



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112379054 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 202011264378.4

(22) 申请日 2020.11.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112379054 A

(43) 申请公布日 2021.02.19

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城
西路99号

(72) 发明人 吴沿友 赵宽 姚凯 吴沿胜
方蕾 苏跃 童成英 孙涛 周英
刘丛强 王世杰

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100

代理人 刘艳

(51) Int. Cl.

G01N 21/84 (2006.01)

A01G 7/06 (2006.01)

A01G 31/00 (2018.01)

审查员 谢林

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法,属于植物生理信息检测技术以及生态环境治理领域。将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养,测定培养不同时期后植物叶片的净光合速率,以未添加重碳酸盐的培养液中培养的植物叶片净光合速率为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率,以高斯方程拟合相对净光合速率与重碳酸盐浓度的关系,获得方程中的各参数值来表征待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅和最适浓度。本发明不仅能够便捷、精确判断植物对重碳酸盐的短期和长期适宜幅和最适浓度,而且还能够比较不同苗龄不同生育期不同植物种类对重碳酸盐的适宜幅和最适浓度。

1. 一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法,其特征在於:包括以下步骤:

步骤一,将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养,培养到所需考察的天数;

步骤二,选择上述植物新枝上的第二展开叶的叶片,利用便携式光合仪测定上午9:00-10:00的光合参数;

步骤三,从便携式光合仪中获取添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率 Pn_{-I} 的数据;

步骤四,以未添加重碳酸盐的培养液中培养的的植物叶片净光合速率 Pn_{-CK} 为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率 RPn ;

步骤五,以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系,获得方程中的各参数值;

步骤六,以上述方程中的各参数值来表征待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅和最适浓度;

其中,步骤五中所述的以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系中的拟合方程为: $RPn = ae^{-\frac{(c-c_0)^2}{2b^2}}$,其中,参数 a 指高斯曲线的峰值, c_0 为其对应的横坐标, b 控制着“钟”的宽度;

在步骤六中,待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅 Fw 的计算公式为: $Fw=a \times b$,待测植物不同时期的重碳酸盐最适浓度则为 c_0 。

2. 根据权利要求1所述的一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法,其特征在於:在步骤一中,所谓的将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养是指将待测植物以溶液培养的方式进行培养,便于设置培养环境和添加不同浓度的重碳酸盐。

3. 根据权利要求1所述的一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法特征在於:在步骤二中,所谓植物新枝上的第二展开叶的叶片是依据从上往下的原则,以新枝上刚刚发育完全且完全展开的叶为第一完全展开叶,依次类推;分别为第二完全展开叶、第三完全展开叶,等。

4. 根据权利要求1所述的一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法特征在於:步骤四中所述的以未添加重碳酸盐的培养液中培养的的植物叶片净光合速率 Pn_{-CK} 为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率 RPn ,计算方法为: $RPn = \frac{Pn_{-I}}{Pn_{-CK}}$,其中 Pn_{-I} 为添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率。

一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及植物生理信息检测技术以及生态环境治理领域,特别是涉及一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法,不仅能够便捷、精确判断植物对重碳酸盐的短期和长期适应幅和最适浓度,而且还能够比较不同苗龄不同生育期不同植物种类对重碳酸盐的适应幅和最适浓度,为生态修复中植物适配喀斯特环境提供科学依据,为植物的环境适应性提供了量化指标。

背景技术

[0002] 喀斯特地区的岩石类型以碳酸岩盐为主,主要成分为 CaCO_3 和 MgCO_3 等。基岩碳酸岩盐在岩溶作用下释放出大量的 HCO_3^- 和 Ca^{2+} ,导致上覆土呈现出高钙、高pH和高重碳酸盐环境,这样的土壤环境严重影响植物的生理代谢。研究表明,低浓度的重碳酸盐可以促进气孔的张开、提高植物的光合能力和抗逆境能力,而高浓度的重碳酸盐则导致核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶/加氧酶、磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶活性降低,光合速率下降,破坏细胞的离子平衡,对植物的生理代谢具有不利影响。

[0003] 喀斯特地区土壤的重碳酸盐浓度具有高度的时空异质性,不同的浓度重碳酸盐和持续时间对植物的生长发育影响显著不同。本发明依据不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率与重碳酸盐浓度关系,寻找最大净光合值和最适的重碳酸盐浓度,判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度,一方面可为生态修复中植物适配喀斯特环境、生态环境的优化、生产力的提高以及生物多样性的增加提供科学依据,另一方面也为加速生态系统的水碳循环以及提高岩溶生态系统的固碳增汇能力提供科技支撑。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是,提供一种判断植物生长重碳酸盐适宜幅和最适浓度的方法,不仅能够便捷、精确判断植物对重碳酸盐的短期和长期适应幅和最适浓度,而且还能够比较不同苗龄不同生育期不同植物种类对重碳酸盐的适应幅和最适浓度,克服了现有技术只能定性不能定量重碳酸盐对植物的生理代谢的影响的缺陷。

[0005] 本发明采取以下技术方案:它包括以下步骤:

[0006] 步骤一,将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养,培养到所需考察的天数;所谓的将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养是指将待测植物以溶液培养的方式进行培养,便于设置培养环境和添加不同浓度的重碳酸盐。

[0007] 步骤二,选择上述植物新枝上的第二展开叶的叶片,利用便携式光合仪测定上午9:00-10:00的光合参数;所谓植物新枝上的第二展开叶的叶片是依据从上往下的原则,以新枝上刚刚发育完全且完全展开的叶为第一完全展开叶,依次类推;分别为第二完全展开叶、第三完全展开叶,等;

[0008] 步骤三,从便携式光合仪中获取添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率 Pn_{-1} 的数据;

[0009] 步骤四,以未添加重碳酸盐的培养液中培养的植物叶片净光合速率 Pn_{-CK} 为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率 RPn ;所述的以未添加重碳酸盐的培养液中培养的植物叶片净光合速率 Pn_{-CK} 为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率 RPn ,计算方法为: $RPn = \frac{Pn_{-I}}{Pn_{-CK}}$,其中 Pn_{-I} 为添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率。

[0010] 步骤五,以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系,获得方程中的各参数值;所述的以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系中的拟合方程为: $RPn = ae \left[-\frac{(c-c_0)^2}{2b^2} \right]$,其中,参数 a 指高斯曲线的峰值, c_0 为其对应的横坐标, b 控制着“钟”的宽度。

[0011] 步骤六,以上述方程中的各参数值来表征待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅和最适浓度;待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅 Fw 的计算公式为: $Fw = a \times b$,待测植物不同时期的重碳酸盐最适浓度则为 c_0 。

[0012] 本发明的基本原理为:

[0013] 重碳酸盐具有低浓度促进高浓度抑制植物生理代谢作用。光合作用是植物的核心代谢作用。植物净光合速率可以表征植物的生理代谢过程。净光合速率与重碳酸盐浓度的关系可以用高斯方程表示。

[0014] 由于植物的净光合速率受到苗龄和生长发育时期的影响,因此,必须选择同一苗龄和生长发育时期的植物光合作用作为参照,因此用植物的相对净光合速率 RPn 表示植物的净光合能力,计算方法为: $RPn = \frac{Pn_{-I}}{Pn_{-CK}}$,其中 Pn_{-I} 为添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率, Pn_{-CK} 为未添加重碳酸盐的培养液中培养的植物叶片净光合速率。

[0015] 高斯方程的表达式为: $RPn = ae \left[-\frac{(c-c_0)^2}{2b^2} \right]$

[0016] 这里, RPn 为添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率,参数 a 指高斯曲线的峰值, c_0 为其对应的横坐标, b 控制着“钟”的宽度。

[0017] 所以,参数 a 则表示最大的相对净光合速率,而此处所对应的横坐标 c_0 则为最适浓度,“钟”的面积可以代表植物生长重碳酸盐适宜幅,可以简化成植物生长重碳酸盐适宜幅 Fw 为参数 a 和 b 的乘积,则为: $Fw = a \times b$ 。

[0018] 本发明的优点如下:

[0019] 1) 本发明能定量预测重碳酸盐对植物的生理代谢的影响。

[0020] 2) 本发明能够便捷、精确判断植物对重碳酸盐的短期和长期适应幅和最适浓度

[0021] 3) 本发明能够比较不同苗龄不同生育期不同植物种类对重碳酸盐的适应幅和最适浓度。

[0022] 4) 本发明还可为精确地估算喀斯特地区的植物碳汇能力提供科学依据,为生态修复中植物适配喀斯特环境、生态环境的优化、生产力的提高以及生物多样性的增加提供科学依据。

具体实施方式

[0023] 本发明的实施例:它包括以下步骤,

[0024] 步骤一,将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养,培养到所需考察的天数;所谓的将待测植物培养在添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养是指将待测植物以溶液培养的方式进行培养,便于设置培养环境和添加不同浓度的重碳酸盐。

[0025] 步骤二,选择上述植物新枝上的第二展开叶的叶片,利用便携式光合仪测定上午9:00-10:00的光合参数;所谓植物新枝上的第二展开叶的叶片是依据从上往下的原则,以新枝上刚刚发育完全且完全展开的叶为第一完全展开叶,依次类推;分别为第二完全展开叶、第三完全展开叶,等;

[0026] 步骤三,从便携式光合仪中获取添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率 Pn_{-I} 的数据;

[0027] 步骤四,以未添加重碳酸盐的培养液中培养的的植物叶片净光合速率 Pn_{-CK} 为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率 RPn ;所述的以未添加重碳酸盐的培养液中培养的的植物叶片净光合速率 Pn_{-CK} 为参照,计算添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的相对净光合速率 RPn ,计算方法为: $RPn = \frac{Pn_{-I}}{Pn_{-CK}}$,其中 Pn_{-I} 为添加不同浓度的重碳酸盐的培养液中培养的植物的净光合速率。

[0028] 步骤五,以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系,获得方程中的各参数值;所述的以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系中的拟合方程为: $RPn = ae^{-\frac{(c-c_0)^2}{2b^2}}$,其中,参数 a 指高斯曲线的峰值, c_0 为其对应的横坐标, b 控制着“钟”的宽度。

[0029] 步骤六,以上述方程中的各参数值来表征待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅和最适浓度;待测植物不同时期的重碳酸盐适宜幅 Fw 的计算公式为: $Fw = a \times b$,待测植物不同时期的重碳酸盐最适浓度则为 c_0 。

[0030] 实施例1:

[0031] 本实验选取构树、诸葛菜和油菜,在温室土壤中育苗,待其长出两片真叶后,用正常配方的Hoagland营养液培养植物,15天后随机进行分组测定。

[0032] 分别选取添加不同浓度的重碳酸盐的Hoagland营养液培养10天、20天、30天、40天、50天后的植物的第二展开叶,用Li-6400XT便携式光合测量系统仪(LI-6400Lincoln, NE, USA)测定其净光合速率。以Hoagland营养液中添加不同重碳酸盐量来设置不同浓度的重碳酸盐处理,重碳酸盐以碳酸氢钠($NaHCO_3$)的形式加入,共设置4个处理:分别为对照(CK, 0mM, 无 HCO_3^-), 1mM, 5mM和10mM。营养液pH用 $1mol L^{-1}$ 的NaOH溶液调到 8.0 ± 0.2 。

[0033] 表1和表2分别表示的是不同植物在不同重碳酸盐浓度处理下的净光合速率和相对净光合速率。依据表2以高斯方程拟合植物的相对净光合速率 RPn 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系所得出的各参数值如表3。

[0034] 表1 不同植物在不同重碳酸盐浓度处理下的净光合速率($Pn, \mu mol m^{-2} s^{-1}$)

[0035]	植物种类	处理/浓度 mM	10 天	20 天	30 天	40 天	50 天
	构树	BC-0/0	7.55	7.89	7.98	8.46	9.21
BC-1/1		8.16	8.36	9.32	10.45	11.10	
[0036]		BC-5/5	8.93	9.47	9.93	11.10	13.29
		BC-10/10	7.67	6.88	6.35	5.97	4.87
	诸葛菜	BC-0/0	7.01	7.96	8.37	9.01	9.44
		BC-1/1	7.41	8.19	9.58	10.29	12.45
		BC-5/5	7.77	8.75	10.78	11.43	13.34
		BC-10/10	6.91	8.20	8.52	9.43	9.82
	油菜	BC-0/0	5.70	6.96	7.57	8.48	8.93
		BC-1/1	6.12	7.41	8.24	9.37	10.63
		BC-5/5	6.30	7.79	9.38	10.62	12.00
		BC-10/10	6.17	7.62	8.27	8.97	8.01

[0037] 表2 不同植物在不同重碳酸盐浓度处理下的相对净光合速率(%)

[0038]	植物种类	处理/浓度 mM	10 天	20 天	30 天	40 天	50 天
	构树	BC-0/0	100	100	100	100	100
		BC-1/1	108	106	117	124	121
		BC-5/5	118	120	124	131	144
		BC-10/10	102	87	80	71	53
	诸葛菜	BC-0/0	100	100	100	100	100
		BC-1/1	106	103	114	114	132
		BC-5/5	111	110	129	127	141
		BC-10/10	99	103	102	105	104
	油菜	BC-0/0	100	100	100	100	100
		BC-1/1	107	106	109	110	119
		BC-5/5	111	112	124	125	134
		BC-10/10	108	109	109	106	90

[0039] 表3 不同植物在不同时期的重碳酸盐适宜幅和最适浓度 (mM)

[0040]	植物种类	参数	10 天	20 天	30 天	40 天	50 天
	构树	<i>a</i>	1.1839	1.2012	1.2695	1.3603	1.4971
		<i>b</i>	8.9845	7.0331	6.2071	5.3436	4.2818
		$Fw = a \times b$	10.6368	8.4482	7.8799	7.2689	6.4103
		<i>c₀</i>	5.0785	4.3621	3.9978	3.8529	3.8238
	诸葛菜	<i>a</i>	1.1145	1.1003	1.2982	1.2801	1.4441
		<i>b</i>	10.7050	12.4558	7.1886	7.6886	6.3496
		$Fw = a \times b$	11.9307	13.7051	9.3322	9.8422	9.1695
		<i>c₀</i>	4.7667	5.4774	4.9838	5.1287	4.7773
	油菜	<i>a</i>	1.1214	1.1306	1.2459	1.2548	1.3571
		<i>b</i>	13.8438	13.3939	8.5481	8.0523	6.0548
		$Fw = a \times b$	15.5244	15.1431	10.6501	10.1040	8.2170

[0041]		c_0	6.1220	6.3241	5.5685	5.3088	4.4820
--------	--	-------	--------	--------	--------	--------	--------

[0042] 实施例2:

[0043] 本实验选取桑树籽粒饱满的种子,置于盛有一定体积的珍珠岩的育苗盒中,种子上覆盖珍珠岩的薄层,育苗盘的盛水盒中注入一定量的蒸馏水,以不浸泡种子为宜,保持培养室温度处于25℃、12h的光照。约12天左右,种子开始萌发,待幼苗出现4片叶片时,选取生长茁壮的幼苗移植到12孔育苗盒中,每个育苗盒栽培2株幼苗并保持适当间距以保证幼苗生长至合适实验大小时不互相遮盖光照。移苗后,将种植有植株的育苗盒置于人工气候室内,设置光周期为12h,光照强度为 $300\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$ PPFD,日间气温保持为25℃,夜间气温保持为20℃,相对湿度为55%-65%。桑树幼苗采用水培方式培养,以含 50g L^{-1} PEG 6000的Hoagland营养液为植物幼苗提供营养和水分。待植物的株高达到16cm~18cm时,分别选取添加不同浓度的重碳酸盐的Hoagland营养液(含 50g L^{-1} PEG 6000)培养1天、4天、7天、10天后的植物的第二展开叶,用Li-6400XT便携式光合测量系统仪(LI-6400 Lincoln,NE,USA)测定其净光合速率。以Hoagland营养液(含 50g L^{-1} PEG 6000)中添加不同重碳酸盐量来设置不同浓度的重碳酸盐处理,重碳酸盐以碳酸氢钠(NaHCO_3)的形式加入,共设置4个处理:分别为对照(CK,0mM,无 HCO_3^-),3mM,6mM和9mM。营养液pH用 1mol L^{-1} 的NaOH溶液调到 7.8 ± 0.2 。

[0044] 表4表示的是桑树在不同重碳酸盐浓度处理下的净光合速率和相对净光合速率。依据表4以高斯方程拟合桑树的相对净光合速率 RPN 与添加的重碳酸盐浓度 c 的关系所得出的各参数值如表5。

[0045] 表4 桑树在不同重碳酸盐浓度处理下的净光合速率($\text{Pn}, \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)和相对净光合速率(%)

指标	处理/浓度 mM	1天	4天	7天	10天
[0046] 净光合速率	BC-0/0	4.57	4.73	4.18	3.11
	BC-3/3	3.72	4.07	3.53	1.91
	BC-6/6	3.64	4.28	3.18	1.12
	BC-9/9	3.77	4.35	2.42	0.89
相对净光合速率	BC-0/0	100	100	100	100
	BC-3/3	103.5	109.41	117.58	115.38
	BC-6/6	91.47	94.89	87.36	64.19

[0047]	BC-9/9	68.05	51.34	30.77	23.61
--------	--------	-------	-------	-------	-------

[0048] 表5 桑树在不同时期的重碳酸盐适宜幅和最适浓度(mM)

参数	1天	4天	7天	10天
a	1.0434	1.1253	1.2080	1.1740
b	7.4024	5.2038	4.0380	3.7159
$\text{Fw} = a \times b$	7.7237	5.8558	4.8779	3.7159
c_0	2.1734	2.6421	2.5477	2.0639

[0050] 本发明的实施效果如下:从表3中可以看出,构树对重碳酸盐的反应,随着处理时

间的增加,重碳酸盐适宜幅逐渐减小,最适浓度逐渐降低,短期具有较宽的重碳酸盐适宜幅和较高的最适浓度,长期具有较窄的重碳酸盐适宜幅和较低的最适浓度。诸葛菜生长的重碳酸盐最适浓度随生长发育时期变化较小。油菜也具有和构树一样的反应,随着处理时间的增加,重碳酸盐适宜幅逐渐减小,最适浓度逐渐降低,短期具有较宽的适宜幅和较高的最适浓度,长期具有较窄的适宜幅和较低的最适浓度,这种油菜品种实际上已大规模在喀斯特地区种植。从表4中可以看出,而在模拟的干旱环境下,桑树即使在短期内重碳酸盐适宜幅和最适浓度也是逐渐减小的,在第一天可以适应7.7237mM的重碳酸盐,到了第10天只能适应3.7159mM的重碳酸盐,很明显桑树在高浓度的重碳酸盐环境下生长限制极大,不适应在喀斯特环境下生长,这与实际情况相吻合。上述结果为规划这些植物种植提供科学依据。