae) 植物、商陆科 (Phytolaccaceae) 植物、番杏科 (Aizoaceae) 植物、马齿苋科 (Portulacaceae) 植物、木兰科 (Magnoliaceae) 植物、昆栏树科 (Trochodendraceae) 植物、连香树科 (Cercidiphyllaceae) 植物、睡莲科 (Nymphaeaceae) 植物、金鱼藻科 (Ceratophyllaceae) 植物、毛茛科 (Ranunculaceae) 植物、木通科 (Lardizabalaceae) 植物、小檗科 (Berberidaceae) 植物、防己科 (Menispermaceae) 植物、蜡梅科 (Calycanthaceae) 植物、樟科 (Lauraceae) 植物、罂粟科 (Papaveraceae) 植物、山柑科 (Capparaceae) 植物、十字花科 (Brassicaceae ;Cruciferae) 植物、茅膏菜科 (Droseraceae) 植物、猪笼草科 (Nepenthaceae) 植物、景天科 (Crassulaceae) 植物、虎耳草科 (Saxifragaceae) 植物、海桐花科 (Pittosporaceae) 植物、金缕梅科 (Hamamelidaceae) 植物、悬铃木科 (Platanaceae) 植物、蔷薇科 (Rosaceae) 植物、豆科 (Fabaceae) 植物、酢浆草科 (Oxalidaceae) 植物、牻牛儿苗科 (Geraniaceae) 植物、亚麻科 (Linaceae) 植物、蒺藜科 (Zygophyllaceae) 植物、芸香科 (Rutaceae) 植物、苦木科 (Simaroubaceae) 植物、楝科 (Meliaceae) 植物、远志科 (Polygalaceae) 植物、大戟科 (Euphorbiaceae) 植物、水马齿科 (Callitrichaceae) 植物、黄杨科 (Buxaceae) 植物、岩高兰科 (Empetraceae) 植物、马桑科 (Coriariaceae) 植物、漆树科 (Anacardiaceae) 植物、冬青科 (Aquifoliaceae) 植物、卫矛科 (Celastraceae) 植物、省沽油科 (Staphyleaceae) 植物、茶茱萸科 (Icacinaeae) 植物、槭树科 (Aceraceae) 植物、七叶树科 (Hippocastanaceae) 植物、无患子科 (Sapindaceae) 植物、清风藤科 (Sabiaceae) 植物、野凤仙花(つりふねそう)科植物、鼠李科 (Rhamnaceae) 植物、葡萄科 (Vitaceae) 植物、杜英科 (Elaeocarpaceae) 植物、椴树科 (Tiliaceae) 植物、锦葵科 (Malvaceae) 植物、梧桐科 (Sterculiaceae) 植物、猕猴桃科 (Actinidiaceae) 植物、山茶科 (Theaceae) 植物、山竹子科 (Clusiaceae) 科植物、沟繁缕科 (Elatinaceae) 植

物、柽柳科 (Tamaricaceae) 植物、堇菜科 (Violaceae) 植物、大风子科 (Flacourtiaceae) 植物、旌节花科 (Stachyuraceae) 植物、西番莲科 (Passifloraceae) 植物、秋海棠科 (Begoniaceae) 植物、仙人掌科 (Cactaceae) 植物、瑞香科 (Thymelaeaceae) 植物、胡颓子科 (Elaeagnaceae) 植物、千屈菜科 (Lythraceae) 植物、石榴科 (Punicaceae) 植物、红树科 (Rhizophoraceae) 植物、八角枫科 (Alangiaceae) 植物、野牡丹科 (Melastomataceae) 植物、菱科 (Trapaceae) 植物、柳叶菜科 (Onagraceae) 植物、小二仙草科 (Haloragaceae) 植物、杉叶藻科 (Hippuridaceae) 植物、五加科 (Araliaceae) 植物、伞形科 (Apiaceae; Umbelliferae) 植物、山茱萸科 (Cornaceae) 植物、岩梅科 (Diapensiaceae) 植物、山柳科 (Clethraceae) 植物、鹿蹄草科 (Pyrolaceae) 植物、杜鹃花科 (Ericaceae) 植物、紫金牛科 (Myrsinaceae) 植物、报春花科 (Primulaceae) 植物、白花丹科 (Plumbaginaceae) 植物、柿科 (Ebenaceae) 植物、山矾科 (Symplocaceae) 植物、安息香科 (Styracaceae) 植物、木犀科 (Oleaceae) 植物、醉鱼草科 (Buddlejaceae) 植物、龙胆科 (Gentianaceae) 植物、夹竹桃科 (Apocynaceae) 植物、萝藦科 (Asclepiadaceae) 植物、花荵科 (Polemoniaceae) 植物、紫草科 (Boraginaceae) 植物、马鞭草科 (Verbenaceae) 植物、唇形科 (LAMIACEA/LABIATAE) 植物、茄科 (Solanaceae) 植物、玄参科 (Scrophulariaceae) 植物、紫葳科 (Bignoniaceae) 植物、胡麻科 (Pedaliaceae) 植物、列当科 (Orobanchaceae) 植物、苦苣苔科 (Gesneriaceae) 植物、狸藻科 (Lentibulariaceae) 植物、爵床科 (Acanthaceae) 植物、苦檻蓝科 (Myoporaceae) 植物、透骨草科 (Phrymaceae) 植物、车前科 (Plantaginaceae) 植物、茜草科 (Rubiaceae) 植物、忍冬科 (Caprifoliaceae) 植物、五福花科 (Adoxaceae) 科植物、败酱科 (Valerianaceae) 植物、川续断科 (Dipsacaceae) 植物、葫芦科 (Cucurbitaceae) 科植物、桔梗科 (Campanulaceae) 植物、菊科 (Asteraceae) 科植物等。

[0117] 而且,上述植物生长调整剂的对象植物不仅可以是上述例示的植物的野生型,还可以是其变异体或形质转化体。如后述实施例所示,如果对导入了特定基因的转化植物使用本发明涉及的植物生长调整剂。本发明涉及的植物生长调整剂的效果则被增强(换言之,本发明涉及的植物生长调整剂的效果要强于在野生型植物中使用的情况)。

[0118] 因此,这种转化植物能够成为本发明涉及的植物生长调整剂的合适的适用对象。

[0119] 作为这种形质转化体,具体可以例举,例如,导入了编码谷胱甘肽结合性质体型果糖-1,6-二磷酸醛缩酶(以下也称为“gFBA”)的基因的转化植物。

[0120] 如后述实施例所示,证实了通过对导入了 gFBA 基因的转化植物中施用本发明涉及的植物生长调整剂,该植物生长调整剂所产生的收获指数的上升效果进一步增强。

[0121] 而且,导入了 gFBA 基因的转化植物及其制造方法,记载于例如、国际公开公报 W02007/091634A1(2007年8月16日公开)等中。因此,该国际公开公报的内容作为参考并入本说明书。

[0122] 本发明的植物生长调整剂可以通过与其剂形相适应的方法在各种生物个体中使用。

[0123] 而且,从用本发明的植物生长调整剂处理的植物获得的种子在产业上也是有用,并包含于本发明中。对于这种种子,如后述实施例所示,研究其成熟程度(发芽率),结果发现其比通常的种子早发芽。因此,可以认为从使用谷胱甘肽、优选氧化型谷胱甘肽栽培的植物获得的种子的成熟程度提高。

[0124] 而且,通过本发明的植物生长调整剂进行的处理,可以在对象植物的种子的常规栽培方法在开始前和/或栽培中,使用适当浓度的植物生长调整剂进行。通常,在进行与对象植物的性质(长日性、短日性等)相适应的处理的同时使用是有效的。由于这种处理方法对于本领域技术人员而言是熟知的,因此就省略其详细说明,例如,我们认为在相对长日植物的情况中,在进行一定光强度以上的光照射的同时使用本发明的植物生长调整剂是有效的。

[0125] 因此,本发明还包括在该技术领域通常使用的任意的植物的培养方法、即植物的生产方法中使用植物生长调整剂。

[0126] 本发明的植物生长调整剂可以只有其有效成分谷胱甘肽,但如上所述,优选以可适用于各个植物的剂形、例如液剂,固形剂,粉剂,乳剂,底床添加剂等剂形使用。这种制剂,在各个领域中,在不损害本发明的植物生长调整剂的作用效果的限度下,可以与有效成分谷胱甘肽适当混合,用已知的方法制造可以在制剂学上使用的公知的载体成分、制剂用辅助剂等。

[0127] 此外,本发明中还包括使用上述植物生长调整剂的植物的栽培方法。也就是说,本发明涉及的植物的栽培方法,可以使用谷胱甘肽,栽培植物,使该植物的收获指数提高,对于其具体工序、条件等构成并没有特别限定。而且,在该植物的栽培方法中,作为谷胱甘肽,可以使用 GSH 和/或 GSSG,但优选含有 GSSG。

[0128] 其中,对本发明涉及的植物的栽培方法的一个实施方式进行说明。此外,本发明当然也不限于以下的实施方式。

[0129] 本发明涉及的植物的栽培方法中,可以在植物可以吸收的条件下一直施用谷胱甘肽,经过栽培期,也可以在可以间歇地吸收的条件下(例如、以1周1次或1周2次这样的间隔施用的条件)施用谷胱甘肽。而且,可以在特定时间,换言之,只在特定的生长期施用谷胱甘肽。

[0130] 通过间歇地施用谷胱甘肽,可以使谷胱甘肽的施用量减少。因此,可以减少植物栽培中的这种成本。而且,间歇地施用谷胱甘肽时,优选以一定的时间间隔施用,但并不限于此,也可以以不定的时间间隔施用。

[0131] 而且,施用谷胱甘肽的时间间隔并没有特别限定,可以根据施用的谷胱甘肽的浓度、施用对象的植物和施用谷胱甘肽的时间(更具体的是生长期)等来确定。一般而言,成为适用对象的植物为草本植物时,优选以1周次~1周2次,或与追肥期同时期进行。

[0132] 只在特定时期施用谷胱甘肽时,优选在从营养生长期至生殖成长期的转换时期前后(包括从营养生长期至生殖成长期的转换时期)、或之后的花芽形成期、或在发生向目的收获物的输送时施用。如果根据这种构成,可以有效获得谷胱甘肽的施用效果。而且,按照上述构成,由于只在特定时期施用谷胱甘肽,因此就可以减少植物栽培中的这种成本。

[0133] 只在特定时期施用谷胱甘肽时,特定时期的一定时间,可以在植物可以吸收的条件下一直施用谷胱甘肽,特定时期的一定时间,可以在可以吸收的条件下间歇地施用谷胱甘肽。特定时期的一定时间,通过间歇地施用谷胱甘肽,可以进一步减少植物的栽培成本。

[0134] 而且,适用谷胱甘肽,使植物的种子和/或花的数量增加的方法也包括于本发明中。该方法中,作为谷胱甘肽,可使用氧化型谷胱甘肽和还原型谷胱甘肽,但优选包括氧化型谷胱甘肽。

[0135] 而且,该方法中,对植物施用谷胱甘肽的时期和施用量等没有特别限定,优选上述植物的栽培方法在说明的条件下施用。

[0136] 而且,用上述方法可以获得的植物体也包括于本发明中。本发明涉及的植物体的收获指数提高。因此,本发明涉及的植物的收获指数比通常推荐的条件下栽培时有所提高,因此通过测定收获指数,可以与通过本发明的方法以外的方法获得的植物体明确地区分开。

[0137] 而且,通过研究植物体中的氧化型谷胱甘肽的量和比例,可以简单地研究这种植物体,可以与通过本发明的方法以外的方法获得的植物体明确地区分开。除了研究植物体中的氧化型谷胱甘肽的量和浓度的方法以外,还可以通过例如、使用 DNA 微阵列等比较基因表达模式进行研究。具体的是,预先施用氧化型谷胱甘肽,研究栽培的植物体的基因表达模式,与用其它方法栽培的植物体的基因表达模式进行比较,预先指示出施用氧化型谷胱甘肽时特有的表达模式(GSSG 表达模式)。然后,通过研究调查对象的植物体的表达模式,与上述 GSSG 表达模式进行比较,可以简便地进行研究。

[0138] 而且,通过测定该植物体的收获指数,可以将这种植物体与用本发明的方法以外的方法获得的植物体明确区分开。

[0139] 上述例示的方法(换言之,鉴定本发明涉及的植物的方法)可以单独进行,也可以组合多种进行。通过组合多种上述方法进行,可以将本发明涉及的植物体与用本发明的方法以外的方法获得的植物体明确区分开。

[0140] 列出以下实施例,就本发明的实施方式更详细地进行说明。当然,本发明并不限于以下实施例,其细节当然也可以是各种形态。而且,本发明不限于上述实施方式,可以在权利要求书所示的范围内进行各种改变,适当组合各个公开的技术的手段获得的实施方式也包括于本发明的技术的范围中。

[0141] [实施例]

[0142] < 1 :氧化型谷胱甘肽对拟南芥生长的影响 >

[0143] 用强度为 $100 \mu E/m^2$ 的光,在 16 小时的明期 /8 小时的暗期的日长条件和 $22^\circ C$ 下,使用按在下层蛭石(旭工业)2、在中层 KUREHA 育苗培土(クレハ)1、在上层蛭石(旭工业)1 的比例形成多层的土壤作为培养基,对拟南芥进行植物的生长实验。而且,通常该条件下生长的拟南芥即使不进行新的追肥,也没有显示出氮缺乏的征兆。

[0144] 本实验中,只用水,1mM 的氧化型谷胱甘肽(GSSG)溶液、或 5mM 的 H_2O_2 溶液对植物进行处理,观察植物的生长状态。具体的是,适当添加处理液使得 $65(W) \times 65(D) \times 50(H)$ mm 左右的罐中达到 2 ~ 3 个体左右。

[0145] 基于玫瑰花结叶数、花茎的伸长速度、花的数量、种子的数量评价处理的效果。该结果示于图 1 ~ 图 5。

[0146] 如图 1 所示,清楚了添加 1mM GSSG 溶液进行栽培的植物体,在播种后 3 ~ 4 周后,与只添加水进行栽培的植物体和添加 5mM 的 H_2O_2 溶液进行栽培的植物体相比,叶片生长得变大变圆。

[0147] 而且,如图 2(a),图 2(b) 所示,清楚了,6 周后,添加 1mM GSSG 溶液进行栽培的植物体与只添加水进行栽培的植物体和添加 5mM 的 H_2O_2 溶液进行栽培的植物体相比,作物生长的高度变短,茎变粗,叶片生长得变大。而且,图 2(a) 和图 2(b) 是对相同试样从不同角

度拍摄的。

[0148] 而且,如图3所示,清楚了,7周后,添加1mM GSSG溶液进行栽培的植物体与只添加水进行栽培的植物体和添加5mM的 H_2O_2 溶液进行栽培的植物体相比,花的数量和叶面积显著增加。

[0149] 而且,如图4所示,清楚了,8周后,只添加水进行栽培的植物体和添加5mM的 H_2O_2 溶液进行栽培的植物体开始枯萎,但与之相对,添加1mM GSSG溶液进行栽培的植物体的绿色仍然色彩较浓地存在,寿命延长。

[0150] 而且,如图5所示,清楚了添加1mM GSSG溶液进行栽培的植物体与只添加水进行栽培的植物体和添加5mM的 H_2O_2 溶液进行栽培的植物体相比,种子的产量显著增加。测定的结果清楚了,种子的有效着粒数增加了约3~4倍左右(参照图5的上图)。

[0151] 而且,研究了种子的形状和大小是否出现变化。其结果示于图5的下侧图中。如同图所示,清楚了从添加1mM GSSG溶液进行栽培的植物体获得的种子与从只添加水进行栽培的植物体获得的种子相比,大小和形状等没有特别的差异。而且还清楚了,由添加5mM的 H_2O_2 溶液进行栽培的植物获得的种子出现若干巨大化。

[0152] 如上所述,清楚了在使用氧化型谷胱甘肽栽培植物时,种子和/或花的数量增加。

[0153] < 2:氧化型谷胱甘肽的浓度对拟南芥生长的影响 >

[0154] 然后,研究氧化型谷胱甘肽的浓度对拟南芥生长的影响。具体的是,将填充于65(W)×65(D)×50(H)mm左右的罐中的土壤浸于0mM,0.01mM,0.2mM,1mM,2mM或5mM的GSSG溶液中。播种拟南芥的种子使得达到每个罐3个体左右,从3周后开始经时观察。

[0155] 其结果示于图6,图7。如这些图所示,叶片变圆的作用和寿命延长的作用显著出现的浓度为0.2~2mM,茎变粗的作用显著出现的浓度为1~2mM。而且,GSSG的浓度为0.01mM时与水栽培(0mM)几乎没有差异,在5mM时生长被显著抑制,枯死的植株变多。

[0156] < 3:氧化型谷胱甘肽对拟南芥种子的影响 >

[0157] 然后,对从用氧化型谷胱甘肽栽培的拟南芥获得的种子的成熟程度进行研究。具体而言,将从用水或GSSG溶液栽培的植物体中回收的种子播种于1/2MS培养基中经时研究发芽率。

[0158] 其结果示于图8(a),图8(b)。如同图所示,发现用GSSG溶液栽培的植物体来源的种子比通常栽培的植物体来源的种子早发芽。尤其是,播种后,第2天的发芽率显著增高。然而,播种后第7天的生长在两者间几乎没有发现差异。

[0159] < 4:氧化型谷胱甘肽对赤霉素合成变异体的效果 >

[0160] 然后,研究氧化型谷胱甘肽对拟南芥的赤霉素(GA)合成变异体的效果。具体是,从播种时开始用水或GSSG(1mM)栽培拟南芥的GA合成变异体ga20ox1,观察生长状态。

[0161] 图9中呈现了播种起8周后的植物体的样子。图9的上图是从正面观察植物体,下图是从斜上方观察。图中,“Col”表示野生型Columbia,“ga20ox1”表示编码GA生物合成系的酶的GA20氧化酶基因中插入T-DNA的变异体。而且,“ga20ox1”和“ga20ox1-2”分别是在不同的部位插入T-DNA的独立的变异体。

[0162] 如同图所示,GSSG栽培的GA变异体ga20ox1与只用水栽培的植物体相比,腋芽显著增加。而且,伴随这种腋芽的增加,花(鞘)的数量也增加。而且,如图9的右侧所示,种子重量也显著增加。

[0163] 正因为如此,该方法、通过使 GSSG 作用于植物激素的合成或应答的变异体,可以增加种子产量。尤其是,对禾本科植物等产量极大依赖于分蘖的植物特别有效。这从以下内容也是一目了然的,即用 5kgN/10a 的标准施肥量水耕栽培稻子(秋田 63 号),在幼穗形成期和减数分裂期都通过 2kgN/10a 的追肥管理使之生长时,在追肥时在各试验区(0.1m²)以 0.2gN 为基准施用 GSSG,达到约 1.4 倍的穗数。

[0164] 因为本发明涉及的植物生长调整剂具有氧化型谷胱甘肽,所以可以促进植物的生长。例如,起到能够增加植物的种子和/或花(鞘)的数量这样的效果。

[0165] 而且,通过使用氧化型谷胱甘肽栽培尤其是植物激素(例如,赤霉素)的合成或应答功能上有变异的变异体,起到可以显著增加腋芽,并随之可增加花(鞘)的数量这样的效果。因此,例如,通过对禾本科植物等的分蘖对产量有大影响的植物使用,可以增加种子产量。

[0166] < 5 :氧化型谷胱甘肽的处理条件对拟南芥种子的影响 1 >

[0167] 在装入了浸入于 0mM、0.01mM、0.2mM、1mM、2mM、或 5mM 的 GSSG 的土的罐中播种拟南芥的种子。播种 2 天后、1 周后、2 周后、3 周后、或 4 周后,将罐转移到装入了不含 GSSG 的水的浅盘中。

[0168] 而且,除了上述方面之外,在< 1 :氧化型谷胱甘肽对拟南芥生长的影响 >中记载的条件下,栽培拟南芥。

[0169] 测定从这样栽培的拟南芥(每罐中 3 个个体)中获得的每个罐的种子重量。其结果示于图 10 ~ 图 12。N 为最终可收获的个体数量。

[0170] 而且,在图 10 中,比例始终表示在装入了不含 GSSG 的水的浅盘中栽培的植物的种子重量为 1 时的比例。

[0171] 如图 10 ~ 图 12 所示,清楚了根据添加的 GSSG 量(GSSG 浓度)和添加 GSSG 的时期,拟南芥对 GSSG 的感受性不同。长期施用时发现低浓度的 GSSG 的效果比高浓度的 GSSG 要高,清楚了如果是短期施用,理想的是高浓度的 GSSG。

[0172] < 6 :氧化型谷胱甘肽的处理条件对拟南芥种子的影响 2 >

[0173] 将拟南芥的种子播种于装入了浸入水中的土的罐中。在播种 2 天后、1 周后、2 周后、3 周后、4 周后、5 周后、6 周后、或 7 周后,将罐转移到装入了含 1mM GSSG 的水的浅盘中。并且,还制备不转移到含 1mM GSSG 的水中,而始终移入到装入了不含 GSSG 的水的浅盘中的罐。

[0174] 而且,除了上述方面之外,在< 1 :氧化型谷胱甘肽对拟南芥生长的影响 >中记载的条件下,栽培拟南芥。

[0175] 测定从这样栽培的拟南芥(每罐中 3 个个体)中获得的每个罐的种子重量。

[0176] 其结果,如图 13 所示,发现所添加的 GSSG 浓度即使相同,根据处理时期的不同,获得的种子重量也有大的差异,因此清楚了存在最适施用时期。其另一方面是,处理时期在任意一种情况下,通过 GSSG 处理,与未经 GSSG 处理相比,所获得的种子重量增加。

[0177] < 7 :氧化型谷胱甘肽的处理条件对拟南芥种子的影响 3 >

[0178] 将拟南芥的种子播种于装入了浸入水中的土的罐中。只在播种起第 1 周(第 0 天~第 7 天)、第 2 周(第 8 天~第 14 天)、第 3 周(第 15 天~第 21 天)、第 4 周(第 22 天~第 28 天)、第 5 周(第 29 天~第 35 天)、第 6 周(第 36 天~第 42 天)、或第 7 周(第

43 天~第 49 天)的各 1 周内,将罐转移到装入了含 1mM GSSG 的水的浅盘再进行栽培。也就是说,只在特定的生长时期的 1 周内用 1mM GSSG 进行处理。

[0179] 并且,还制备不转移到含 1mM GSSG 的水中,而始终移入到装入了不含 GSSG 的水的浅盘中的罐和白播种开始始终移入到装入了含 1mM GSSG 的水的浅盘中的罐。

[0180] 而且,除了上述方面之外,在< 1:氧化型谷胱甘肽对拟南芥生长的影响>中记载的条件下,栽培拟南芥。

[0181] 测定从这样栽培的拟南芥(每罐中 3 个个体)中获得的每个罐的种子重量。

[0182] 其结果,如图 14 所示,即使只在特定生长时期的 1 周施用 GSSG,其效果也小于始终施用 GSSG 时的效果,然而与未经 GSSG 处理的情况相比,种子重量显著增加。

[0183] 而且,在这种情况下,发现根据 GSSG 处理的时期的不同,在种子重量的增加水平上发现差异。尤其是,播种后在第 4 周时施用氧化型谷胱甘肽时,所获得的种子重量最多。并且,播种后第 4 周相当于抽薹前后的时期。

[0184] < 8:氧化型谷胱甘肽的处理条件对拟南芥种子的影响 4 >

[0185] 将拟南芥的种子播种于装入了浸入水中的土的罐中。只在播种起第 1 周~第 2 周(第 0 天~第 14 天)、第 2 周~第 3 周(第 8 天~第 21 天)、第 3 周~第 4 周(第 15 天~第 28 天)、第 4 周~第 5 周(第 22 天~第 35 天)、第 5 周~第 6 周(第 29 天~第 42 天)、或第 6 周~第 7 周(第 36 天~第 49 天)的各 2 周内,将罐转移到装入了含 1mM GSSG 的水的浅盘再进行栽培。也就是说,只在特定的生长时期的 2 周内用 1mM GSSG 进行处理。

[0186] 并且,还制备不转移到含 1mM GSSG 的水中,而始终移入到装入了不含 GSSG 的水的浅盘中的罐和白播种开始始终移入到装入了含 1mM GSSG 的水的浅盘中的罐。

[0187] 除了上述方面之外,在< 1:氧化型谷胱甘肽对拟南芥生长的影响>中记载的条件下,栽培拟南芥。

[0188] 测定从这样栽培的拟南芥(每罐中 3 个个体)中获得的每个罐的种子重量。

[0189] 其结果,如图 15 所示,即使只在特定生长时期的 2 周施用氧化型谷胱甘肽,其效果小于始终施用 GSSG 时的效果,然而与未经 GSSG 处理的情况相比,种子重量显著增加。

[0190] 而且,在这种情况下,发现根据 GSSG 处理的时期的不同,在种子重量的增加水平上发现差异。

[0191] < 9:氧化型谷胱甘肽的处理条件对拟南芥种子的影响 5 >

[0192] 将拟南芥的种子播种于装入了浸入水中的土的罐中。只在播种起的第 1 周~第 2 周(第 0 天~第 14 天)、第 3 周~第 4 周(第 15 天~第 28 天)、第 5 周~第 6 周(第 29 天~第 42 天)、或第 7 周~第 8 周(第 43 天~第 56 天)的各 2 周内,将罐转移到装入了含 0.2mM 或 1mM GSSG 的水的浅盘再进行栽培。也就是说,只在特定的生长时期的 2 周内用 0.2mM 或 1mM GSSG 进行处理。

[0193] 并且,还制备不转移到含 0.2mM 或 1mM GSSG 的水中,而始终移入到装入了不含 GSSG 的水的浅盘中的罐和白播种开始始终移入到装入了含 0.2mM 或 1mM GSSG 的水的浅盘中的罐。

[0194] 除了上述方面之外,在< 1:氧化型谷胱甘肽对拟南芥生长的影响>中记载的条件下,栽培拟南芥。

[0195] 测定从这样栽培的拟南芥(每罐中 3 个个体)中获得的种子重量、干重和收获指