



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111292199 A

(43)申请公布日 2020.06.16

(21)申请号 202010152556.8

(22)申请日 2020.03.06

(71)申请人 彰武章古台固沙造林实验林场  
地址 123200 辽宁省阜新市彰武县章古台  
镇本街

(72)发明人 孙海红 刘建华 吴秀钢 曹宇  
李红 郝春英

(51)Int.Cl.

G06Q 50/02(2012.01)

G06Q 10/06(2012.01)

G01N 33/00(2006.01)

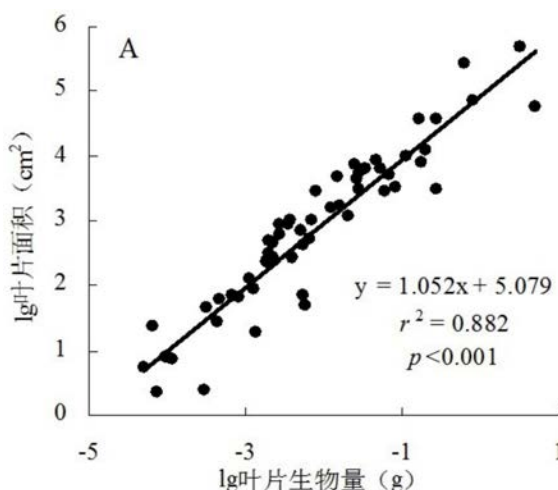
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种沙地适生树种的初选方法

(57)摘要

本发明公开了一种沙地适生树种的初选方法,其中用于筛选的指标包括比叶面积、叶绿素a/b、N含量;先选择常见的24种阔叶木本植物作为样本,然后在每颗树上采集没有损伤健康生长的成熟叶片5~10枚,测量出每枚叶片的筛选指标,同一个树种的同一个筛选指标取平均值;接着对筛选指标进行标准化,得到对应的标准值; $X = 1 - |X' - 0.5|$ ,  $X' = (A - \min A) / (\max A - \min A)$ ;将同一个树种的比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、N含量标准值相加,得到该树种的综合评价指标,然后选种综合评价指标大于1.97的树种进行种植即可,通过该方法可以作为评价植物环境适应策略及资源利用效率的关键指标,从而得到一个有效的系统初选方法。



1. 一种沙地适生树种的初选方法,其特征在于:用于初选的筛选要素包括比叶面积、叶绿素a/b、N含量,每个筛选要素对应一个筛选值;

其具体步骤如下:

A: 样本选择,选择常见的24种阔叶木本植物作为样本,每个树种为50颗,包括国槐、蒙桑、鼠李、水曲柳、旱柳、白榆、刺榆、刺槐、锦鸡、皂角、山杏、刺玫、色木槭、蒙古栎、暴马丁香、锦带、水蜡、卫矛、山杨、臭椿、紫丁香、沙棘、胡桃楸、连翘;

B: 指标测量,在每颗树上采集没有损伤健康生长的成熟叶片5~10枚,测量出每枚叶片中,每个筛选要素所对应的测量值,然后对同一树种的同一筛选要素所对应的测量值取平均值,得到该树种中该筛选要素的筛选值;分别为比叶面积筛选值、叶绿素a/b筛选值、N含量筛选值;

在同一筛选要素中,最大的筛选值记作maxA,最小筛选值记作minA;

C: 构建标准化方程为 $X = 1 - |X' - 0.5|$ ,  $X' = (A - \min A) / (\max A - \min A)$ ,首先A为待选树种的筛选值,其中A与minA和maxA归属于同一筛选要素中,X是A经过标准化方程标准化后的标准值;

其中标准值包括比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、N含量标准值;

D: 选种,将同一个树种的比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、N含量标准值相加,得到该树种的综合评价指标,然后选择综合评价指标大于1.97的树种进行种植即可。

## 一种沙地适生树种的初选方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种植物移栽初选方法,尤其是一种沙地适生树种的初选方法。

### 背景技术

[0002] 科尔沁沙地树种资源丰富,如何快速有效甄选出适宜人工林营建的树种,是实现人工林树种选育的基本前提,然后在现有技术中,还没有很好的办法能够快速确定,哪些树种能够适合在沙地进行人工造林,因此没换一个地方,都需要进行长期的试种研究,浪费了大量的人力、物力和财力。

### 发明内容

[0003] 本发明的技术任务是针对以上现有技术的不足,而提供一种沙地适生树种的初选方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种沙地适生树种的初选方法,其中用于初选的筛选要素包括比叶面积、叶绿素a/b、N含量,每个筛选要素对应一个筛选值;

[0005] 其具体步骤如下:

[0006] A:样本选择,在科尔沁地区选择常见的24种阔叶木本植物作为样本,每个树种为50颗,包括国槐、蒙桑、鼠李、水曲柳、旱柳、白榆、刺榆、刺槐、锦鸡、皂角、山杏、刺玫、色木槭、蒙古栎、暴马丁香、锦带、水蜡、卫矛、山杨、臭椿、紫丁香、沙棘、胡桃楸、连翘;

[0007] B:指标测量,在每颗树上采集没有损伤健康生长的成熟叶片5~10枚,测量出每枚叶片中,每个筛选要素所对应的测量值,然后对同一树种的同一筛选要素所对应的测量值取平均值,得到该树种中该筛选要素的筛选值;分别为比叶面积筛选值、叶绿素a/b筛选值、N含量筛选值;

[0008] 在同一筛选要素中,最大的筛选值记作maxA,最小筛选值记作minA;

[0009] C:构建标准化方程为 $X=1-|X'-0.5|$ , $X'=(A-\min A)/(\max A-\min A)$ ,首先A为待选树种的筛选值,其中A与minA和maxA归属于同一筛选要素中,X是A经过标准化方程标准化后的标准值;

[0010] 其中标准值包括比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、N含量标准值;

[0011] D:选种,将同一个树种的比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、N含量标准值相加,得到该树种的综合评价指标,然后选择综合评价指标大于1.97的树种进行种植即可。

[0012] 本发明的优点:叶片是植物进行光合作用的主要器官,是生态系统物质生产和能量转化的重要场所,其生长发育和性状特征决定了植物的基本行为和功能,能够反映植物长期适应生存环境的结果,可以作为评价植物环境适应策略及资源利用效率的关键指标。因此,在已有研究基础上,对可用于沙地人工林营建的阔叶木本植物的24种树木进行研究,以植物叶片功能性状研究为切入点,开展了沙地适生阔叶树种初选研究,从而得到一个有效的系统初选方法,通过该方法就可以实现对沙地人工造林适用树种的初步选择,降低了盲目选择带来的诸多损失。

## 附图说明

- [0013] 图1A是本发明树种叶片生物量与叶面积的关系。  
 [0014] 图1B是本发明树种叶片生物量与含水量的关系。  
 [0015] 图2A是本发明单位鲜重叶绿素a含量与SPAD值的关系。  
 [0016] 图2B是本发明单位面积叶绿素a含量与SPAD值的关系。  
 [0017] 图2C是本发明单位面积叶绿素b含量与SPAD值的关系。  
 [0018] 图2D是本发明单位面积总叶绿素含量与SPAD值的关系。  
 [0019] 图3A叶片N含量与C/N的相关关系。  
 [0020] 图3B叶片N含量与N/P的相关关系。

## 具体实施方式

[0021] 选择当地常见的24种阔叶木本植物作为样本,每种植物选择50颗,在每颗树冠外围南部,采集没有损伤健康生长的成熟叶片5~10枚,低温保存后带回实验室,对叶片鲜、干重,含水量,叶绿素含量,C、N、P含量等进行测定,使用SPAD-502测定仪测定叶绿素浓度(SPAD值),并计算叶片异速生长指数、比叶面积,叶片C/N、C/P、N/P、叶绿素a/b等指标,每个指标取该树种中该指标的平均值。通过方差、聚类、标准主轴(SMA)、Spearman相关分析等进行数据分析。

[0022] 表1科尔沁沙地24种阔叶树种叶片性状

树种名称	拉丁名	比叶面积 筛选值 ( $\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ )	单位鲜重总叶绿素 含量 ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	单位面积总叶绿素 含量( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )	叶绿素 a/b 筛 选值	SPAD
山杨	<i>Populus davidiana</i>	106.74	2.47	0.64	3.16	52.09
旱柳	<i>Salix matsudana</i>	150.57	2.01	0.38	3.50	34.69
白榆	<i>Ulmus pumila</i>	179.16	1.55	0.26	3.33	29.42
刺榆	<i>Hemiptelea davidii</i>	170.28	3.22	0.49	3.15	41.36
国槐	<i>Sophora japonica</i>	247.27	4.61	0.48	2.84	37.72
刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	154.72	2.00	0.37	3.01	40.78
树锦鸡儿	<i>Caragana arborescens</i>	170.99	2.99	0.48	3.39	51.85
山皂角	<i>Gleditsia horrida</i>	126.51	4.03	0.76	2.64	74.73
山杏	<i>Armeniaca sibirica</i>	129.78	1.66	0.35	3.15	32.51

	山刺玫	<i>Rosa davurica</i>	133.72	1.94	0.32	3.52	40.14
	鼠李	<i>Rhamnus davurica</i>	218.07	4.19	0.46	2.90	43.67
	胡桃楸	<i>Juglans mandshurica</i>	103.09	2.89	0.66	3.69	57.62
	色木槭	<i>Acer mono Maxim.</i>	160.68	2.68	0.50	3.01	36.64
	水曲柳	<i>Fraxinus mandshurica</i>	192.61	3.62	0.52	2.35	45.46
	蒙古栎	<i>Quercus mongolica F.</i>	137.71	3.52	0.63	2.81	51.95
	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>	123.29	2.98	0.60	2.77	75.51
[0024]	暴马丁香	<i>Syringa reticulata</i>	189.79	2.50	0.36	3.18	37.06
	紫丁香	<i>Syringa oblata L.</i>	114.93	1.58	0.36	2.88	55.66
	锦带	<i>Weigela florida</i>	155.28	2.19	0.27	3.04	39.37
	水蜡	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	172.79	2.30	0.42	2.80	47.55
	卫矛	<i>Euonymus alatus</i>	132.39	2.17	0.56	2.62	44.31
	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	99.98	2.49	0.69	2.53	51.31
	沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>	120.90	1.84	0.47	3.48	58.79
	蒙桑	<i>Morus mongolica S.</i>	276.52	2.46	0.40	2.95	35.37

[0025] 叶片面积、含水量与生物量的关系：

[0026] 科尔沁沙地主要树种种间叶片面积、含水量与生物量均表现为极显著正相关，标准主轴(SMA)共同斜率为1.052，置信区间为0.957~1.156。叶片面积、含水量与生物量均呈显著正相关，异速生长指数为0.83~0.85，变化范围在0.20~1.69之间，变异系数为36.7~37.0%；其中20个树种异速生长指数小于1.0，4个树种大于1.0。结果表明，科尔沁沙地树种叶片面积、含水量与生物量间总体表现为等速生长型，占供试树种的80%以上，如图1A和图1B所示。

[0027] 比叶面积：

[0028] 科尔沁沙地主要阔叶树种比叶面积变化范围在99.98~247.27cm<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>之间，变异系数为35.6%。对所有树种进行聚类分析，可将所测的24个树种划分为3大类群(表2)，即高比叶面积类群：国槐、蒙桑、鼠李、水曲柳，占供试树种的16.7%；中比叶面积类群：旱柳、白榆、刺榆、刺槐、锦鸡、皂角、山杏、刺玫、色木槭、蒙古栎、暴马丁香、锦带、水蜡、卫矛，占供试树种的58.3%；低比叶面积类群：山杨、臭椿、紫丁香、沙棘、胡桃楸、连翘，占供试树种的25.0%；并且不同类群间差异显著，表明中比叶面积类群树种是科尔沁沙地阔叶树种组成的主要群体，因此比叶面积可最为筛选指标之一。

[0029] 表2科尔沁沙地阔叶树种比叶面积聚类结果

	类型	树种数量	变化范围	平均数 ± 标准误
[0030]	低比叶面积	6	99.98~123.29	111.49 ± 3.57 c
	中比叶面积	14	126.51~179.16	154.60 ± 5.08 b
	高比叶面积	4	192.61~276.52	233.62 ± 18.14 a

[0031] 叶绿素含量分异特征：

[0032] 科尔沁沙地主要树种叶片SPAD值与单位鲜重叶绿素a含量呈显著正相关，SPAD值与单位面积叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量均呈极显著正相关，且与叶绿素a的相关系数(R=0.67,图2B)高于总叶绿素(R=0.61,图2D)，高于叶绿素b(R=0.56,图2C)。表明SPAD值能较好反映科尔沁沙地主要树种叶绿素含量分异特征(图2A~图2D)，因此在进行适生阔叶树种选择时，叶绿素a/b可作为筛选指标之一。

[0033] 表3科尔沁沙地阔叶树种叶片C、N、P的化学计量特征

树种	生活型	C ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	N 筛选值* ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	P ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	C/N	C/P	N/P *
山杨	T	528.34	20.05	1.88	26.35	280.68	10.65
白榆	T	652.48	21.41	2.19	30.48	298.56	9.79
旱柳	T	664.49	19.93	1.65	33.33	402.14	12.06
刺榆	T	547.69	19.14	1.47	28.61	372.53	13.02
[0034] 国槐	T	564.19	17.38	1.68	32.46	335.09	10.32
刺槐	T	637.59	25.77	1.91	24.75	333.05	13.46
树锦鸡儿	S	644.71	12.83	1.35	50.24	476.13	9.48
山皂荚	T	517.47	15.77	1.52	32.81	341.21	10.40
山杏	T	623.19	19.13	1.43	32.58	436.24	13.39
鼠李	T	657.24	11.58	1.69	56.77	388.74	6.85
山刺玫	S	622.78	11.79	1.87	52.80	333.05	6.31
胡桃楸	T	601.86	16.89	1.26	35.62	479.37	13.46
色木槭	T	581.80	15.49	1.35	37.57	431.87	11.50
水曲柳	T	601.44	19.71	1.61	30.52	373.15	12.23
蒙古栎	T	653.94	26.64	2.06	24.55	317.26	12.92
连翘	S	658.58	13.88	1.68	47.44	392.28	8.27
紫丁香	S	639.58	15.01	1.81	42.61	352.41	8.27
暴马丁香	T	637.49	19.13	1.74	33.32	365.87	10.98
[0035] 锦带	S	573.79	14.17	1.68	40.49	341.73	8.44
水蜡	S	542.68	17.41	1.78	31.18	304.28	9.76
卫矛	T	607.27	21.89	1.80	27.75	337.63	12.17
臭椿	T	539.12	16.91	1.59	31.89	338.45	10.61
沙棘	S	508.83	14.34	1.89	35.49	268.57	7.57
蒙桑	T	599.32	19.73	1.44	30.37	416.68	13.72

[0036] T, 乔木; S, 灌木; \*表示不同生活型间差异显著。

[0037] 科尔沁沙地主要阔叶树种叶片C、N和P含量的分布范围分别为 508.83~664.49 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、11.58~26.64 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 和1.26~2.19 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (表3), 算数平均值分别为600 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、17 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 和1.7 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 几何平均值分别为598  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、17 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 和1.6 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 变异系数分别为8.2%、29%和16%。叶片C 含量在乔木与灌木树种间没有显著差异 ( $P>0.05$ ), 乔木树种叶片N含量显著高于灌木树种 ( $P<0.05$ ), 而叶片P含量二者没有显著差异 ( $P>0.05$ )。

[0038] 叶片C、N、P化学计量比

[0039] 科尔沁沙地主要阔叶树种叶片C/N、C/P和N/P分布范围分别为24.55~ 56.77、268.57~479.37和6.31~13.46(表3), 算数平均值分别为35.4、363.3 和10.6, 几何平均值分别为34.4、359.1和10.4, 变异系数分别为33%、17% 和28%。乔木树种叶片N/P显著高于灌木树种 ( $P<0.05$ ), 而叶片C/N和C/P 二者没有显著差异 ( $P>0.05$ )。叶片N含量与C/N呈显著负相关 ( $P<0.001$ , 图3A), 叶片N含量与N/P呈显著正相关 ( $P<0.001$ , 图3B)。表明叶N富集的差异程度是科尔沁沙地树种生活型差异的原因之一。

[0040] 指标量化选择

[0041] 通过对科尔沁沙地24种阔叶树种叶片功能性状等的研究发现：

[0042] (1) 叶片面积与生物量之间和含水量与生物量之间存在显著的正相关性，总体上呈等速生长型，占供试树种的80%以上。植物叶片面积与生物量间存在权衡，随着叶片面积增加，其单位光吸收面积投入的生物量随之增多，比叶面积降低。其中，以中比叶面积类群树种为主，即资源权衡策略适中的树种，是科尔沁沙地树种组成的重要群体。

[0043] (2) 根据叶片叶绿素含量分异特征，可将科尔沁沙地树种划分为低叶绿素a/b、中叶绿素a/b和高叶绿素a/b等3大类，并且中叶绿素a/b类群是主要组成类群，即多为阳生树种。SPAD值与单位面积、鲜重叶绿素a，单位面积叶绿素b和总叶绿素含量均呈显著正相关，可有效反映植物叶绿素含量。

[0044] (3) 叶片C、P含量在不同生活型树种间没有显著差异，乔木树种叶片N含量显著高于灌木树种，并且乔木树种叶片N/P显著高于灌木树种，表明乔木树种比灌木树种具有较高的N利用效率，叶N富集差异是树种生活型差异的原因之一。不同树种间叶片N含量与C/N呈显著负相关，与N/P呈显著正相关，叶片N可作为判断环境对植物生长养分供应状况和生长速率的重要指标之一。

[0045] 综合科尔沁沙地主要阔叶树种初选研究结果，在科尔沁沙地资源匮乏地区开展对比造林实验的树种选择应从比叶面积适中，叶绿素a/b适中，较高叶片N含量3个方面考虑，即以光能利用和资源利用效率较高的阳生乔木/亚乔木树种作为主要对象。

[0046] 从叶片的多项指标中，筛选出比叶面积、叶绿素a/b及叶片N含量3个指标，由于不同指标之间量纲不同，没有可比性，需要对其进行标准化，为此采用min-max标准化方法将所选指标的原始数据标准化。

[0047] 设A为某一个筛选指标中任意一个树种对应的值，则maxA为该筛选指标中最大的值，minA为该筛选指标中最小的值，X为该筛选指标标准化后的标准值， $X' = (A - \min A) / (\max A - \min A)$ ， $X = 1 - |X' - 0.5|$ ；

[0048] 应用上述公式计算出对应的，比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、以及N含量标准值，然后将同一个树种的比叶面积标准值、叶绿素a/b标准值、N含量标准值相加，得到该树种的综合评价指标，然后选种综合评价指标大于1.97的树种进行种植即可。

[0049] 或者是将筛选的指标定为异速生长指数、比叶面积、叶绿素a/b，其中异速生长指数为0.83~0.85；比叶面积为126.51~179.16cm<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>；叶绿素a/b适为2.77~3.18。

[0050] 表4树种初选参考表

[0051]

树种	比叶面积标准 值	叶绿素 a/b 标 准值	N 含量标准值	综合评价指	排序
山杨	0.538	0.896	0.562	1.996	12
白榆	0.787	0.642	0.653	2.082	8
旱柳	0.949	0.769	0.554	2.272	4
刺榆	0.898	0.903	0.502	2.303	3
国槐	0.666	0.866	0.385	1.917	16
刺槐	0.810	0.993	0.942	2.745	1
树锦鸡儿	0.902	0.724	0.083	1.709	18



[0052]	山皂荚	0.650	0.716	0.278	1.644	19
	山杏	0.669	0.903	0.501	2.073	9
	鼠李	0.691	0.627	0.000	1.318	24
	山刺玫	0.831	0.910	0.014	1.755	17
	胡桃楸	0.518	0.500	0.353	1.371	23
	色木槭	0.844	0.993	0.260	2.097	7
	水曲柳	0.975	0.500	0.540	2.015	11
	蒙古栎	0.714	0.843	1.000	2.557	2
	连翘	0.632	0.813	0.153	1.598	20
	紫丁香	0.991	0.881	0.228	2.100	6
	暴马丁香	0.585	0.896	0.501	1.982	14
	锦带	0.813	0.985	0.172	1.970	15
	水蜡	0.912	0.836	0.387	2.135	5
	卫矛	0.684	0.701	0.685	2.070	10
	臭椿	0.500	0.634	0.354	1.488	21
	沙棘	0.619	0.657	0.183	1.459	22
	蒙桑	0.500	0.948	0.541	1.989	13

[0053] 造林实验

[0054] 2019年4月在位于科尔沁沙地南缘的彰武县章古台镇进行造林试验,在 同一地块造林,24个树种每个树种栽植100株2年生苗木,2019年9月调查成活率如表4所示。可以明显看到,排名前15位的树种造林成活率均达到了 85%,其中白榆最高,达到了95%。而且排名靠后的9个树种,成活率均为 达到85%。通过造林成活率的调查,验证了依据阔叶树叶片功能性状初步判断树种适应性的合理性(表5)。

[0055] 表5种造林成活率表

[0056]

树种	排序	成活率
山杨	12	85
白榆	8	95
旱柳	4	88
刺榆	3	93
国槐	16	65
刺槐	1	89
树锦鸡儿	18	77
山皂荚	19	79
山杏	9	89
鼠李	24	83
山刺玫	17	72
胡桃楸	23	82
色木槭	7	92
水曲柳	11	91
蒙古栎	2	92
连翘	20	81
紫丁香	6	88
暴马丁香	14	90

[0057]

锦带	15	85
水蜡	5	90
卫矛	10	87
臭椿	21	45
沙棘	22	79
蒙桑	13	93

[0058] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

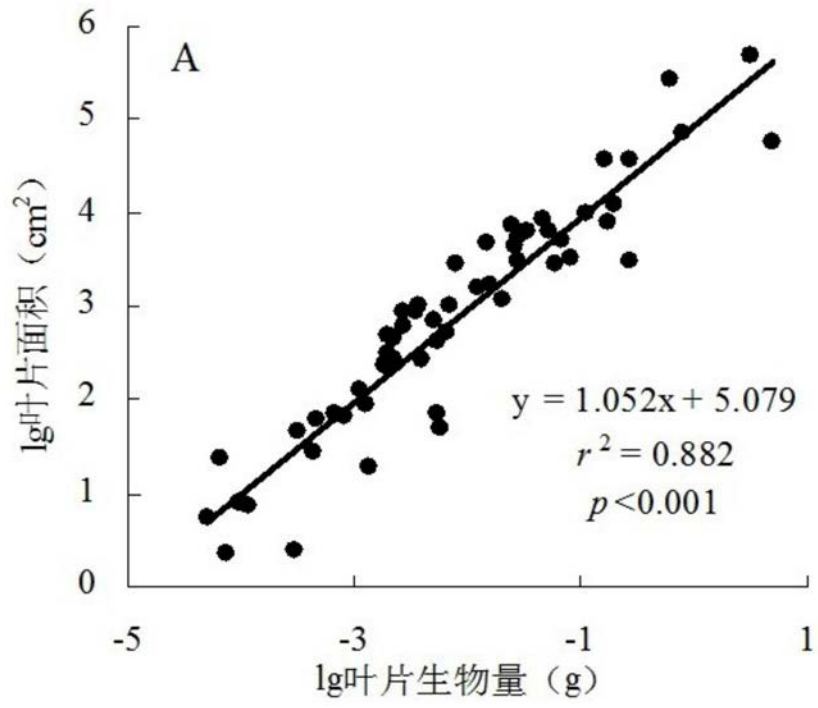


图1A

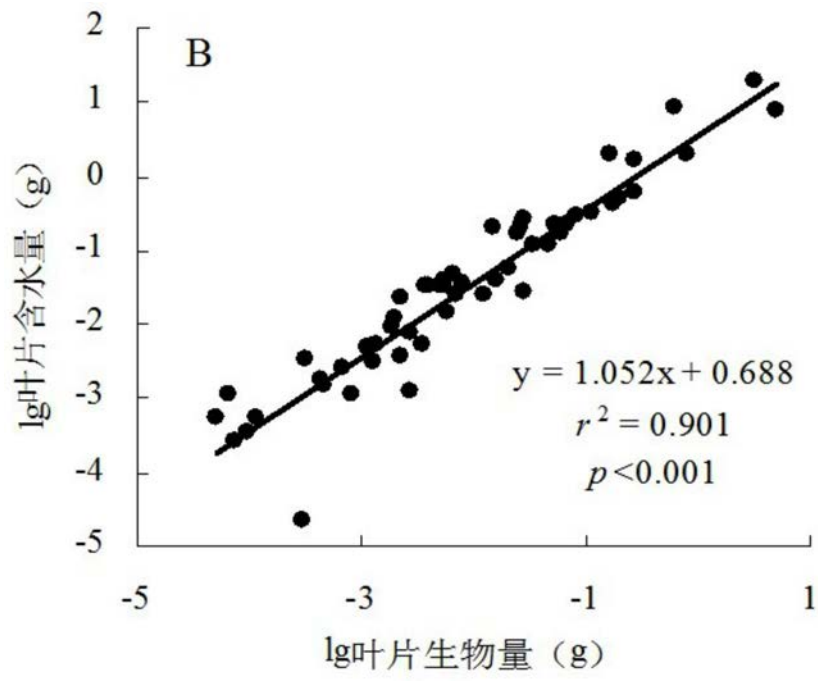


图1B

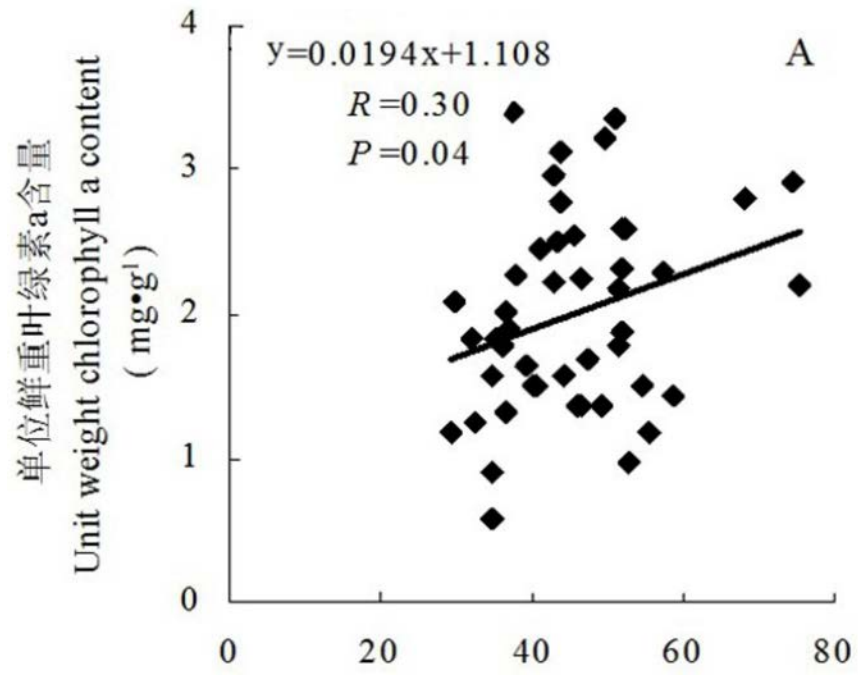


图2A

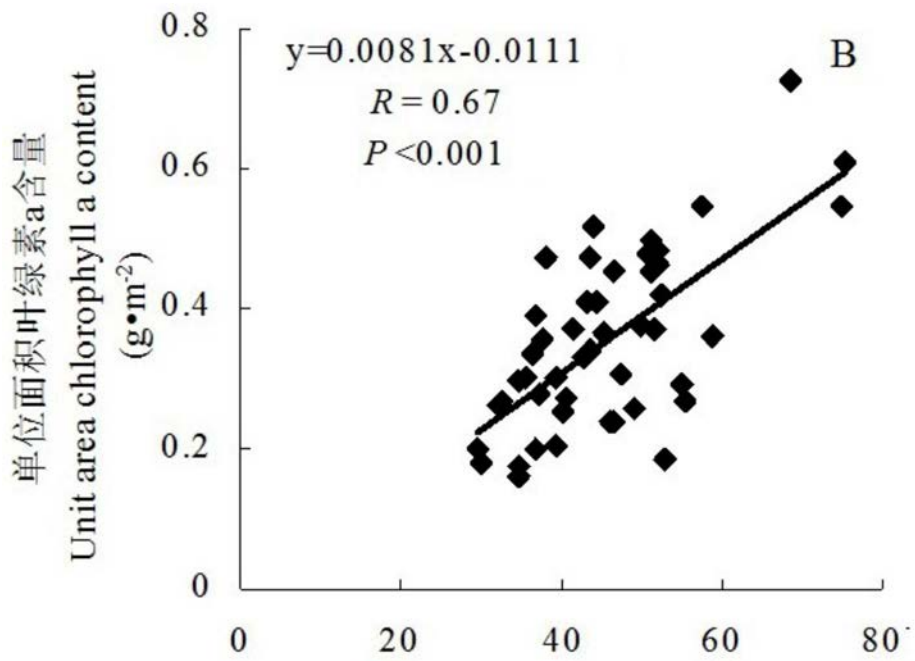


图2B

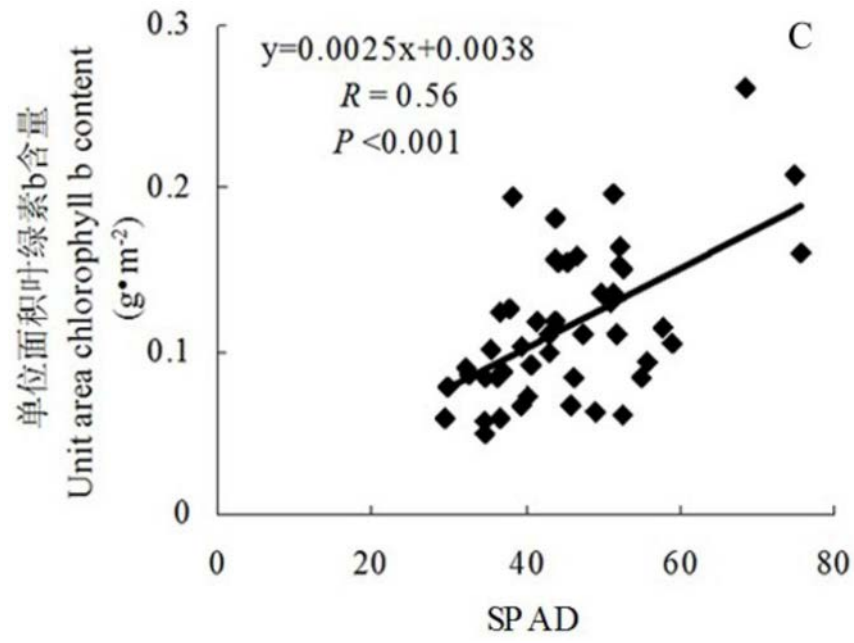


图2C

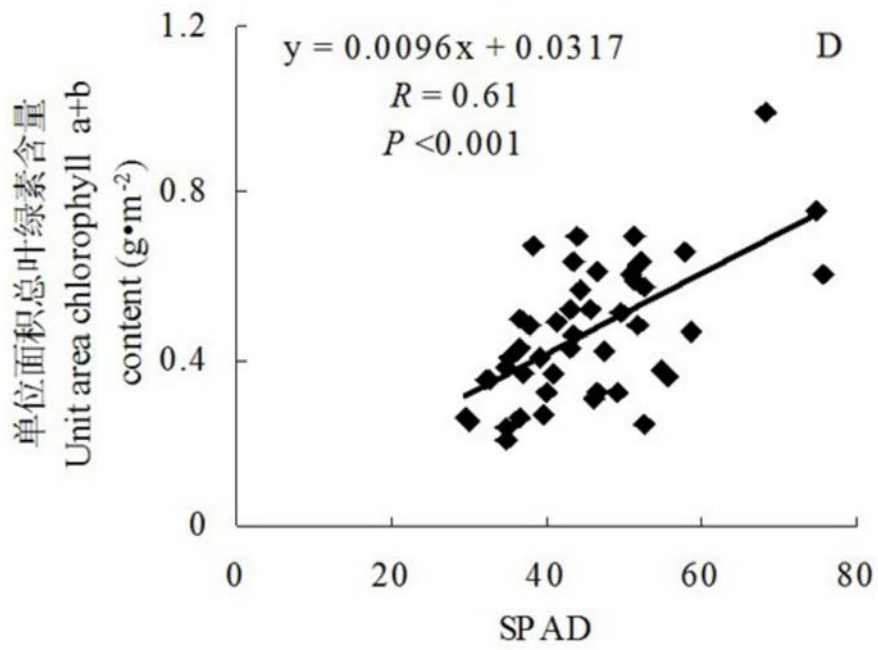


图2D

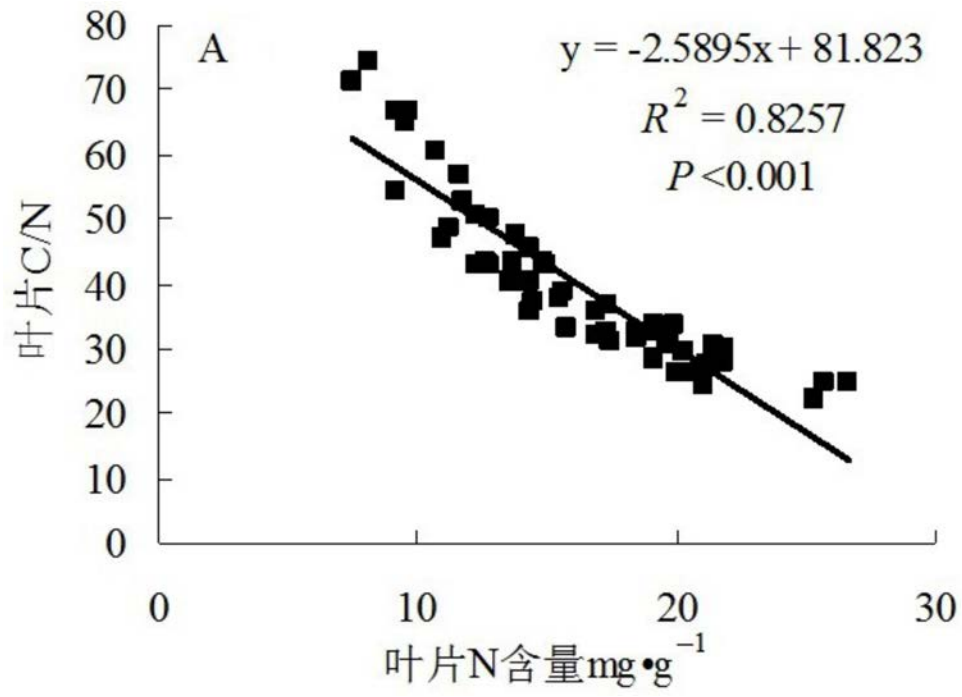


图3A

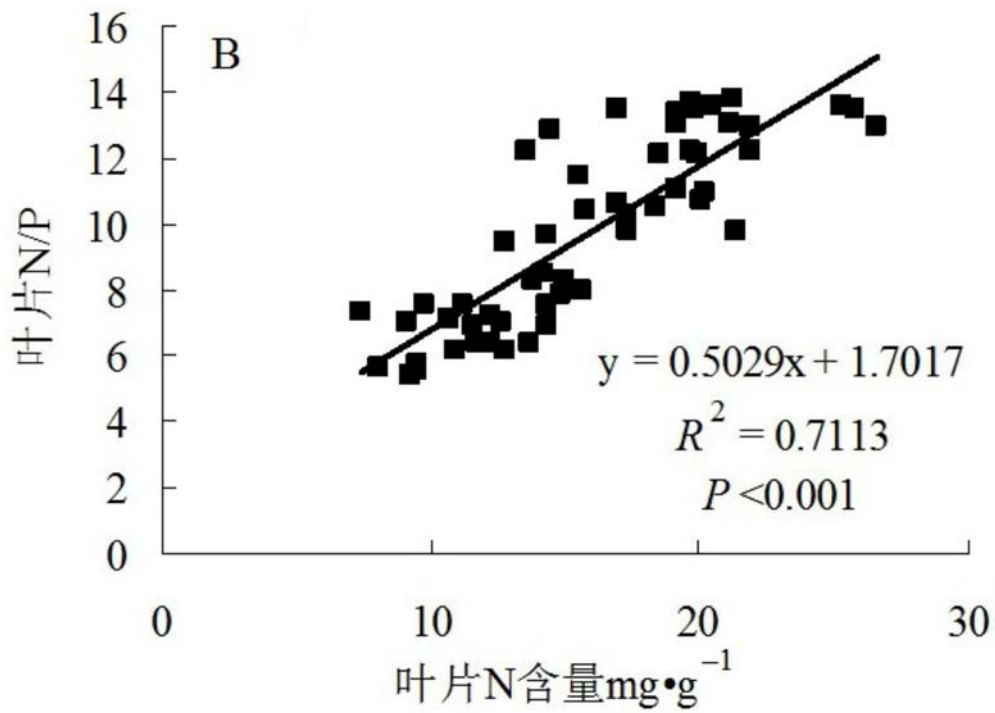


图3B