



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109738438 B

(45) 授权公告日 2021.07.23

(21) 申请号 201811632807.1

CN 108279238 A, 2018.07.13

(22) 申请日 2018.12.29

WO 2015100432 A2, 2015.07.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 1484761 A, 2004.03.24

申请公布号 CN 109738438 A

CN 107646089 A, 2018.01.30

(43) 申请公布日 2019.05.10

CN 108318494 A, 2018.07.24

(73) 专利权人 扬州大学

CN 108198176 A, 2018.06.22

地址 225000 江苏省扬州市开发区大学南路88号

CN 105467078 A, 2016.04.06

CN 102577811 A, 2012.07.18

CN 105918430 A, 2016.09.07

(72) 发明人 武威 张伟军 刘涛 孙成明

李春燕 朱新开 郭文善

F. J. Adamsen et al., Measuring Wheat Senescence with a Digital Camera.《CROP ECOLOGY, PRODUCTION & MANAGEMENT》.1999,第39卷第719-724页.

(74) 专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任公司 32102

Tao Liu, et al., Image-Analysis-Based Evaluation of Wheat Growth Status.《crop science》.2017,第57卷第3227-3238页. (续)

代理人 董旭东

审查员 李佩

(51) Int. Cl.

G01N 21/84 (2006.01)

(续)

(56) 对比文件

CN 108198176 A, 2018.06.22

CN 105467078 A, 2016.04.06

CN 1885013 A, 2006.12.27

CN 101957313 A, 2011.01.26

CN 105606543 A, 2016.05.25

CN 104899424 A, 2015.09.09

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

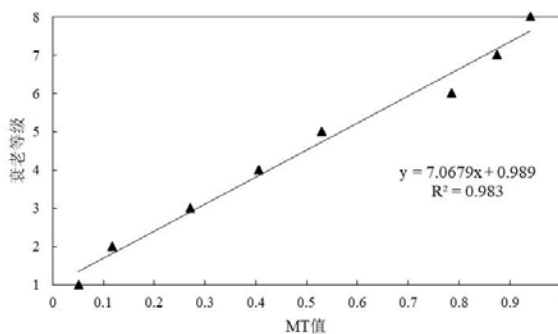
(54) 发明名称

一种小麦叶片衰老程度快速测量方法

(57) 摘要

本发明涉及植物叶片衰老程度测量技术领域,特别涉及一种小麦叶片衰老程度快速测量方法,具体为,在预备实验阶段,通过常规方法,监测小麦叶片衰老过程中各项生理指标,根据各生理指标将小麦叶片衰老过程划分为若干个等级,再结合不同衰老等级叶片颜色的图像数据,确定与衰老程度相关的颜色特征参数MT,再建立小麦衰老等级与颜色特征参数MT的标准回归曲线方程,通过前期预备实验阶段,总结出叶片衰老与颜色特征参数的曲线关系,以便于实际测量中快速应用;在实际叶片衰老程度检测和判定时,通

过拍摄获取叶片图像,识别提取图像中叶片部位的R、G、B值,计算颜色特征参数MT后,代入标准回归曲线方程以确定小麦叶片的具体衰老等级。



CN 109738438 B

[接上页]

(51) Int.Cl.

G01N 21/25 (2006.01)

G06T 7/90 (2017.01)

(56) 对比文件

Changwei Tan et al.,.Analysis of
Different Hyperspectral Variables for

Diagnosing Leaf Nitrogen Accumulation in
Wheat.《Frontiers in Plant Science》.2018,
第9卷第674页.

何明霞 等.RGB 叶绿素仪测量数据回归方
法.《天津大学学报》.2010,第43卷(第5期),第
464-468页.

1. 一种小麦叶片衰老程度快速测量方法,包括如下步骤:

预备实验阶段:确定小麦衰老程度与叶片颜色变化的关系,包括以下分步:

A.1 在小麦叶片衰老全过程中,使用常规方法测定与叶片衰老过程相关的反映光合能力的各项生理指标;

A.2 结合A.1步测定的麦叶片衰老全过程的各生理指标及小麦叶片衰老过程,将小麦叶片衰老过程从开始衰老到完全衰老分为若干个等级;其中,小麦叶片衰老分级方法为:根据A.1步测定的小麦衰老过程中各生理指标,利用神经网络AdaBoost分类算法将小麦叶片衰老程度训练为1~8个等级;

A.3 取各等级的叶片平铺在白色背景纸上获取叶片的RGB图像;

A.4 利用MATLAB提取RGB图像中叶片图像的颜色特征参数的R、G、B值;

A.5 根据小麦叶片颜色从开始衰老到最终死亡经历由绿转黄到枯黄最后变褐色,按下式确定反应小麦叶片颜色衰老变化的特征参数MT的变化规律:

$$MT = \frac{1}{1 + e^{-6\left(\frac{R-B}{G-B} - 0.75\right)}} \quad \text{公式(1);}$$

所述特征参数MT为归一化参数,属于叶片衰老颜色时 $0 < MT < 1$,不属于叶片衰老颜色时 $MT = 0$ 或 1 ;

A.6 根据颜色特征参数MT与衰老等级的关系,构建颜色特征参数MT与叶片衰老程度等级的标准回归曲线方程;

B. 待测叶片衰老程度测定流程包括以下分步:

B.1 将待测小麦叶片平铺在一张白色背景底面上,拍摄小麦叶片的RGB图像;

B.2 利用openCV库函数的imread读取叶片图像;

B.3 通过灰度化CV_RGB2GRAY和二值化THRESH_BINARY处理提取图片中的叶片的原RGB图像的原RGB图像;R、G、B值;

B.4 根据公式(1)计算叶片部位颜色特征值MT均值;

B.5 将MT均值代入步骤A.6的标准回归曲线方程中,得到叶片的衰老等级。

2. 根据权利要求1所述的小麦叶片衰老程度快速测量方法,其特征在于,A.1步中,反映光合能力的各项生理指标包括:光合磷酸化能力、净光合速率、蒸腾速率、呼吸速率、气体交换、最大光化学效率 F_v/F_m 。

3. 根据权利要求1-2任一项所述的小麦叶片衰老程度快速测量方法,A.6步中的标准回归曲线方程为: $y = 7.0679x + 0.989$,其中x值为小麦叶片图像MT均值,y为衰老等级。

4. 根据权利要求1-2任一项所述的小麦叶片衰老程度快速测量方法,其特征在于,B.3步中,利用openCV库函数读取叶片的RGB图像,将三通道彩色图像转换成二通道灰度图像,标准化灰度图像值为0-255,选择阈值为200,将灰度图像转换成只有0或1的二值图像,灰度图像值为0-200的转换成0, $200 \leq$ 灰度图像值 < 255 的转换成1,转换后的值为0是背景,值为1是叶片,并记录转换后值为1的矩阵位置,再提取值为1叶片位置的原RGB彩色图像的R、G、B值。

5. 根据权利要求1-2任一项所述的小麦叶片衰老程度快速测量方法,其特征在于,A.3步和B.1步小麦叶片图像通过手机或高清数码相机拍摄。

一种小麦叶片衰老程度快速测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及植物叶片衰老程度测量技术领域,特别涉及一种小麦叶片衰老程度快速测量方法。

背景技术

[0002] 衰老是植物生长发育的最后一个阶段,是普遍存在于生物界的生理现象。叶片是植物光合作用的重要场所,是衰老比较敏感的部位之一。小麦叶片衰老一般是指叶片代谢活动减弱、生理机能衰退的过程,是细胞死亡的一种类型。小麦叶片衰老最显著的变化就是叶片变黄或失绿,衰老的过程就是将可循环利用的营养物质转移到幼嫩叶片或种子中。盐胁迫、干旱胁迫、营养物质的缺乏和病虫害胁迫会引起小麦叶片早衰或加剧叶片衰老,导致严重减产,延缓衰老可以一定程度上提高产量。因此,小麦叶片衰老程度是一项重要指标。

[0003] 长期以来,小麦叶片衰老程度的测量都是采用间接测量法,即通过测量与叶片衰老表现显著的生理指标来反映,如叶绿素含量、蛋白质含量、光合磷酸化能力、光合速率、呼吸速率以及各种活性酶和内源激素等。部分指标测定方法如下:

[0004] 净光合速率:于每次采样当天9:00—12:00,用Li-6400 便携式光合仪测定待采叶片的净光合速率。

[0005] 叶绿素含量:将叶样去除叶脉后剪成碎片,称取0.2 g 采用丙酮浸提比色法测定叶绿素含量。

[0006] 总氮含量:将叶样于烘箱中105℃烘30 min,80℃烘至恒重。采用凯氏定氮法测定叶片总氮含量。

[0007] 气体交换参数:用Li-6400便携式光合系统测定。

[0008] 最大光化学效率(F_v/F_m):用Image-PAM调制荧光仪测定光系统II(PS II)最大光化学效率。

[0009] 可溶性糖和淀粉含量:用硫酸蒽酮比色法测定可溶性糖和淀粉含量。

[0010] 由此可见,要研究小麦叶片的衰老问题,只能通过测定与衰老相关的指标,其指标数量多、测定过程繁琐,耗时费力,且无统一衰老程度评判标准。

发明内容

[0011] 本发明针对现有技术小麦叶片衰老过程评定方法的不便性,提供一种小麦叶片衰老程度快速测量方法,实现小麦叶片衰老程度的快速测量。

[0012] 本发明的目的是这样实现的,一种小麦叶片衰老程度快速测量方法,包括如下步骤:

[0013] A. 预备实验阶段:确定小麦衰老程度与叶片颜色变化的关系,包括以下分步:

[0014] A.1 在小麦叶片衰老全过程中,使用常规方法测定与叶片衰老过程相关的反映光合能力的各项生理指标;

[0015] A.2 结合A.1步测定的麦叶片衰老全过程的各生理指标及小麦叶片衰老过程,将

小麦叶片衰老过程从开始衰老到完全衰老分为若干个等级；

[0016] A.3 取各等级的叶片平铺在白色背景纸上获取叶片的RGB图像；

[0017] A.4 利用MATLAB提取RGB图像中叶片图像的颜色特征参数的R、G、B值；

[0018] A.5根据小麦叶片颜色从开始衰老到最终死亡经历由绿转黄到枯黄最后变褐色，按下式确定反应小麦叶片颜色衰老变化的特征参数MT的变化规律；

[0019] A.6 根据颜色特征参数MT与衰老等级的关系，构建颜色特征参数MT与叶片衰老程度等级的标准回归曲线方程；

[0020] B. 待测叶片衰老程度测定流程包括以下分步：

[0021] B.1 将待测小麦叶片平铺在一张白色背景底面上，拍摄小麦叶片的RGB图像；

[0022] B.2 利用openCV库函数的imread读取叶片图像；

[0023] B.3 通过灰度化cvtColor和二值化threshold处理提取图片中的叶片的原RGB图像的R、G、B值；

[0024] B.4 根据公式(1)计算叶片部位颜色特征值MT均值；

[0025] B.5 将MT均值代入步骤A.6的标准回归曲线方程中，得到叶片的衰老等级。

[0026] 本发明的上述小麦叶片衰老程度快速测量方法，在预备实验阶段，通过常规方法，监测小麦叶片衰老过程中各项生理指标，根据各生理指标将小麦叶片衰老过程划分为若干个等级，再结合不同衰老等级叶片颜色的图像数据，确定与衰老程度相关的颜色特征参数MT，再建立小麦衰老等级与颜色特征参数MT的标准回归曲线方程，通过前期预备实验阶段，总结出叶片衰老与颜色特征参数的曲线关系，以便于实际测量中快速应用；在实际叶片衰老程度检测和判定时，通过拍摄获取叶片图像，识别提取图像中叶片部位的R、G、B值，计算颜色特征参数MT后，代入标准回归曲线方程以确定小麦叶片的具体衰老等级。上述小麦叶片衰老程度快速测量方法，通过前期的预备总结得出回归曲线，为实际叶片快速测量做了充分总结，在实际测量中只需拍摄叶片图像，将颜色特征参数代入回归曲线方程中，即可很到叶片衰老等级，相比传统的需要测定多个与衰老程度相关的生理指标，具有省时省力，方便快速的优点，同时确定的测定结果准确率高，不受人为因素的影响。

[0027] 为便于全面准确测量叶片的生理指标参数，A.1步中，反映光合能力的各项生理指标包括：光合磷酸化能力、净光合速率、蒸腾速率、呼吸速率、气体交换、最大光化学效率 F_v/F_m 。

[0028] 为便于准确分级叶片的衰老程度，A.2步进行小麦叶片衰老分级方法为：根据A.1步测定的小麦衰老过程中各生理指标，利用神经网络AdaBoost分类算法将小麦叶片衰老程度训练为1~8个等级。

[0029] 为准确确定MT与叶片颜色的关系，A.5中特征参数MT的变化规律按公式计算得出：

$$[0030] \quad MT = \frac{1}{1 + e^{-6\left(\frac{R-B}{G-B} - 0.75\right)}} \quad \text{公式(1)};$$

[0031] 所述特征参数MT为归一化参数，属于叶片衰老颜色时 $0 < MT < 1$ ，不属于叶片衰老颜色时 $MT=0$ 或 1 。

[0032] 为便于快速确定小麦叶片衰老等级，A.6步中的标准回归曲线方程为： $y=7.0679x+0.989$ ，其中x值为小麦叶片图像MT均值，y为衰老等级。

[0033] 为便于识别图像中的叶片并对叶片图像进行数据提取，B.3步中，利用openCV库函

数读取叶片的RGB图像,通过灰度化CV_RGB2GRA和二值化THRESH_BINARY处理提取图片中的叶片的原RGB图像的R、G、B值,具体为,将三通道彩色图像转换成二通道灰度图像,标准化灰度图像值为0-255,选择阈值为200,将灰度图像转换成只有0或1的二值图像,灰度图像值为0-200的转换成0,200≤灰度图像值<255的转换成1,转换后的值为0是背景,值为1是叶片,并记录转换后值为1的矩阵位置,再提取值为1叶片位置的原RGB彩色图像的R、G、B值。

[0034] 为便于叶片图像的拍摄获取,A.3步和B.1步小麦叶片图像通过手机或高清数码相机拍摄。

附图说明

[0035] 图1为衰老等级为1~8级小麦叶片的图像(已经转化为二通道灰度图像)。

[0036] 图2为小麦叶片衰老程度标准回归曲线。

具体实施方式

[0037] 本实施例的小麦叶片衰老程度快速测量方法,包括如下步骤:

[0038] A.预备实验阶段:确定小麦衰老程度与叶片颜色变化的关系,包括以下分步:

[0039] 在小麦叶片衰老全过程中,使用常规方法测定与叶片衰老过程相关的反映光合能力的各项生理指标;这些生理指标包括:光合磷酸化能力、净光合速率、蒸腾速率、呼吸速率、气体交换、最大光化学效率 F_v/F_m 。

[0040] 结合上步测定的麦叶片衰老全过程的各生理指标及小麦叶片衰老过程,将小麦衰老过程中各生理指标参数,利用神经网络AdaBoost分类算法将小麦叶片衰老程度训练为1~8个从开始衰老到完全衰老的8等级。

[0041] 上述衰老全过程测量过程中,取各阶段等级的叶片平铺在白色背景纸上获取叶片的RGB图像,如图1所示(已经转化处理为二通道灰度),利用MATLAB软件提取RGB图像中叶片图像的颜色特征参数的R、G、B值;根据小麦叶片颜色从开始衰老到最终死亡经历由绿转黄到枯黄最后变褐色,总结确定反应小麦叶片颜色衰老变化的特征参数MT的公式:

$$[0042] \quad MT = \frac{1}{1 + e^{-6\left(\frac{R-B}{G-B} - 0.75\right)}} \quad \text{公式(1);}$$

[0043] 该方法计算的特征参数MT为归一化参数,属于叶片衰老颜色时 $0 < MT < 1$,不属于叶片衰老颜色时 $MT = 0$ 或 1 ;因此,通MT参数既可应用于区分小麦叶片衰老程度又可应用于辨别小麦叶片是否衰老。

[0044] 根据上述测量过程中得到的颜色特征参数MT与衰老等级的关系,构建颜色特征参数MT与叶片衰老程度等级的标准回归曲线方程; $y = 7.0679x + 0.989$,其中x值为小麦叶片图像MT均值,y为衰老等级,所得的小麦叶片衰老程度标准回归曲线如图2所示。

[0045] 通过上述预处理测量阶段,通过常规方法,监测小麦叶片衰老过程中各项生理指标,根据各生理指标将小麦叶片衰老过程划分为若干个等级,再结合不同衰老等级叶片颜色的图像数据,确定与衰老程度相关的颜色特征参数MT,再建立小麦衰老等级与颜色特征参数MT的标准回归曲线方程,通过前期预备实验阶段,总结出叶片衰老与颜色特征参数的曲线关系,以便于实际测量中通过叶片图像数据快速确定叶片的衰老等级。前述预处理所得的标准回归曲线,可用于同类生长特性的小麦叶片衰老等级的确定中。

[0046] 通过上述预处理结果进行小麦生长各阶段待测叶片衰老程度测定流程包括以下分步：

[0047] 首先,将待测小麦叶片平铺在一张白色背景底面上,通过数码相机或手机等高清拍摄装备拍摄小麦叶片的RGB图像;利用openCV库函数的imread读取叶片的RGB图像,将三通道彩色图像转换成二通道灰度图像,标准化灰度图像值为0-255,选择阈值为200,将灰度图像转换成只有0或1的二值图像,灰度图像值为0-200的转换成0, $200 \leq$ 灰度图像值 < 255 的转换成1,转换后的值为0是背景,值为1是叶片,并记录转换后值为1的矩阵位置,再提取值为1叶片位置的原RGB彩色图像的R、G、B值;再根据公式(1)计算叶片各部位颜色特征值MT,并求得MT均值,最后将MT均值代入预处理测量阶段总结的标准回归曲线方程中,得到叶片的衰老等级,例如若最后算得均值 $MT=0.63$,则计算得出衰老等级为 $y=5.44$,介于衰老等级5与等级6之间。

[0048] 本发实施例中上述小麦叶片衰老程度快速测量方法,通过前期的预备总结得出回归曲线,为实际叶片快速测量做了充分总结,在实际测量中只需拍摄叶片图像,将颜色特征参数代入回归曲线方程中,即可得到叶片衰老等级,相比传统的需要测定多个与衰老程度相关的生理指标,具有省时省力,方便快速的优点,同时确定的测定结果准确率高,不受人为因素的影响。

[0049] 本发明的小麦叶片衰老程度快速测量方法的并不局限于上述实施方式,同时也可应用于水稻、大麦等农植物叶片衰老过程的评价中。不同植物的衰老等级可能因植物生长特性而有所不同,不同植物的MT的计算公式和叶片衰老程度标准回归曲线会存在一定的差异,但以本发明为基础的修改和变化均属于本发明的保护范围。

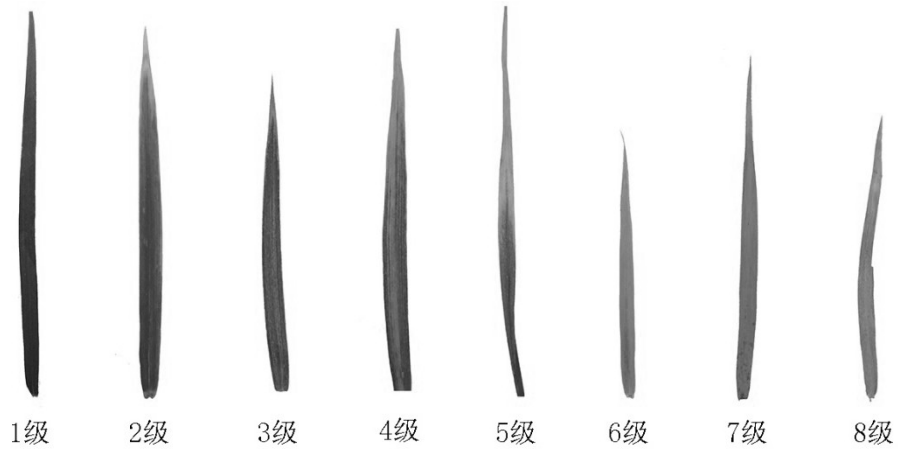


图1

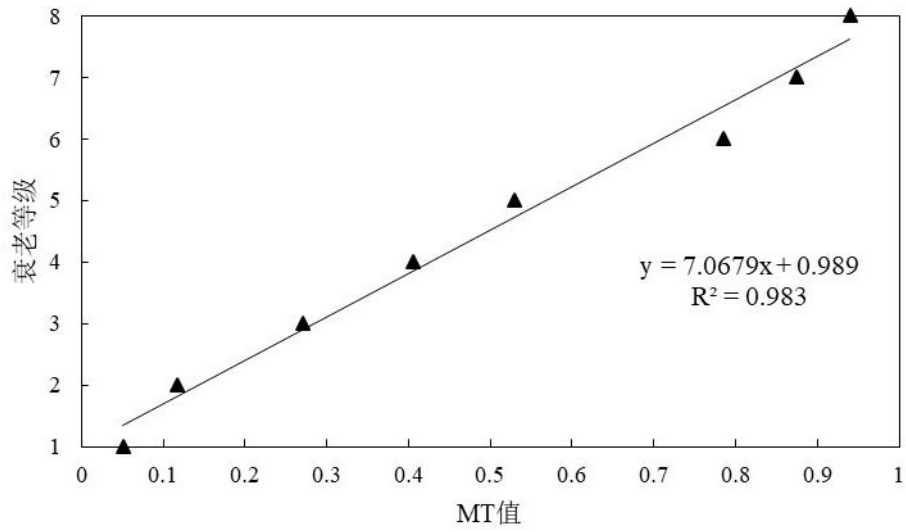


图2