



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106665151 A

(43)申请公布日 2017.05.17

(21)申请号 201710160619.2

(22)申请日 2017.03.17

(71)申请人 福建农林大学

地址 350002 福建省福州市仓山区上下店路15号

(72)发明人 徐永 张曦文 刘铁东

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

A01G 7/04(2006.01)

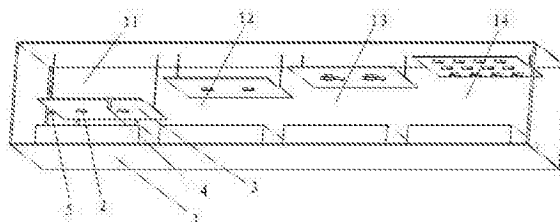
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统

(57)摘要

本发明提供了一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,包括植物培养室和若干个设置于植物培养室内的层式生长架,层式生长架中的每层生长架沿长度方向依次设有复数个生长区,所述生长区根据植物生长状态和生长周期进行划分,每个生长区上方一一对应设有不同参数指标的LED光源组,LED光源组的参数指标适应植物不同的生长状态;层式生长架中的每层生长架上还沿长度方向设有传送带机构,植物经传送带机构传送至不同的生长区,所述传送带机构经控制终端控制。本发明的有益效果在于:按照植物高度、宽度和生长阶段进行光源布置,节约光源,提高光能利用率,植物经传送带机构传送至不同的生长区,节省人工生产成本。



1. 一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:包括植物培养室和若干个设置于植物培养室内的层式生长架,层式生长架中的每层生长架沿长度方向依次设有复数个生长区,所述生长区根据植物生长状态和生长周期进行划分,每个生长区上方一一一对应设有不同参数指标的LED光源组,LED光源组的参数指标适应植物不同的生长状态;层式生长架中的每层生长架上还沿长度方向设有传送带机构,植物经传送带机构传送至不同的生长区,所述传送带机构经控制终端控制。

2. 根据权利要求1所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:每层生长架沿长度方向依次分为四个生长区,分别为A生长区、B生长区、C生长区和D生长区。

3. 根据权利要求2所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:所述B生长区沿每层生长架长度方向划分为N个分区,调整B生长区各个分区的LED光源组的光强和光照周期,使B生长区植物所需生长时间为A生长区植物所需生长时间的整数倍, $N=B$ 生长区植物所需生长时间/ A 生长区植物所需生长时间,各个分区的LED光源组的LED灯数量一致。

4. 根据权利要求2所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:A生长区设有用于测量植物生长高度的第一红外传感器和用于测量植物冠层宽度的第二红外传感器,所述第一红外传感器设置于对应生长区的上方,所述第二红外传感器设置于对应生长区的一侧,所述第一红外传感器和第二红外传感器与所述控制终端电连。

5. 根据权利要求1所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:LED光源组的参数指标包括LED光源组中LED灯的数量、光质、光照强度、光照时间、光照角度以及LED光源组距离植物冠层间的高度,每个生长区的LED光源组分别设置于一灯板上,所述灯板分别经一竖向设置的调节板上下调节;每组LED光源组中的LED灯分别经一LED驱动模块与所述控制终端电连。

6. 根据权利要求5所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:每组LED光源组各自包括至少一个LED灯,所述LED灯呈不同角度设置于对应生长区的上方。

7. 根据权利要求6所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:所述每个生长区LED灯的光照角度是根据植物每个生长阶段植物冠层面积不同而不同。

8. 根据权利要求5所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:所述每个生长区设置不同数量的LED灯,并且LED灯到植物冠层间的高度是根据植物每个生长阶段所需光照强度和光照范围的不同而不同。

9. 根据权利要求5所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:LED光源组的光质是根据植物不同生长阶段对光质的需求和利用率进行确定。

10. 根据权利要求9所述的一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,其特征在于:LED光源组的光源为红、蓝、绿配比光源,红光波长为660 μm 、蓝光波长为450 μm 、绿光波长为525 μm ,根据植物不同生长阶段提供不同光质配比的光源。

一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统

技术领域

[0001] 本发明属于设施农业生产领域,特别是涉及基于植物生长规律的自适应植物工厂光照培养系统,能够根据植物不同生育期的需光特性来设置LED的数量,调节光照强度、光质、时长和光照区域,从而大大提光能利用率。

背景技术

[0002] 基于光照培养的植物工厂技术在我国发展迅速,取得显著成果。一方面,植物工厂可以缓解农业用地紧张的局面,同时减少了化肥投入,避免了农药与植物激素的滥用,另一方面,依托先进的工业设计和对植物生长规律的认知,在提高植物生产效率的同时,保证了农产品优良品质。光照培养系统是植物工厂栽培生产的主要设施,系统内部集成了可调控的光源,为植物生长发育提供最适合的光照强度和光照周期,可将不可控的自然光环境转变为可控的室内光环境,通过调控与植物生长规律协调搭配的光环境,达到增加产量、提高品质、缩短生产周期的目的。

[0003] 但是,近年来随着植物工厂迅速发展,一些问题逐渐显现。现有的植物光照培养系统在光能利用率和系统结构上仍有许多不足,其缺点有以下三个方面:

第一,光能浪费严重。现有植物光照培养系统的光源布置单一化严重,仅仅通过调节LED光源的功率来增减光照强度,调节植物栽培对光的需求,光能管理相对粗放,浪费严重。现有灯板大多为条状灯管或分布均匀的光板,在灯板上布满间距相同的LED光源,如图1所示。就单个LED光源而言,光源发射的光强与距离的平方成反比。距离每增加一倍,光强减为原来的四分之一。植物在秧苗时期,植株高度较低,体积较小,所需的光照强度较低,光照面积较小,且在植物栽培时预留的行间距较宽,给植物后期的生长保留空间,此宽度往往比植物秧苗本身的宽度大很多,按照现有灯板的布置,将使得植物实际受光面积远远小于光源覆盖的面积,从而造成很大的光能浪费。

[0004] 第二,现有植物光源布置同质化严重,植物栽培的不同生长时期对光质需求不同,而同质化的光源布置,不能充分发挥光照的最佳效果,造成了很大的浪费,提高了生产成本。

[0005] 第三,不能实现低投入的自适应生产方式。现有植物工厂生产围绕固定光源进行,设施复杂,投入高,人工成本高,虽然能够实现一定程度的自动化,但能源利用率较低,综合收益低。

[0006] 综上所述,植物栽培的不同生育期需要不同的光照强度、光质条件、光照时长以及光照面积。不同阶段,植物能够适应和最大化利用的光照强度也不相同,针对植物的实际生理需求,在实际生产中,实现能够保证植物正常生长,有效节约能源,同时兼顾自动化作业方式和降低成本的光照方式是植物工厂光能利用领域的重要问题。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系

统,有效地提高光能利用率,节约能源。

[0008] 本发明采用以下方案实现:一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,包括植物培养室和若干个设置于植物培养室内的层式生长架,层式生长架中的每层生长架沿长度方向依次设有复数个生长区,所述生长区根据植物生长状态和生长周期进行划分,每个生长区上方一一对应设有不同参数指标的LED光源组,LED光源组的参数指标适应植物不同的生长状态;层式生长架中的每层生长架上还沿长度方向设有传送带机构,植物经传送带机构传送至不同的生长区,所述传送带机构经控制终端控制。

[0009] 进一步的,每层生长架沿长度方向依次分为四个生长区,分别为A生长区、B生长区、C生长区和D生长区。

[0010] 进一步的,所述B生长区沿每层生长架长度方向划分为N个分区,调整B生长区各个分区的LED光源组的光强和光照周期,使B生长区植物所需生长时间为A生长区植物所需生长时间的整数倍, $N=B$ 生长区植物所需生长时间/ A 生长区植物所需生长时间,各个分区的LED光源组的LED灯数量一致。

[0011] 进一步的,A生长区设有用于测量植物生长高度的第一红外传感器和用于测量植物冠层宽度的第二红外传感器,所述第一红外传感器设置于对应生长区的上方,所述第二红外传感器设置于对应生长区的一侧,所述第一红外传感器和第二红外传感器与所述控制终端电连。

[0012] 进一步的,LED光源组的参数指标包括LED光源组中LED灯的数量、光质、光照强度、光照时间、光照角度以及LED光源组距离植物冠层间的高度,每个生长区的LED光源组分别设置于一灯板上,所述灯板分别经一竖向设置的调节板上下调节;每组LED光源组中的LED灯分别经一LED驱动模块与所述控制终端电连。

[0013] 进一步的,每组LED光源组包括至少一个LED灯,所述LED灯呈不同角度设置于对应生长区的上方。

[0014] 进一步的,所述每个生长区LED灯的光照角度是根据植物每个生长阶段植物冠层面积不同而不同。

[0015] 进一步的,所述每个生长区设置不同数量的LED灯,并且LED灯到植物冠层间的高度是根据植物每个生长阶段所需光照强度和光照范围的不同而不同。

[0016] 进一步的,LED光源组的光质是根据植物不同生长阶段对光质的需求和利用率进行确定。

[0017] 进一步的,LED光源组的光源为红、蓝、绿配比光源,红光波长为 $660\mu\text{m}$ 、蓝光波长为 $450\mu\text{m}$ 、绿光波长为 $525\mu\text{m}$,根据植物不同生长阶段提供不同光质配比的光源。

[0018] 相对于于现有的植物光照培养系统,本发明具有以下优点:

第一,按照植物高度和宽度进行光源布置,在植物高度和宽度较小时近距离的设置少量的LED灯源来提供所需光照,这样既节省了因距离增加而浪费的光能又节省了因无效光照面积而浪费的光能,此外LED光源生产成本也会降低。

[0019] 第二,每层生长架上的植物经传送带机构传送至下一个生长区,既可实现自动化生产,节省人工生产成本,又可对每一个生长阶段的植物提供最佳的光照,促进植物的生长和品质的提高。

附图说明

[0020] 图1是本发明实施例的LED光源组的布置示意图。

[0021] 图2是本发明实施例的光照培养系统的结构示意图。

[0022] 图3是本发明实施例的第一红外传感器和第二红外传感器的安装示意图。

[0023] 图中:1-层式生长架;11-A生长区;12-B生长区;13-C生长区;14-D生长区;2-LED光源组;3-灯板;4-第一红外传感器;5-第二红外传感器。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步说明。

[0025] 如图1-3所示,本实施例提供一种高光能利用率的自适应植物工厂光照培养系统,包括植物培养室和若干个设置于植物培养室内的层式生长架1,层式生长架1中的每层生长架沿长度方向依次设有复数个生长区,所述生长区根据植物生长状态和生长周期进行划分,每个生长区上方一一对应设有不同参数指标的LED光源组2,LED光源组2的参数指标适应植物不同的生长状态;层式生长架1中的每层生长架上还沿长度方向设有传送带机构,植物经传送带机构传送至不同的生长区,所述传送带机构经控制终端控制。

[0026] 从上述可知,本发明的有益效果在于:本发明以满足植物培养需要的光照强度、光照范围、光照时间和光质匹配为基础,以提高光能利用率为核心,通过LED光源组2的布置,适应植物不同生长区对最佳光环境的需求。每个生长区设置不同数量的LED光源,且光源的光强、光质、光照时间、光照角度以及光源到植物冠层间的高度都可以不同,以提高光能的利用效率;植物经传送带机构传送至不同的生长区,节省人工生产成本。

[0027] 在本实施例中,每层生长架沿长度方向依次分为四个生长区,分别为A生长区11、B生长区12、C生长区13和D生长区14。

[0028] 在本实施例中,所述B生长区12沿每层生长架长度方向划分为N个分区,调整B生长区12各个分区的LED光源组2的光强和光照周期,使B生长区12植物所需生长时间为A生长区11植物所需生长时间的整数倍, $N=B$ 生长区12植物所需生长时间/A生长区11植物所需生长时间,各个分区的LED光源组2的LED灯数量一致。考虑到植物在生长过程中可能会遇到以下情况:植物在A生长区11生长所需时间较短,在B生长区12所需生长时间较长,当A生长区11植物达到生长指标向B区传送时,B生长区12的植物未达到生长指标不宜向C区传送。为调节两者之间的生长时间差异,将B生长区12沿每层生长架长度方向划分为N个分区,调整B生长区12各个分区的LED光源组2的光强和光照周期,使B生长区12植物所需生长时间为A生长区11植物所需生长时间的整数倍, $N=B$ 生长区12植物所需生长时间/A生长区11植物所需生长时间,B生长区12的N个分区的光源数量和布置方式相同,强度及高度可调。这样布置光源既可以满足植物在B生长区12生长的时长又不会间断植物的传送,可实现生产过程的自动化。图2中N为3,B1、B2和B3分别为B生长区内的分区。

[0029] 在本实施例中,A生长区11设有用于测量植物生长高度的第一红外传感器4和用于测量植物冠层宽度的第二红外传感器5,所述第一红外传感器4设置于对应生长区的上方,所述第二红外传感器5设置于对应生长区的一侧,所述第一红外传感器4和第二红外传感器5与所述控制终端电连。通过第一红外传感器4和第二红外传感器5获取不同生长区的植物

高度和宽度的变化,进而控制传送带机构进行植物的传送。由于在设计阶段已经配备好植物在各个生长区的生长时间,当A生长区11中的植物达到生长要求向B生长区12传送时,B生长区12中的植物也正好达到生长要求向C生长区13传送,同时,C生长区13中的植物也正好达到生长要求向D生长区14传送,等等,以便形成一个完整的传送链,实现自动化生产的目的。

[0030] 在本实施例中,LED光源组2的参数指标包括LED光源组2中LED灯的数量、光质、光照强度、光照时间、光照角度以及LED光源组2距离植物冠层间的高度,每个生长区的LED光源组2中的LED灯分别设置于一灯板3上,所述灯板3分别经一竖向设置的调节板上下调节;每组LED光源组2中的LED灯分别经一LED驱动模块与所述控制终端电连。所述调节板上沿竖向间隔设有一个以上的螺栓孔,灯板3经螺栓锁紧于对应高度的螺栓孔内。

[0031] 在本实施例中,每组LED光源组2包括至少一个LED灯,所述LED灯呈不同角度设置于对应生长区的上方。

[0032] 在本实施例中,所述每个生长区LED灯的光照角度是根据植物每个生长阶段植物冠层面积不同而不同。

[0033] 在本实施例中,所述每个生长区设置不同数量的LED灯,并且LED灯到植物冠层间的高度是根据植物每个生长阶段所需光照强度和光照范围的不同而不同。

[0034] 在本实施例中,LED光源组2的光质是根据植物不同生长阶段对光质的需求和利用率进行确定。

[0035] 在本实施例中,LED光源组2的光源为红、蓝、绿配比光源,红光波长为660 μm 、蓝光波长为450 μm 、绿光波长为525 μm ,根据植物不同生长阶段提供不同光质配比的光源。

[0036] 本实施例的具体实施过程:

在A生长区11,每株植物的正上方对应一个LED灯,灯板3到植株的距离为L1,LED灯的照射范围与植物展叶的范围一致,光强为Q1;在B生长区12,每株植物的正上方对应一个LED灯,灯板3到植株的距离为L2,LED灯的照射范围与植物展叶的范围一致,光强为Q2;在C生长区13,每株植物的正上方对应呈三角形的三个LED灯,灯板3到植株的距离为L3,LED灯的照射范围与植物展叶的范围一致,光强为Q3;在D生长区14,每株植物的正上方均匀间隔设有一个以上的LED灯,灯板3到植株的距离为L4,LED灯的照射范围均匀地分布在植物叶面上,光强为Q4。

[0037] 植株较小时,可采用聚光式近距离低照度的模式,以提高光能的利用率。随着植物高度的增加,展叶范围和体积都增大,要使整棵植株都能被均匀的灯光照射到,灯板3应逐渐远离植物,由于单个LED光源照射到植株上的光强是与其距离的平方成反比的,所以在增大距离的同时必须增加光强以保证植物正常生长的需要。植株较小时所需的光照较弱,较大植株需要的光强较强,所以这四个区的光强逐渐增强,由于近距离强光照射容易对植物造成光伤害,故随着植物植株生长,应增加灯板3到植株的距离。灯板3与植物间的距离和光照强度满足以下关系: $L1 < L2 < L3 < L4$; $Q1 < Q2 < Q3 < Q4$ 。随着植株的生长,所用光源的光质和照射时间也会做相应的变化,以便为植株提供最佳的光照效果。

[0038] 当植物生长到一定阶段,植物随经传送带机构输送到下一生长区。在每层生长架的底端设有传送带机构,可实现植物的传送。通过第一红外传感器4和第一红外传感器4获取A生长区11的植物高度和宽度的变化,以便获得最佳传送的时间,进而控制传送带机构进

行植物的传送。当A生长区11的植株高度和宽度生长到预先规定的值时,由于在设计阶段已经配备好植物在各个生长区的生长时间,其它生长区的植物也将满足传送的条件,因此,这时A生长区11的植物向B生长区12传送,B生长区12向C生长区13传送,C生长区13向D生长区14传送,D生长区14的植物经采摘、收获后,植入新的秧苗并重新放入A生长区11。四个生长区所对应的LED光源的数量、光强、光质、光照时长和聚光类型都可以根据植物生长需求的不同而不同,并且光强、光质和光照时长还可以进行自适应调节,以便为植物各个生长阶段提供最佳且最节能的光照模式。

[0039] 上列较佳实施例,对本发明的目的、技术方案和优点进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

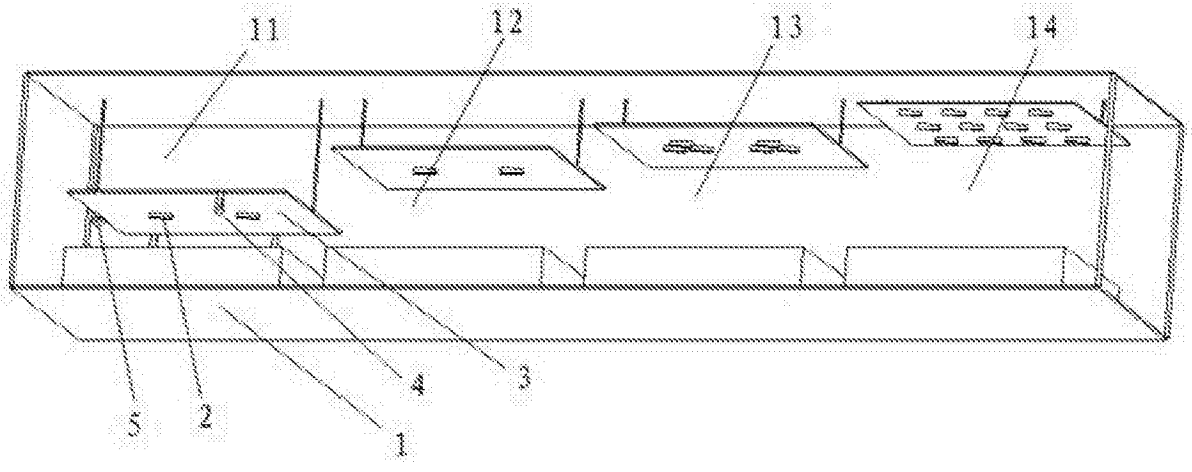


图1

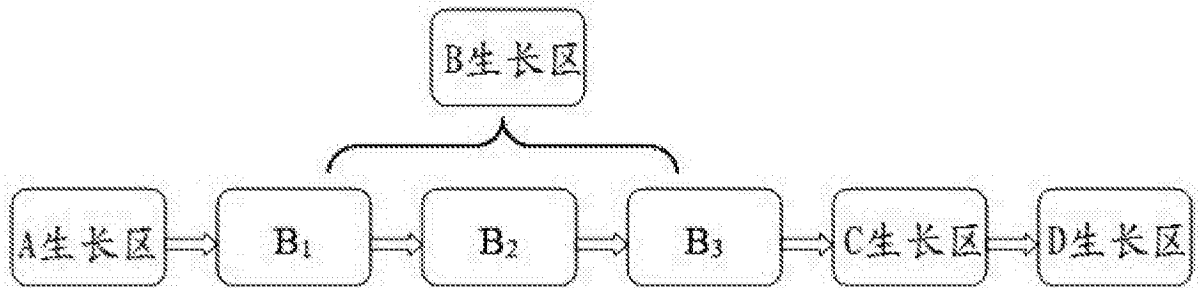


图2

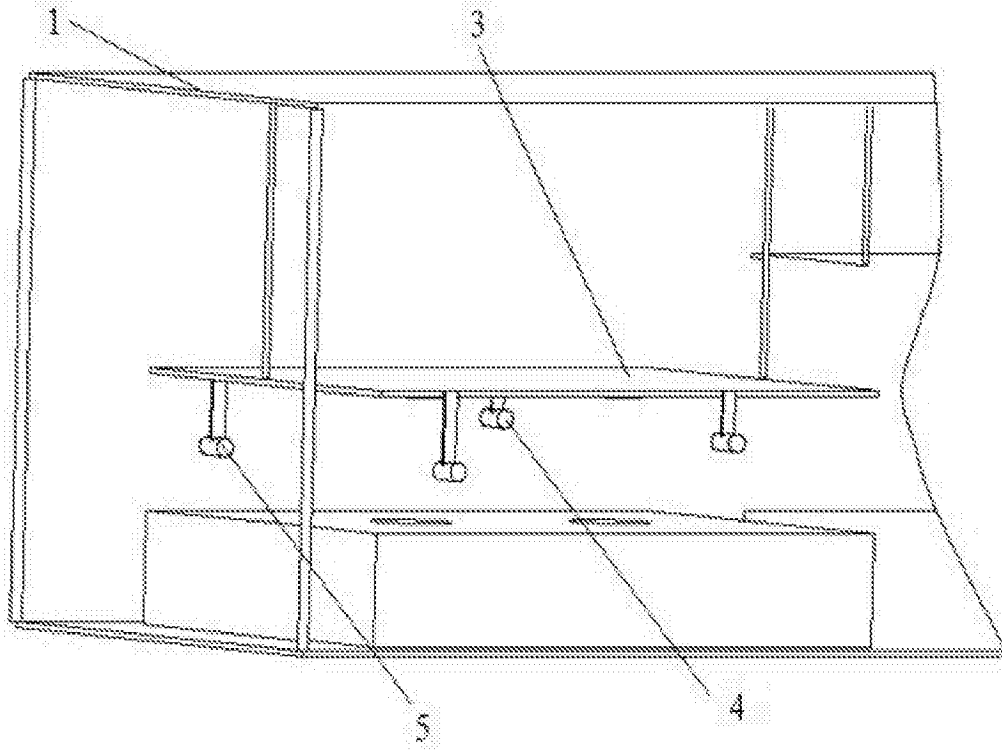


图3