

入侵生态学-下篇

自然保护区学院

李红丽 15001233412



自然生态系统中，入侵种为何能够成功入侵？生态系统如何能抵御外来生物入侵？将是我们真正需要回答的问题。

入侵生态学需要回答的“生态的矛盾”
？，“矛盾的关系受何种因素的影响？”

前半部分的学习，能给我点回答吗？

下半部分你想了解什么内容？感兴趣的有哪些？

后半部分内容关系



第一章：入侵种生理特性及对环境因子响应



锋利的矛 是如何练就的？

1.1 超级霸具有什么生理特点

1.2 对环境因子如何响应

场景回放



是桔梗目菊科的植物，又名黄莺、麒麟草。多年生草本植物，有长根状茎。茎直立，高达2.5米。



原产北美。中国公园及植物园引种栽培，做插花等用途

看一段视频



互花米草隶属禾本科、米草属，是一种多年生草本植物，它起源于美洲大西洋沿岸和墨西哥湾，适宜生活于潮间带。

美国鲤鱼泛滥成灾背后不可不知的情仇往事

历史的真相如何呢？40多年前，也就是20世纪70年代，美国的制造业发达，河水污染异常严重，即河流或湖泊里生长的大量水生植物破坏了美国的水环境。

为了清洁水体，美国有专家指出，中国有一种“鲤鱼”可担当大任，这种鱼具有吸食水草的特殊能力。**于是，中国的“鲤鱼”作为“特殊人才”被美国引进。**





繁殖太快

在俄亥俄州的桑达斯基河以及伊利湖的一条支流。亚洲鲤鱼的数量已占鱼类总数的90%。为此，美国科学家担心，**亚洲鲤鱼会吃光所有本土鱼类赖以生存的食物，繁殖迅速，很可能会破坏湖区生态平衡，甚至给湖中其他生物种群，比如鲑鱼，带来灭顶之灾。**

巴西龟来势汹汹，中华草龟“难寻踪迹”

11. 巴西龟



巴西龟对环境有**较强的适应能力**，**能耐饥饿**，在江苏野外，能够**安然过冬**，**最关键的是寿命还长**。

入侵性特点

生长发育快，性成熟早

高的繁殖能力和非单一的繁殖方式

强大的繁殖体传播能力

入侵性特点

生态幅度较宽

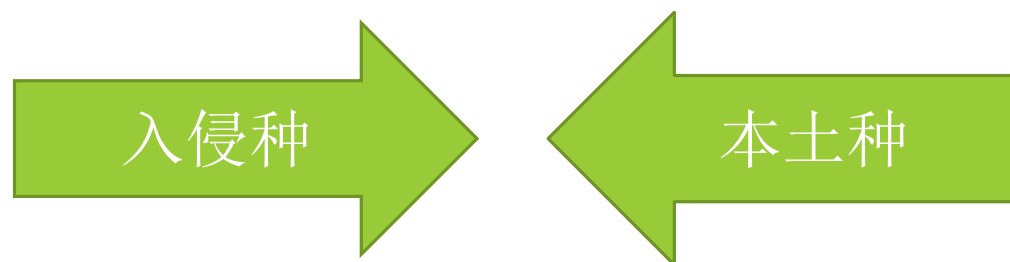
对胁迫生境的回避和忍耐性比较强

非单一的生活史对策

1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

为何入侵种能表现如此强的优势？

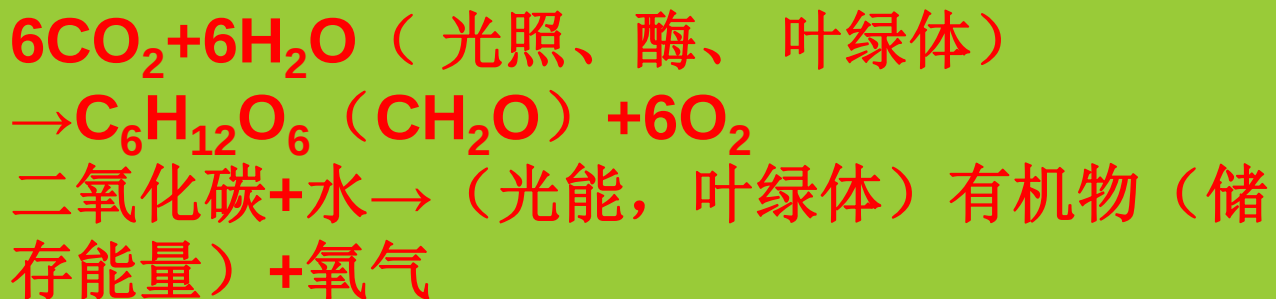
除了外观特征，哪些生理指标衡量？



1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

1.1.1 光合作用 简单回顾

绿色植物利用叶绿素等光合色素和某些细菌（如带紫膜的嗜盐古菌）利用其细胞本身，在可见光的照射下，将二氧化碳和水（细菌为硫化氢和水）转化为储存着能量的有机物，并释放出氧气（细菌释放氢气^[1]）的生化过程。同时也有将光能转变为有机物中化学能的能量转化过程。

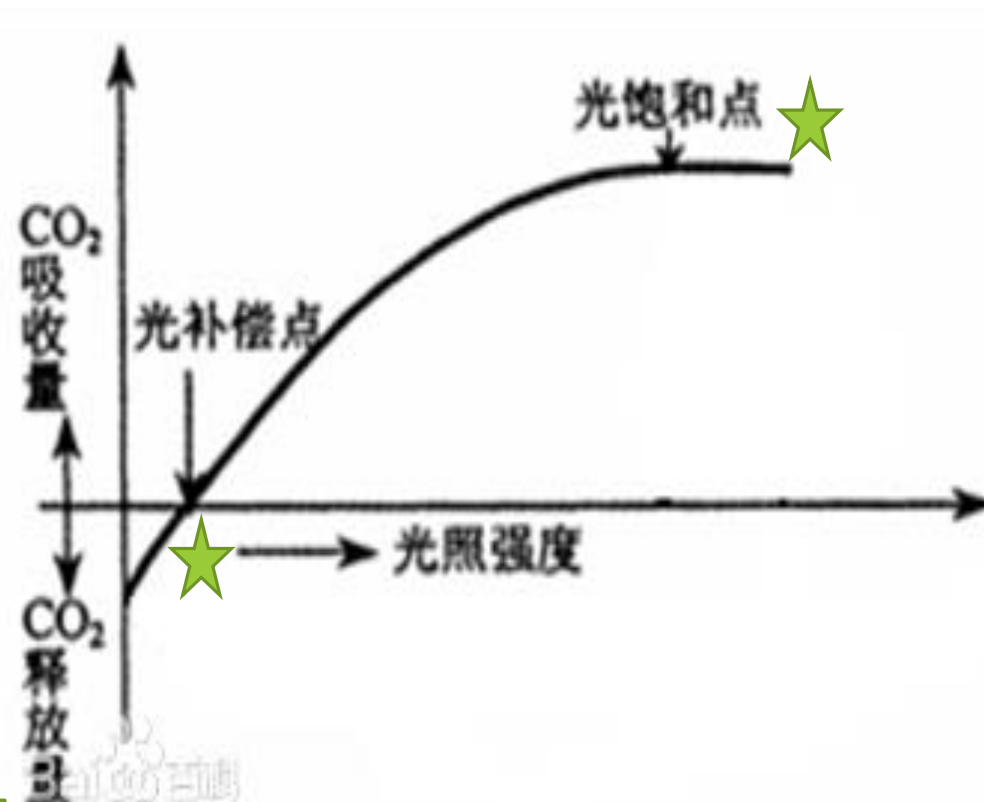


1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

光饱和点：在一定的光强范围内，植物的光合速率随光照度的上升而增大，当光照度上升到某一数值之后，光合速率不再继续提高时的光照度值。

光补偿点：植物在一定的光照强度下，光合作用吸收CO₂和呼吸作用数量达到平衡状态时的光照强度。植物在光补偿点时，有机物的形成和消耗相等，不能累积干物质。

光合速率：单位时间、单位叶面积所吸收的二氧化碳或释放的氧气



相对生长速率：净同化速率和叶面积比的函数。

1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

1.1.2 资源利用效率

比叶面积（SLA）：单位干重叶面积；叶的单叶面积与生物量之比；

叶生物量分配：叶片生物量与总生物量之比。

光合氮利用效率：光合速率和叶片氮含量的比值。

叶片水分利用效率：光合速率与蒸腾速率的比值。

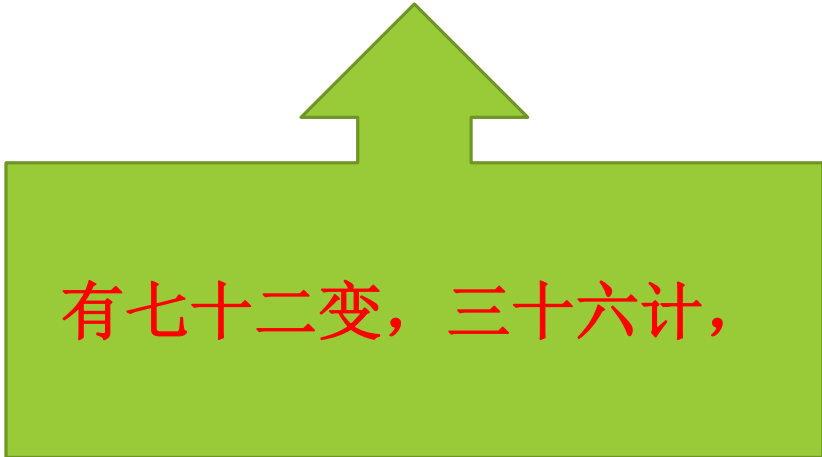


探讨老外为何总比国民高？

1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

1.1.3 表型可塑性

同一基因型由于环境条件的改变在表观上做出的相应变化的能力，是生物适应环境的一种方式，有助于提高资源利用率。



有七十二变，三十六计，

1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

表型可塑性类型



功能特性的可塑性



发育可塑性，解剖学上的可塑性，



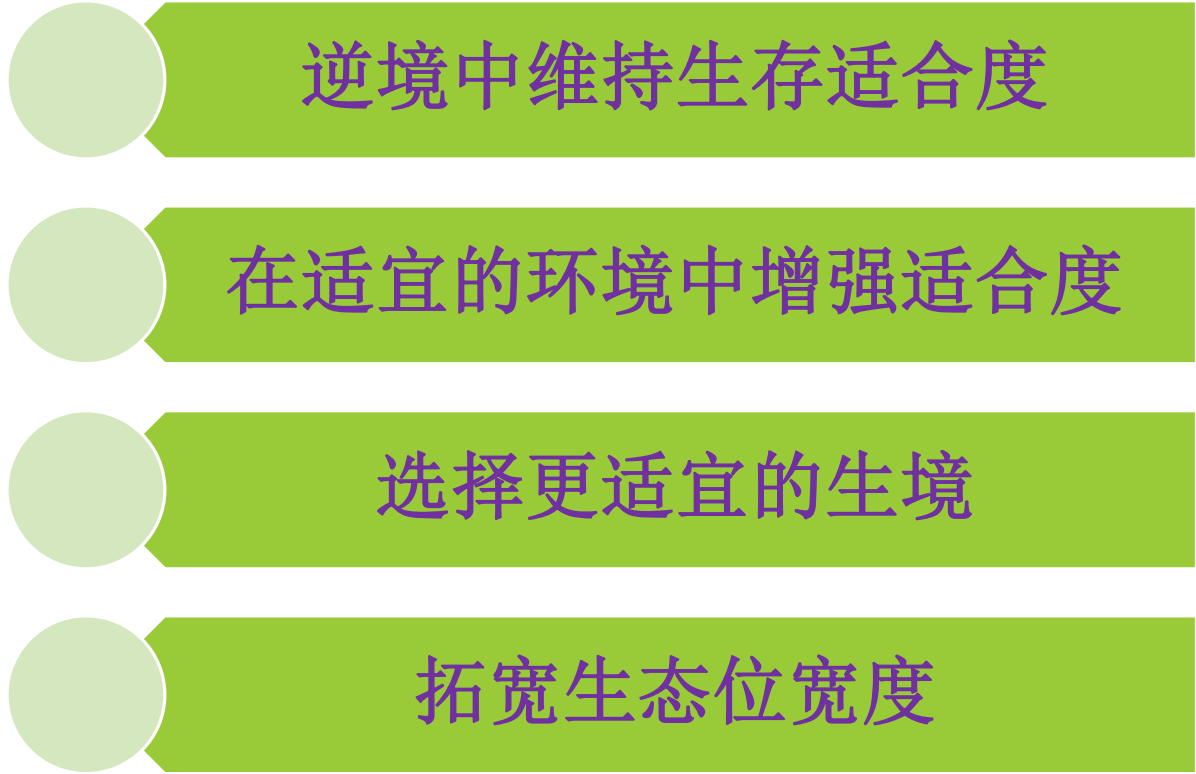
生活史可塑性



杂交后代的可塑性

1.1 与外来入侵植物相关的生理生态特性

入侵种表型可塑性的适应类型



逆境中维持生存适合度

在适宜的环境中增强适合度

选择更适宜的生境

拓宽生态位宽度

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

如何证明转专业的同学比较适合所转专业的学习？

通过与本专业同学学习能力的比较来得出结论

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

区系比较法

1.2.1 入侵种对光的适应

紫茎泽兰（学名：*Eupatorium adenophora* Spreng.）：多年生草本或成半灌木状植物。



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

白头婆

是菊科泽兰属的植物。多年生草本

PK，证明一下是否外来入侵种更强呢？如何证明？



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

入侵种紫茎泽兰比本土种将光合中更多的氮分配给光合机制

Oecologia (2007) 153:501–510
DOI 10.1007/s00442-007-0759-2

ECOPHYSIOLOGY

Invasive *Buddleja davidii* allocates more nitrogen to its photosynthetic machinery than five native woody species

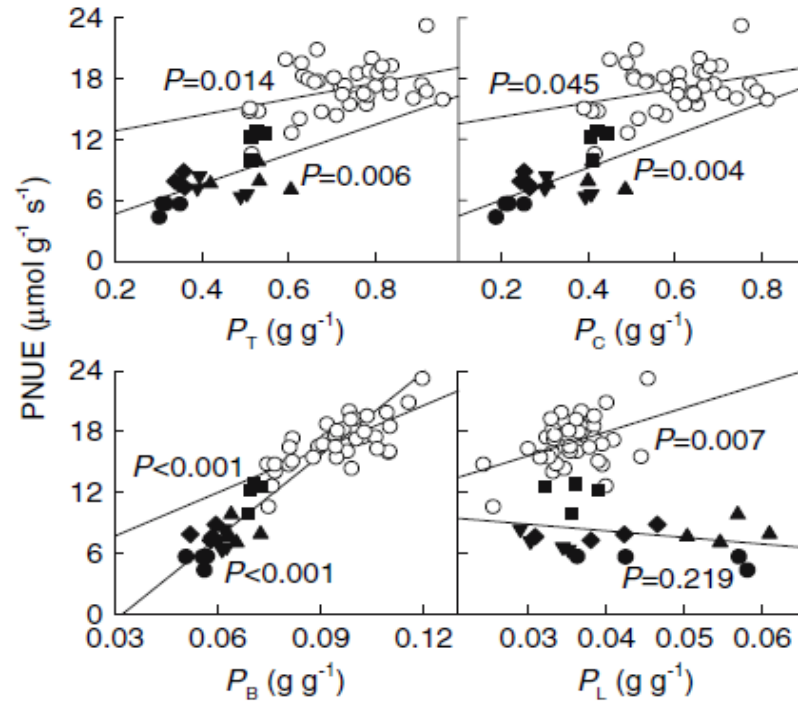
Yu-Long Feng · Harald Auge · Susan K. Ebeling

Received: 30 June 2006 / Accepted: 23 April 2007 / Published online: 30 May 2007
© Springer-Verlag 2007

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

506

入侵种



本土种

入侵植物相对本土植物具有更强的氮利用效率。

Fig. 1 Photosynthetic nitrogen utilization efficiency (PNUE) as a function of the fraction of leaf nitrogen allocated to all components of the photosynthetic machinery (P_T), to carboxylation (P_C), to bioenergetics (P_B) and light-harvesting components (P_L), respectively. P -values are indicated for each relationship.

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

1.2.1 入侵种对光的响应

Evolutionary tradeoffs for nitrogen allocation to photosynthesis versus cell walls in an invasive plant

Yu-Long Feng^{a,1}, Yan-Bao Lei^a, Rui-Fang Wang^a, Ragan M. Callaway^b, Alfonso Valiente-Banuet^c, Inderjit^d, Yang-Ping Li^a, and Yu-Long Zheng^a

^aXishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, Yunnan Province, China; ^bDivision of Biological Sciences, University of Montana, Missoula, MO 59812; ^cInstituto de Ecología, Departamento de Ecología de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-275, C. P. 04510, México D. F., México; and ^dCentre for Environmental Management of Degraded Ecosystems, University of Delhi, Delhi 110007, India

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

Table 1. Differences among populations of *Ageratina adenophora* originating from invasive (China and India) and native (Mexico) ranges

Variable	Population origin			F
	Mexico	China	India	
$N_P/N_L, g \cdot g^{-1}$	$0.57 \pm 0.029b$	$0.63 \pm 0.016a$	$0.65 \pm 0.021a$	3.58*
$P_{max}, \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$	$12.72 \pm 0.769c$	$14.91 \pm 0.51b$	$16.63 \pm 0.74a$	8.74***
PNUE, $\mu mol \cdot g^{-1} \cdot s^{-1}$	$10.39 \pm 0.71b$	$12.05 \pm 0.47a$	$13.01 \pm 0.55a$	5.04**
$N_L, g \cdot m^{-2}$	1.25 ± 0.04	1.26 ± 0.04	1.31 ± 0.05	0.58
$P_{CW}, g \cdot m^{-2}$	$0.69 \pm 0.045a$	$0.23 \pm 0.035b$	$0.54 \pm 0.083b$	16.75***
$P_{CW}/P_L, g \cdot g^{-1}$	$0.124 \pm 0.010a$	$0.065 \pm 0.008b$	$0.089 \pm 0.008b$	10.80**
$N_{CW}/N_L, g \cdot g^{-1}$	$0.093 \pm 0.006a$	$0.035 \pm 0.007c$	$0.064 \pm 0.008b$	18.56***
LMA, $g \cdot m^{-2}$	$61.54 \pm 2.11a$	$50.85 \pm 1.11b$	$53.32 \pm 1.34b$	13.27***
Plant height, cm	$69.48 \pm 1.03b$	$79.18 \pm 1.17a$	$81.10 \pm 1.29a$	30.851***
Stem diameter, mm	$5.75 \pm 0.12b$	$6.45 \pm 0.12a$	$6.09 \pm .016ab$	6.26**
Leaf density, $kg \cdot m^{-3}$	$36.55 \pm 0.78a$	$25.68 \pm 0.85c$	$31.08 \pm 1.00b$	40.98***
Leaf length, cm	$6.18 \pm 0.16c$	$8.00 \pm 0.10a$	$6.85 \pm 0.14b$	40.302***
Leaf width, cm	$3.95 \pm 0.10c$	$5.07 \pm 0.10a$	$4.28 \pm 0.09b$	36.002***
Leaf area, cm^2	$12.92 \pm 0.55c$	$20.29 \pm 0.60a$	$15.08 \pm 0.53b$	45.302***

Country mean value $\pm$ SE is given [five populations per country and five (10 for height and diameter) individuals per population]. Different letters in the same row indicate significant differences among countries (one-way ANOVA, Duncan test). *, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.001$. N_P/N_L , the proportion of leaf nitrogen allocated to the photosynthetic machinery; P_{max} , light-saturated photosynthetic rate; PNUE, photosynthetic nitrogen use

入侵地具有更高的光合氮利用率，叶片氮利用率。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

1.2.1 入侵种对光的响应



互花米草 (*Spartina alterniflora*) 隶属禾本科米草属的多年生草本植物，原产美洲大西洋东沿岸和墨西哥海湾。我国于1979年从美国引进互花米草。

替代本土种用技术

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

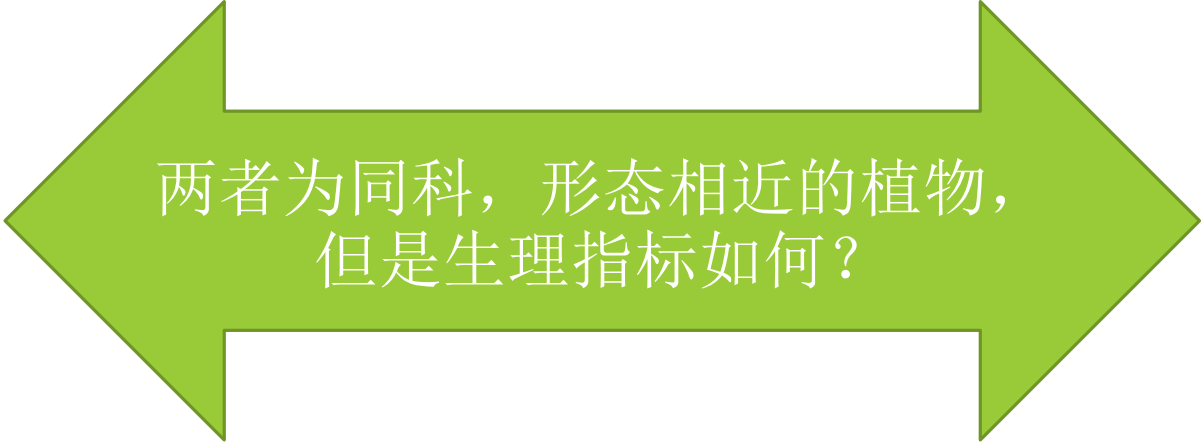
1.2.1 入侵种对光的响应



芦苇（*Phragmites communis* Trin.）多年水生或湿生的高大禾草，生长在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地等，世界各地均有生长，芦叶、芦花、芦茎、芦根、芦笋均可入药。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

1.2.1 入侵种对光的响应



两者为同科，形态相近的植物，
但是生理指标如何？

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

第 25 卷第 7 期
2005 年 7 月

生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol. 25, No. 7
Jul., 2005

芦苇与入侵植物互花米草的光合特性比较

赵广琦, 张利权*, 梁 霞

(华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

上海崇明东滩上单优生长的互花米草群落和芦苇群落中的植株为试验对象

10株长

势良好且生长基本一致的植株, 测定植株由顶端向下第1片充分伸长的完整叶片

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

表 1 光合速率的光响应模拟曲线的参数值

Table 1 The parameters for the simulated curve of P_n and PAR

种类 Species	α	β	P_{max}	P_{max0}	相关系数 r^2
互花米草 <i>Spartina alterniflora</i>	0.108 ± 0.079	20.21 ± 1.29	18.52 ± 1.85	18.57 ± 0.96	0.968
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	$0.078 \pm 0.028^{**}$	$18.36 \pm 1.32^{**}$	$12.22 \pm 1.29^{**}$	$12.26 \pm 0.89^{**}$	0.981

** 表示 $p < 0.01$, means $p < 0.01$.

互花米草与芦苇的光响应参数值表现出极显著的差异，互花米草的表观量子效率、梭化效率、最大净光合速率以及处于饱和光强和饱和 CO_2 浓度下的光合速率均高于芦苇。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

互花米草的净光合速率就显著上升，并在12:30左右达到“峰值”，而此时芦苇的净光合速率则迅速降低，表现出明显的“午休”现象，其净光合速率谷值，是测定时期最高值(出现在14:50左右)。

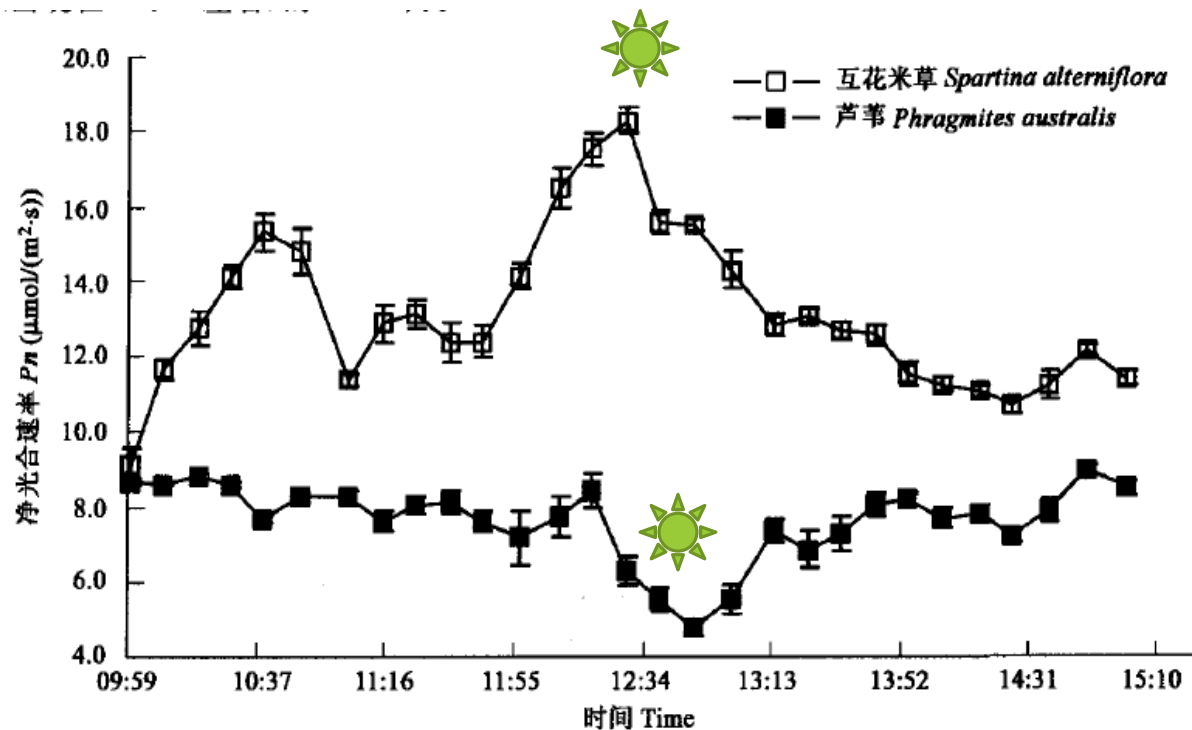


图1 互花米草与芦苇净光合速率变化

Fig. 1 Changes in the net photosynthetic rate (P_n) of *Spartina alterniflora* and *Phragmites australis*

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

互花米草对光照，尤其是有效辐射达强光照具有很高的利用能力，因此而储存的能量可用于植物的生长和繁殖扩展，**是其生长迅速、生产力高及蔓延性强的一个重要生理基础。**

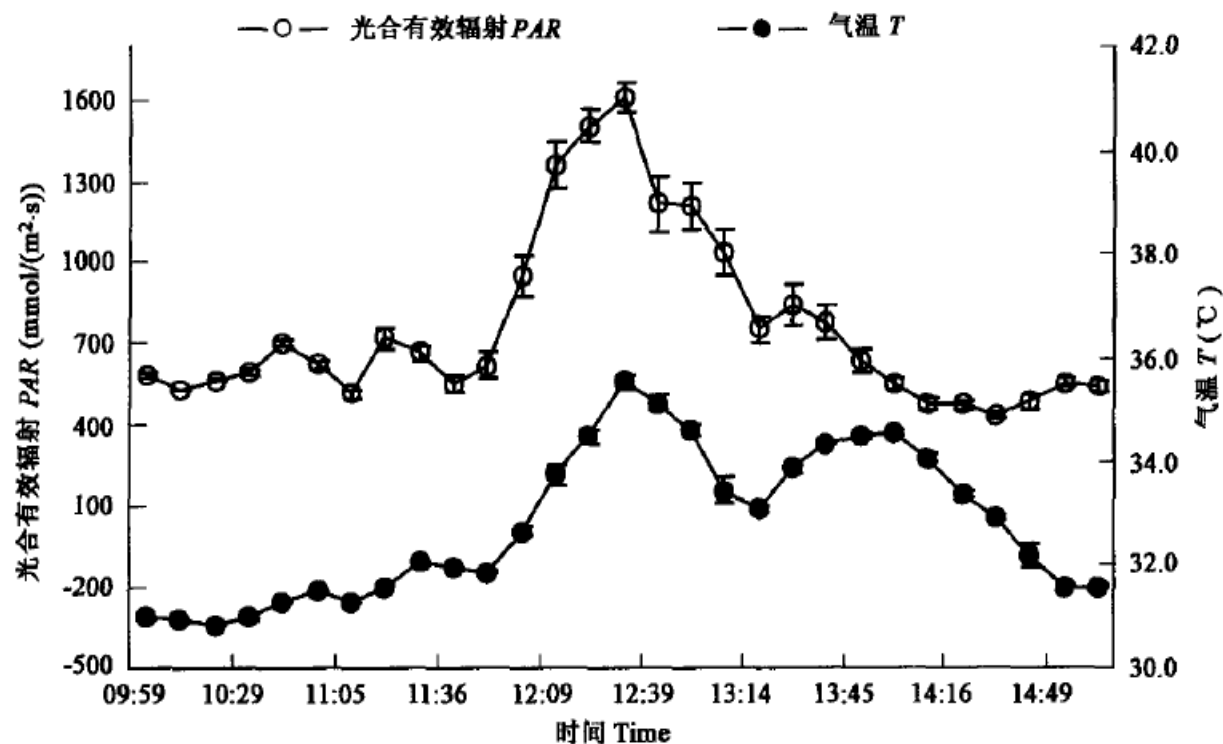


图2 测定时段光合有效辐射及大气温度变化

Fig. 2 Changes in the PAR and the air temperature during measurement

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

表 2 互花米草和芦苇在不同季节的光合指标

Table 2 Photosynthetic indexes of *Spartina alterniflora* and *Phragmites australis* in different seasons

时间 Time	光合指标 Photosynthetic in dexes	互花米草	芦苇	互花米草	芦苇
		<i>Spartina alterniflora</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Spartina alterniflora</i>	<i>Phragmites australis</i>
		平均值 Average value		最大值 Maxine value	
5 月 May	<i>Pn</i>	13.19±0.40**	7.63±0.22	18.28±0.35	8.42±0.42
	<i>Gs</i>	0.13±0.01**	0.09±0.00	0.28±0.01	0.14±0.00
	<i>Tr</i>	2.79±0.26**	1.68±0.02	6.19±0.19	3.13±0.07
	<i>PAR</i>	762.05±60.23		1605±50.61	1504±62.17
9 月 Sept.	<i>Pn</i>	16.43±0.41**	14.29±0.65	30.8±0.30	21.65±0.45
	<i>Gs</i>	0.02±0.00**	0.01±0.00	0.02±0.00	0.04±0.00
	<i>Tr</i>	1.93±0.03**	0.57±0.48	2.85±0.14	4.64±0.42
	<i>PAR</i>	1095±24.43		1819±37.19	1774±75.50
11 月 Dec.	<i>Pn</i>	6.70±0.86**	7.95±0.20	11.40±0.41	12.56±0.36
	<i>Gs</i>	0.03±0.00**	0.02±0.00	0.01±0.00	0.03±0.00
	<i>Tr</i>	1.32±0.12**	1.43±0.02	1.08±0.04	1.38±0.07
	<i>PAR</i>	674±45.50		1241±24.59	604±38.40

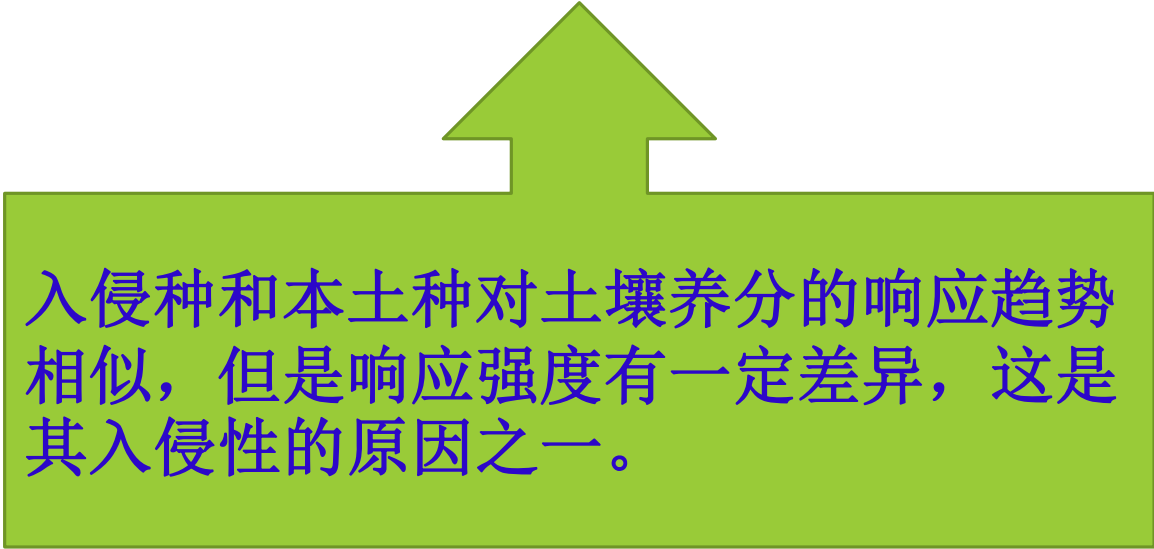
1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

你是否熟悉身边的入侵植物，试着观察一下其特殊的生理特点？如日出时，日落时，开花时间，种子多少等？

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

1.2.2 入侵种对养分的适应

植物需要调整地上、地下形态、生物量分配等特性来适应不同的养分环境。尤其是资源限制假说。



入侵种和本土种对土壤养分的响应趋势相似，但是响应强度有一定差异，这是其入侵性的原因之一。



同样的吃饭，
为何有人就
胖？

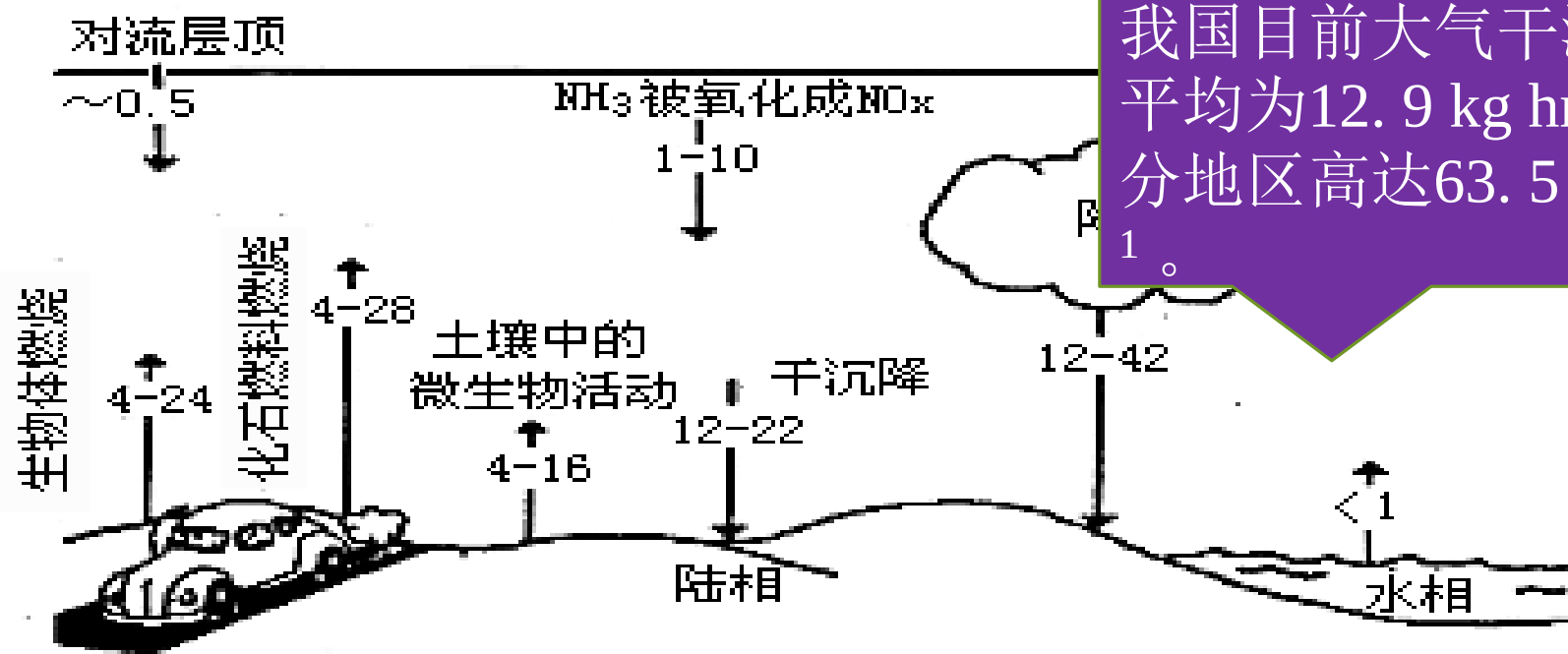
1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

1.2.2 入侵种对养分的适应

氮沉降：全球气候变化的主要内容，大气氮干沉降和大气氮湿沉降。

氮沉降影响生物多样性及生态系统的结构和功能重要因子之一（Sala et al., 2000 Science）。

我国目前大气干湿沉降总量平均为 $12.9 \text{ kg hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ，部分地区高达 $63.5 \text{ kg hm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 。



全球 NO_x 衡算仍有很大不确定性

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

□ 氮沉降和CO₂浓度升高能够促进生物多样性，多样性丰富的处理生物量的积累更强(Reich et al, 2001 Nature)。

□ 氮沉降使欧洲草原植物物种丰富度降低，相比氮沉降以前使物种反而降低了23% (Stevens et al., 2004 Science; Phoenix et al., 2006 GCB)。

对不同的
生态系统
影响具有
不确定性

可能由于物种对氮沉降的响应及敏感性不同导致的

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

不同物种（包括入侵种与本土种）对氮沉降响应存在差异 (Berendse et al., 2001 GCB; Bradford et al., 2007 Oecologia)。



▶ 物种间（包括入侵种与本土种）种间关系及群落结构的改变 (Rickey et al., 2006 JAE), 如氮沉降可以使外来种对本土种由竞争趋于互利的转变 (Li et al., 2011 PLOS one)

N增加的情况下入侵和非入侵植物克隆生长能力响应、氮利用率的变化及可能导致种间关系及群落结构的变化却研究较少。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

- 全球气候变化下氮沉降增加对外来入侵种和非入侵种克隆性状如何影响及差异？
- 全球气候变化下氮沉降增加对外来入侵种非入侵种氮利用率影响及是否存在差异？
- 预测全球气候变化下氮沉降对外来入侵种（克隆植物）的入侵能力及植物群落结构变化。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

Invasive species

空心莲子草

Alternanthera philoxerodes

南美蟛蜞菊

Wedelia trilobata

地毯草

Axonopus compressus

铺地黍

Panicum repens

两耳草

Paspalum conjugatum

五爪金龙

Ipomoea cairica (L.) Sweet

Non-invasive species

莲子草

A. sessilis

蟛蜞菊

W. chinensis

钝叶草

Stenotaphrum helferi

短叶黍

P. brevifolium

双穗雀稗

P. distichum

厚藤

Ipomoea pescaprae

入侵种

非入侵种



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

喜旱莲子草：

苋科、莲子草属多年生草本；茎基部匍匐，上部上升，

管状，不明显4棱，具分枝，幼茎及叶腋有白色或锈色柔毛，茎老时无毛，仅在两侧纵沟内保留。

叶片矩圆形、矩圆状倒卵形或倒卵状披针形，基部连合成杯状。

果实未见。花期5-10月。^[1]



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

1930年传入中国，原产巴西，是危害性极大的入侵物种，被列为中国首批外来入侵物种。其嫩茎叶可作蔬菜食用，春夏采其嫩茎叶、洗净、沸水烫，清水漂洗后切断，可凉拌、炒食，清脆可口。也可牛、兔和猪饲料。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

莲子草,

别名：满天星、虾钳菜、白花仔、节节花、膨蜞菊、水牛膝，拉丁文名： *Alternanthera sessilis* (L.) DC. 苋科、莲子草属多年生草本，高10-45厘米；圆锥根粗，



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

南美蟛蜞菊(*Wedelia trilobata*(L.) Hitchc.), 是菊科(Compositae)蟛蜞菊属(*Wedelia*)常绿草本, 全年开花, 圆形莲生长迅速, **繁殖能力超强, 很少有病虫害发生。原产美洲热带地区。**

作为一种易于管理的地被植物, 南美蟛蜞菊已被成功引入许多太平洋岛屿, 包括中国。但很快从栽培地逃逸。



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

蟛蜞菊

分布于辽宁、福建、台湾、广东、海南、广西、贵州等地。

生于田边、路旁、沟边、山谷或湿润草地上。

具有清热解毒，凉血散瘀之功效。常用于感冒发热，咽喉炎，扁桃体炎，腮腺炎，白喉，百日咳，气管炎，肺炎，肺结核咯血，鼻衄，尿血，传染性肝炎，痢疾，痔疮，疔疮肿毒。



五爪金龙：植物，俗名番仔藤、掌叶牵牛。一般是生长在山上。叶子类似掌状，有5-7个裂痕，大小约3-10厘米；花期以夏季最盛。原产热带非洲和亚洲，生长于全日照以及排水良好的环境，平地，山地路边灌丛，向阳处，有很强的攀爬能力。



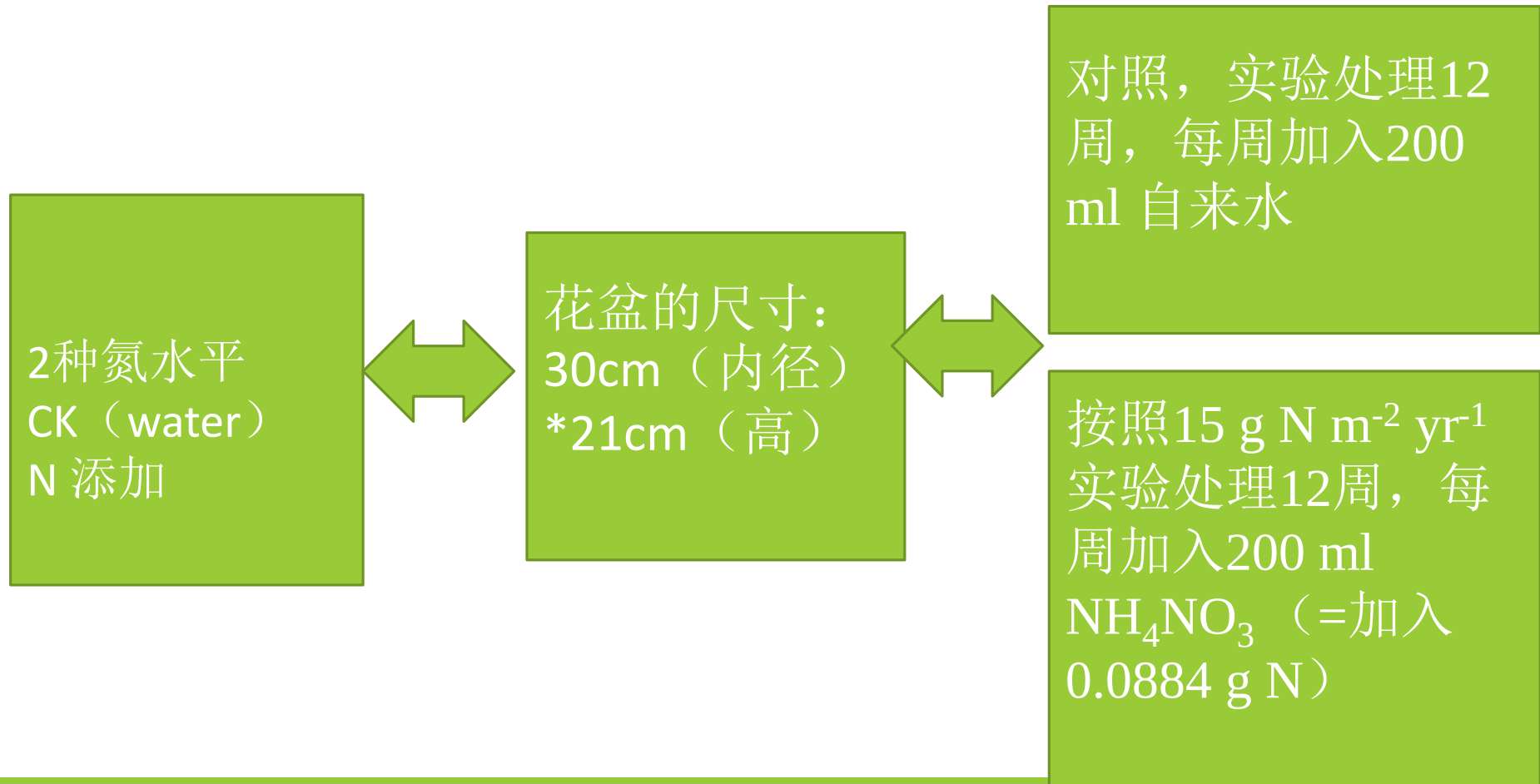
厚藤，多年生草本，全株光滑；茎极长而匍匐地面，平卧，有时缠绕；叶互生，厚革质，肾形、卵形、椭圆形或长圆形，顶端微缺或2裂，裂片圆，形如马鞍。

花排成腋生的多歧聚伞花序，有花数朵；花冠漏斗状，紫色或紫红色，长4~5厘米。蒴果圆球形。

常见于海滨，多生长在沙滩及路边，可作海滩固沙或覆盖植物。



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

实验2011年6月15日栽植，7月1日正式处理，每个处理10个重复，实验期间进行每两个周进行位置移动。



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

生物量指标：总生物量，根、茎、叶生物量

生长指标：总叶面积、比叶面积

无性繁殖指标：节间长，总节数，分枝数，总茎长等

氮利用率(目前仅测量部分叶片)：

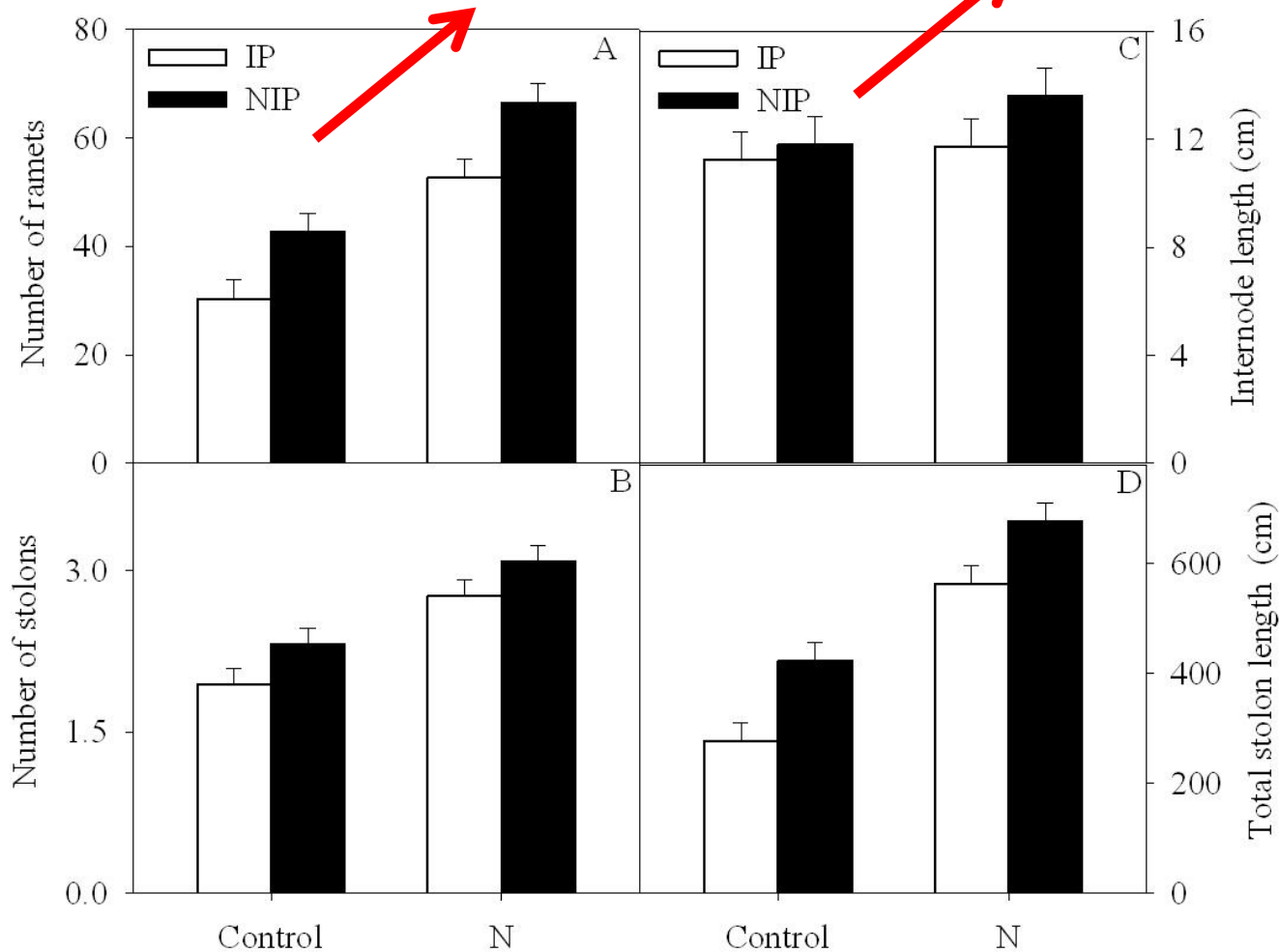
氮利用率：生物量/ 叶片氮含量（茎、根）

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

物种，氮水平对各指标影响显著，入侵情况对大多指标影响显著，而氮水平与入侵情况的交互作用影响不显著。

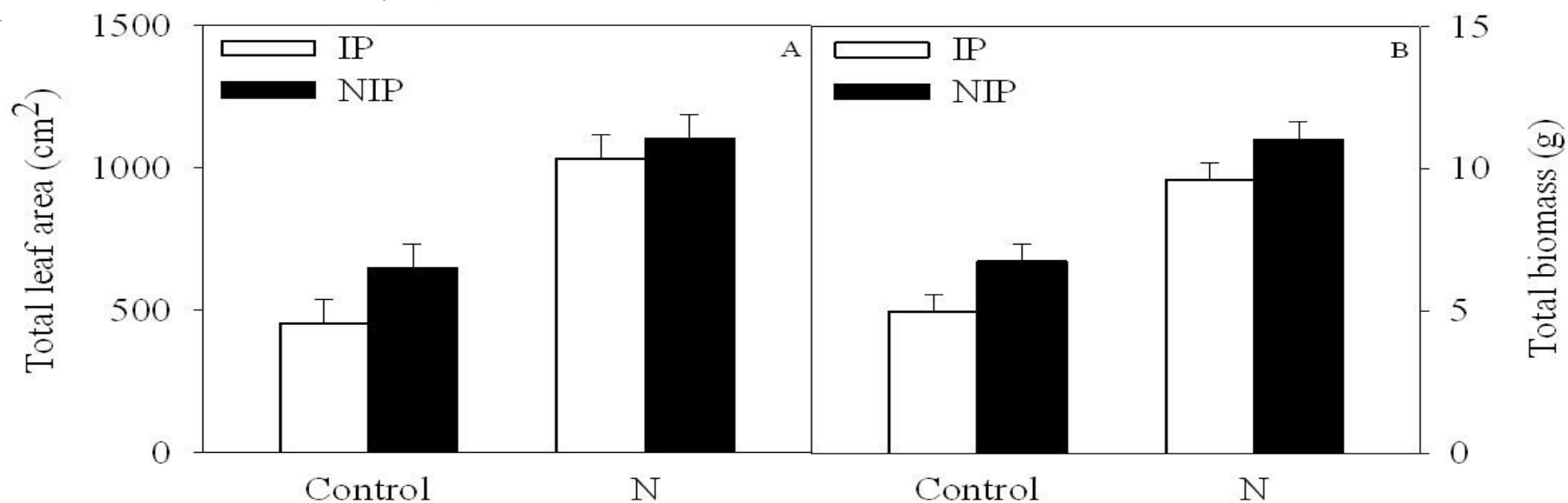
Variable	Pair	Nitrogen	Invasive	N × I
主枝节数	2.68 **	11.96 **	25.38 **	6.38 *
总节数	35.07 **	43.79 **	13.98 **	0.05 ns
分枝数	21.42 **	28.32 **	5.35 *	0.03 ns
最长茎长	11.97 **	7.06 **	1.20 **	8.82 *
总茎长	20.42 **	65.93 **	15.60 **	0.23 ns
总叶面积	17.45 **	37.56 **	2.46 ns	0.53 ns
叶生物量	13.07 **	49.69 **	0.95 ns	0.05 ns
总生物量	25.34 **	51.11 **	6.66 *	0.08 ns
比叶面积	33.34 **	7.75 **	9.84 **	3.63 ns
节间长	13.22 **	1.24 ns	1.43 ns	0.40 ns
比节间长	17.74 **	0.06 ns	0.68 ns	0.12 ns
单个分株重量	15.02 **	6.07 *	0.65 ns	0.85 ns
单个分株面积	8.91 **	10.56 **	0.47 ns	3.21 ns

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应



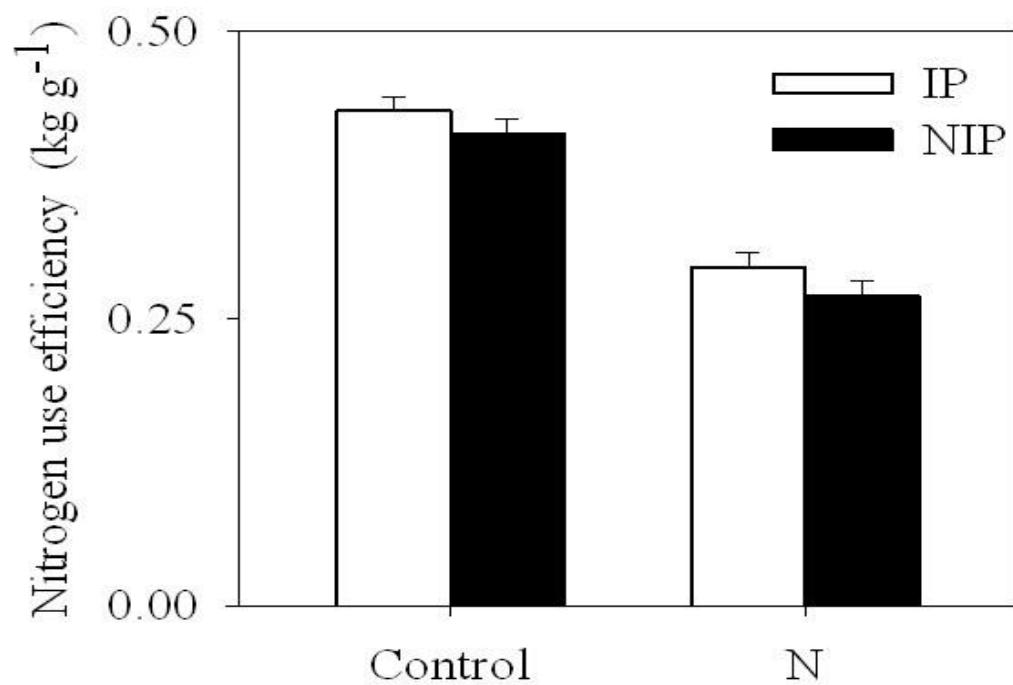
氮添加对入侵种和非入侵种的总节数、主枝节数、总茎长及节间长指标影响趋于较一致

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应



氮添加对入侵种和非入侵种的总叶面积和总生物量影响趋于较一致

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应



氮添加对入侵种和非入侵种的叶片氮利用率影响趋于较一致，

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-养分响应

- 氮添加对入侵种和非入侵种的总节数、主枝节数、总茎长、节间长、总叶面积和总生物量均有所增加。
- 氮添加对入侵种和非入侵种的叶片氮利用率均有所降低，但非入侵种降低的更多。
- 在由氮沉降引起的气候变化背景下，可能会改变外来入侵种的入侵性，从而对目前的植物群落格局可能影响会有一定的影响。

氮分配的进化假说

主要内容：

氮在入侵植物**光合机构**和天敌**防御系统**中的分配具有权衡关系，这种权衡关系可以对入侵地的**天敌缺乏**做出进化响应，即减少氮向防御系统的分配比例，降低防御能力，增加氮向光合机构的分配比例，**提高光合能力、光合氮利用效率等**，促进入侵

创新:

- 明确了资源是什么
氮 vs 生物量
- 明确了资源分配部位
光合机构 vs 生长
细胞壁和含氮化学防御物质 vs 防御
- 明确了氮分配的变化如何促进入侵
提高光合能力、氮利用效率等
- 区分了专性天敌和广谱天敌对假说的作用

验证实验

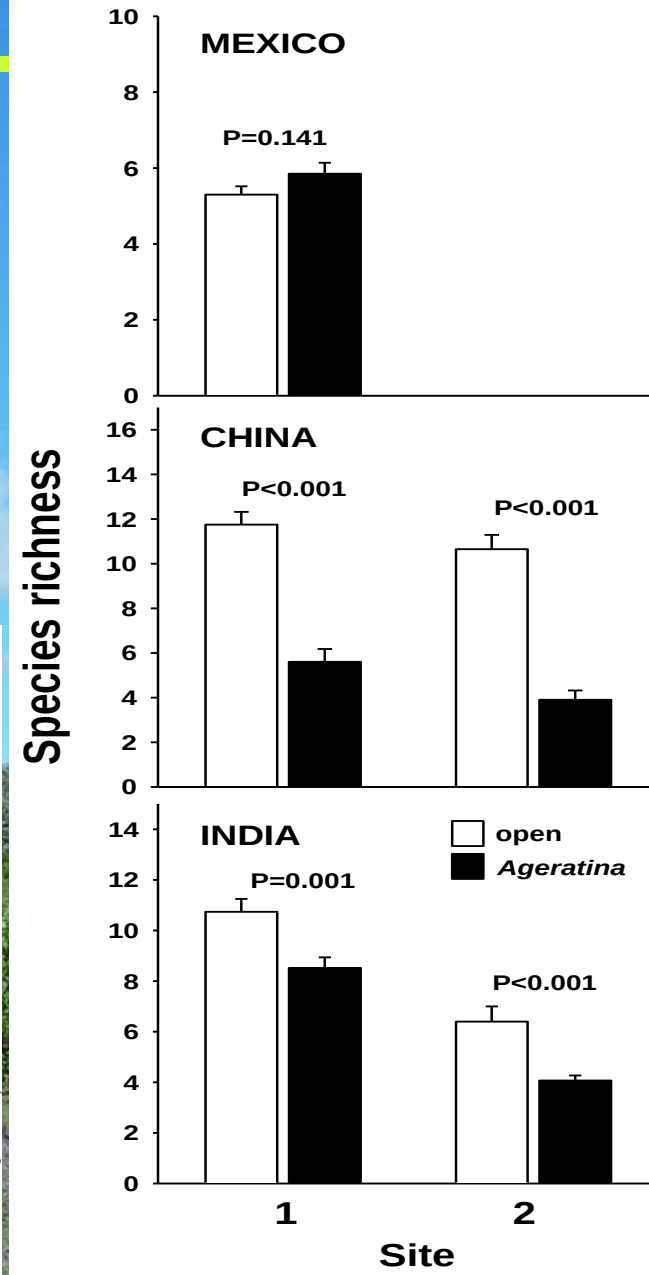
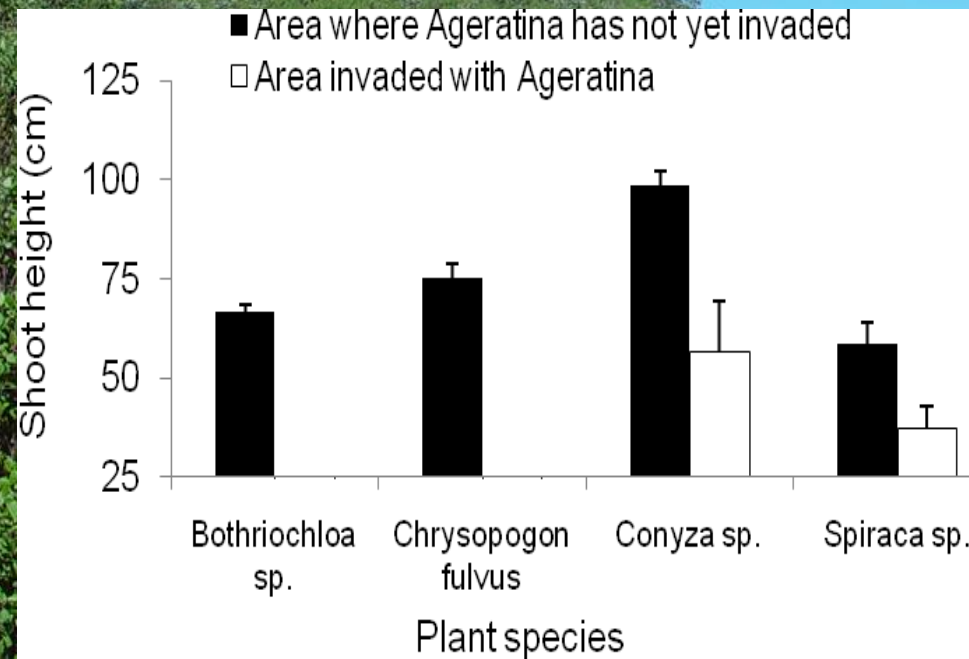
- Common garden experiments in XBTG
- Control experiments in Ailaoshan
- Common garden experiments in QJNU



紫茎泽兰

Inderjit et al. 2010, *Ecology*

50 - 70 cm in native range
80 - 100 cm in invasive ranges



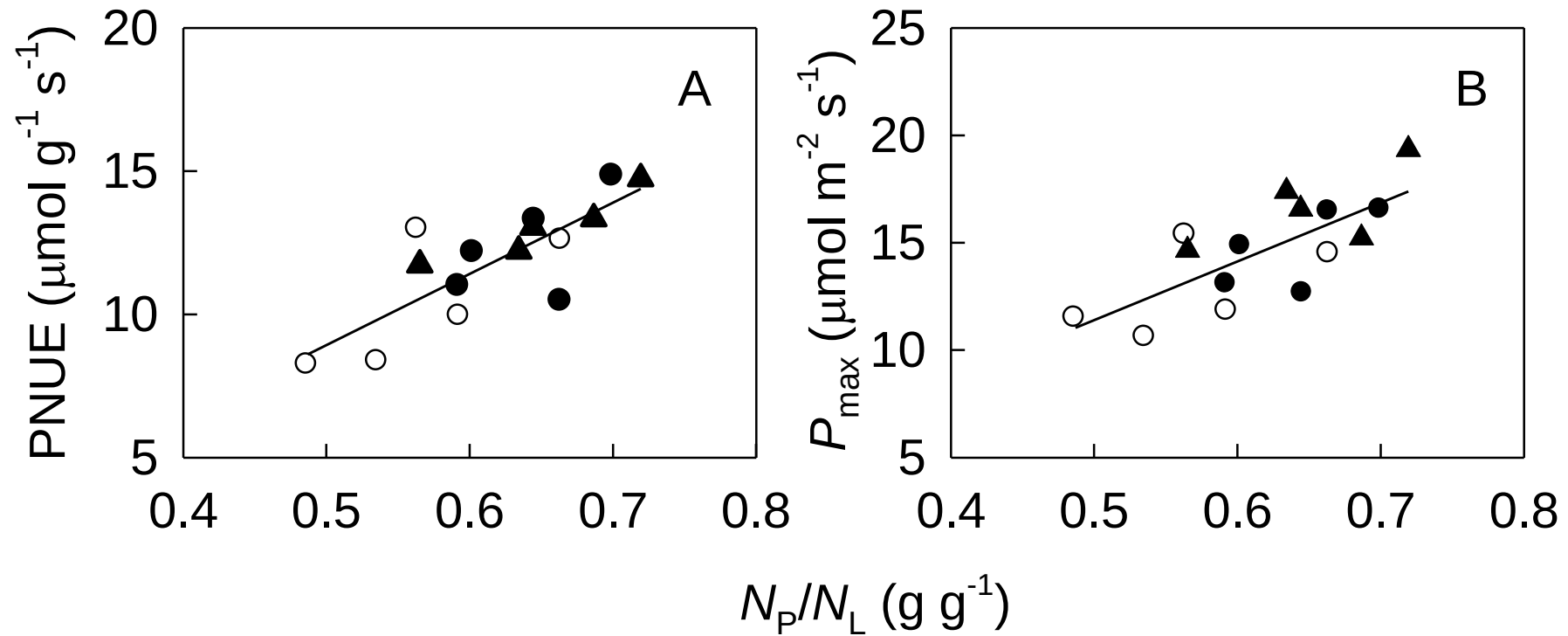
XTBG同质园实验——天敌少

相同环境下栽培、比较了紫茎泽兰

5个原产地墨西哥种群

5个入侵地印度种群

5个入侵地中国种群



Increased N allocation to photosynthesis in invasive populations contributes to increased PNUE and P_{max} , and therefore to invasiveness

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应



喜旱莲子草



刺花莲子草



莲子草

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应

喜旱莲子草在中国有两个野生同属种, 分别是外来种刺花莲子草(*A. pungens*)和土著种莲子草(*A. sessilis*)。

刺花莲子草原产南美洲, 目前已入侵到北美洲、澳大利亚及东南亚的温暖地区, 在我国主要分布在福建、云南、四川、海南等省份;

为害特点: 一般性杂草。花被片顶端变成刺后扎人, 伤害人畜。



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应

处理:



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应

处理:



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应

同质园实验结果表明,水分、营养、物种都显著影响生物量指标($P<0.01$),高水分和高养分都显著提高3种植物的生物量。其中,喜旱莲子草的生物量最大,刺花莲子草次之,莲子草最小。

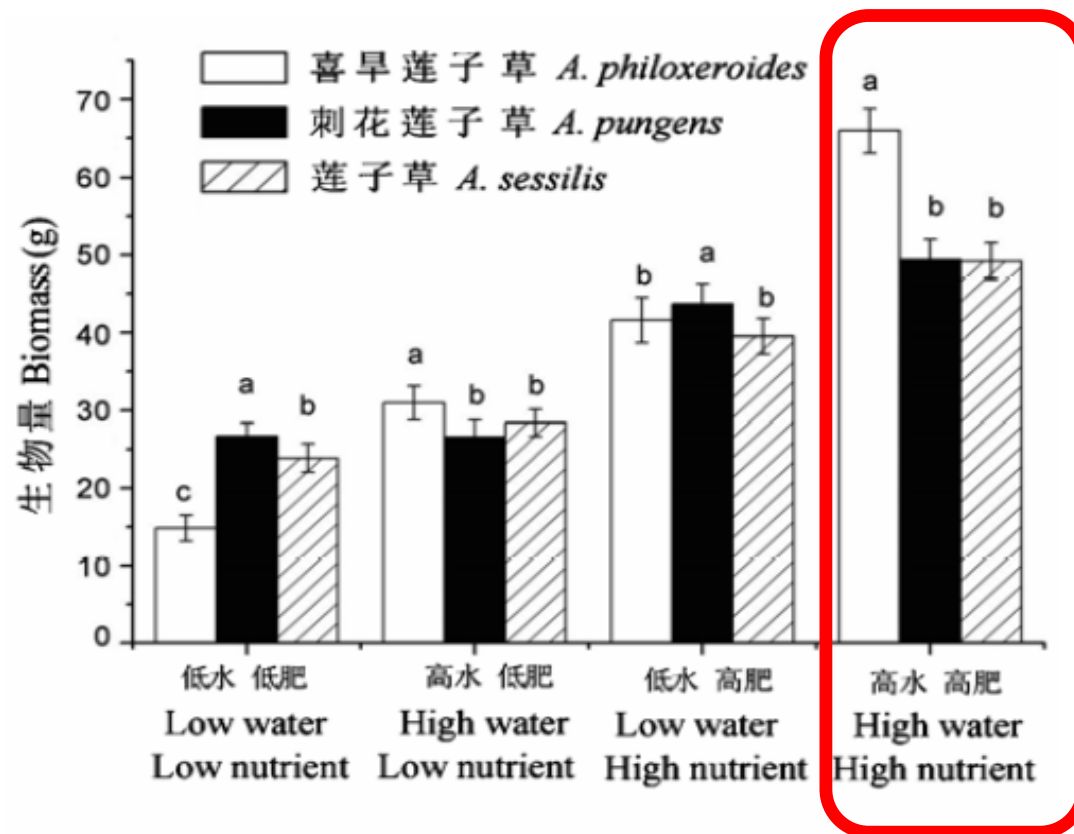


图1 不同土壤水分、营养条件下喜旱莲子草、刺花莲子草和莲子草3个物种的生物量。不同小写字母表示在同一土壤条件下物种之间差异显著($P<0.05$)。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应

在所有土壤条件下, **喜旱莲子草的比叶面积都显著高于其他两个物种**, 其次为刺花莲子草, 莲子草的比叶面积最小;

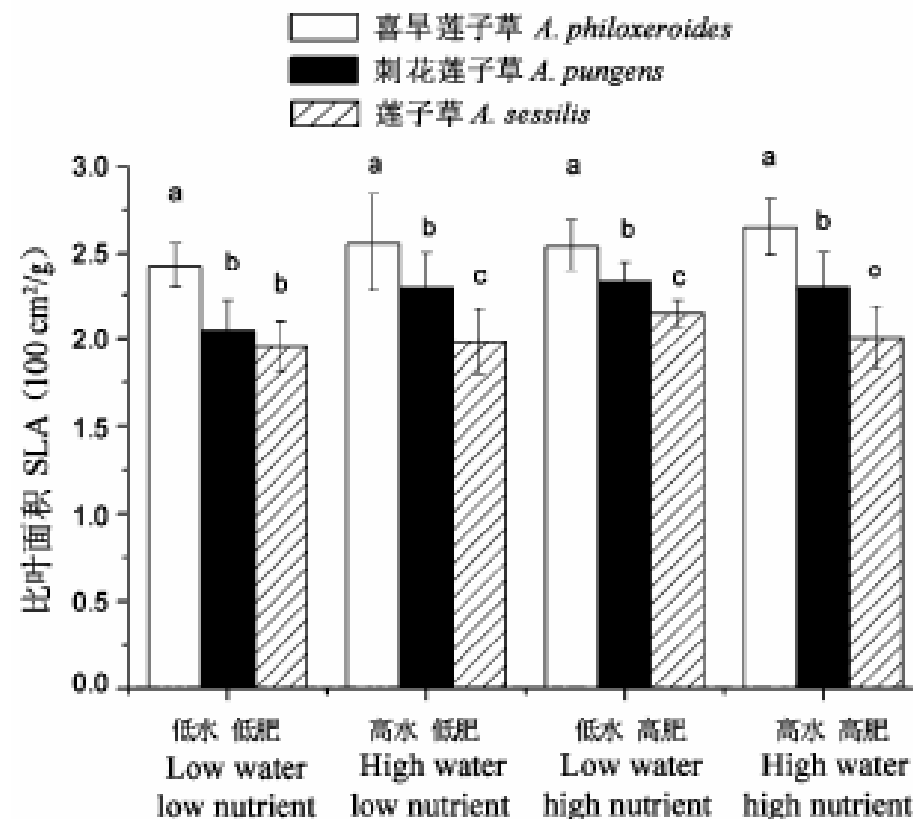


图3 不同土壤水分、营养条件下喜旱莲子草、刺花莲子草和莲子草3个物种的比叶面积。不同小写字母代表在同一土壤条件下物种之间差异显著($P < 0.05$)。

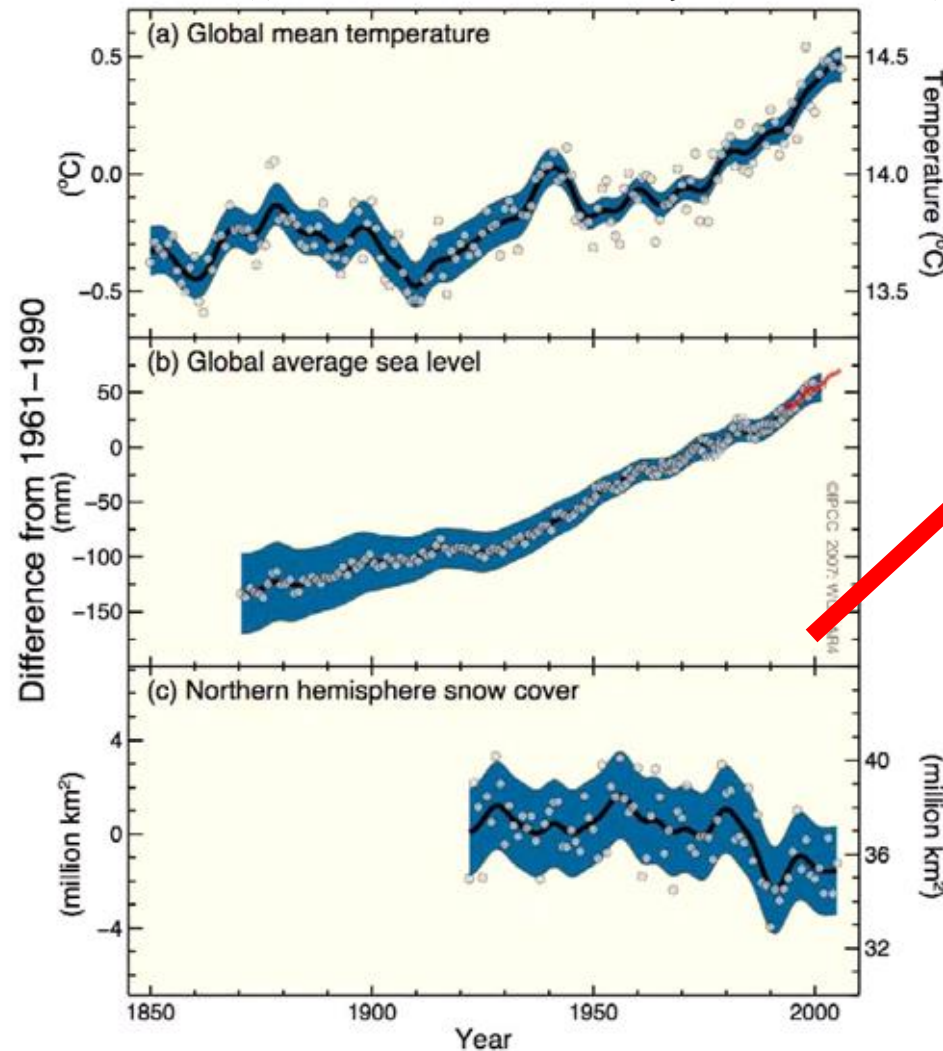
1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-水分响应

- 在高水高肥条件下, 喜旱莲子草的生物量要高于刺花莲子草和莲子草, 而在低水低肥条件下却不如这两个同属种; 弱入侵种刺花莲子草在低水条件下的生物量要高于强入侵种喜旱莲子草和土著种莲子草, **说明植物的入侵性受环境条件的影响。**
- 另外, 强入侵种喜旱莲子草形态学性状的可塑性较高, 在各种条件下都具有较高的**比叶面积**, 暗示这两个指标可作为莲子草属**外来植物入侵性的预测指标。**

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-温度，二氧化碳浓度响应

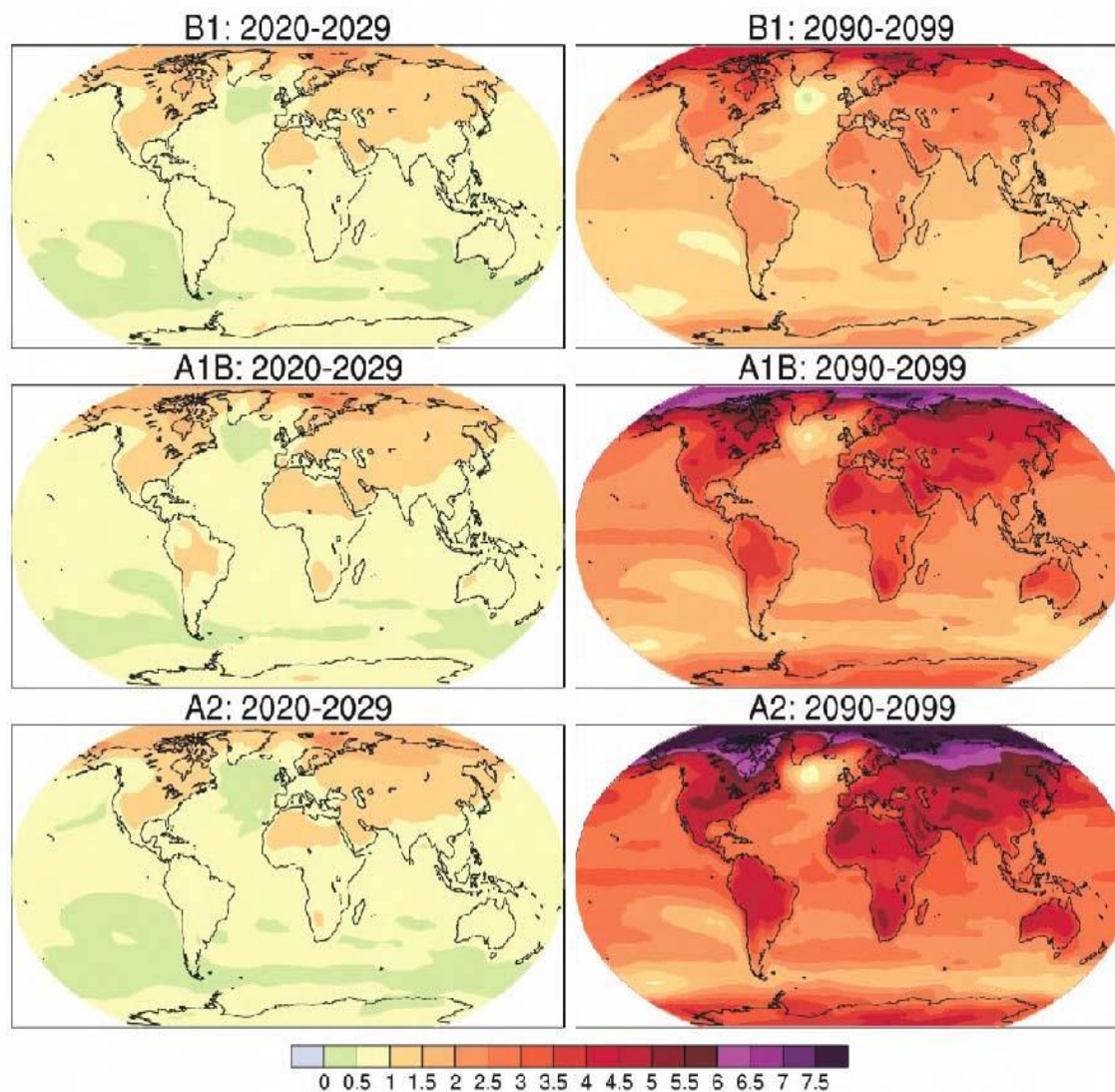


1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-温度，二氧化碳浓度响应



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-温度， 二氧化碳浓度响应

未来温度预测



题外话

希拉里竞选网页上推出相应版块回答问题。（网站截图）

然而，[美国共和党](#) 候选人唐纳德·特朗普不止一次表示他“不认为在地球气候改变进程中，人类起了很大作用”。三月举行的《华盛顿邮报》记者见面会上，他也再次否定了人类造成气候变化的说法，并指出人类真正应该担心的是核武器——影射当年冷战时期的“核寒冬”。



Donald J. Trump ✓
@realDonaldTrump

Follow

NBC News just called it the great freeze - coldest weather in years. Is our country still spending money on the GLOBAL WARMING HOAX?

7:48 AM - 26 Jan 2014

812 505

特朗普在社交网站上发表对全球气候变暖的看法：“难道说我国还在‘全球气候变暖’这个骗局上花钱吗？”（网站截图）

上一页

1

2

下一页

特朗普说气候变化是“中国骗局”，中国副外长如此回应

世界环境 2016-11-17 19:58:03  阅读(4338)  评论(9)

声明：本文由入驻搜狐公众平台的作者撰写，除搜狐官方账号外，观点仅代表作者本人，不代表搜狐立场。

[举报](#)

点击上方“世界环境”可订阅哦！

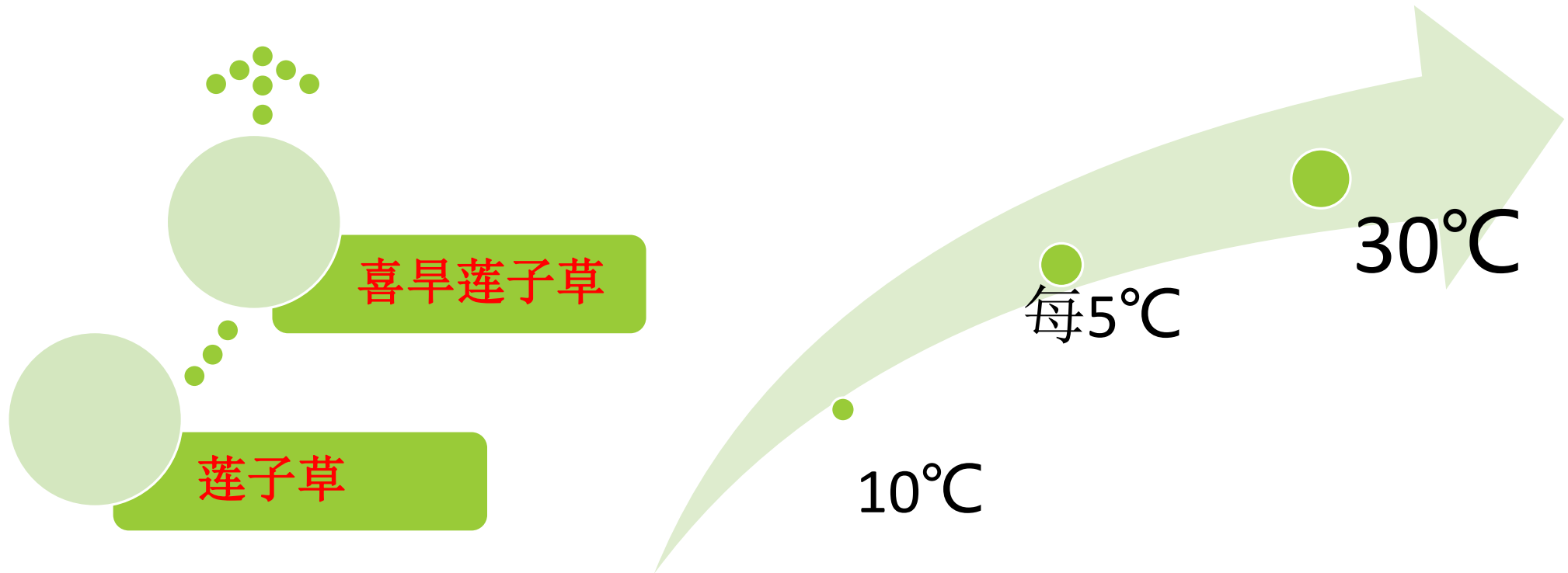
11月9日，美国共和党总统候选人唐纳德·特朗普赢得2016年美国总统大选的消息，撼动了COP22会场。特朗普一直以来都是“气候变化是阴谋论”观点的支持者，曾不止一次公开否认全球正在发生气候变化，并声称他将在当选后百日之内，让美国退出2015年签署的《巴黎协定》。

问题来了

若存在全球气候变化，对入侵种的影响

大家讨论

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-温度响应



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-温度响应

在不同处理温度下，从15℃开始，**喜旱莲子草**主茎的生长速率就显著高于**莲子草**，且随着温度的升高呈线性增高，显示出较快速生长的特性。本土种莲子草的主茎生长速率在20℃以后就不再增加。

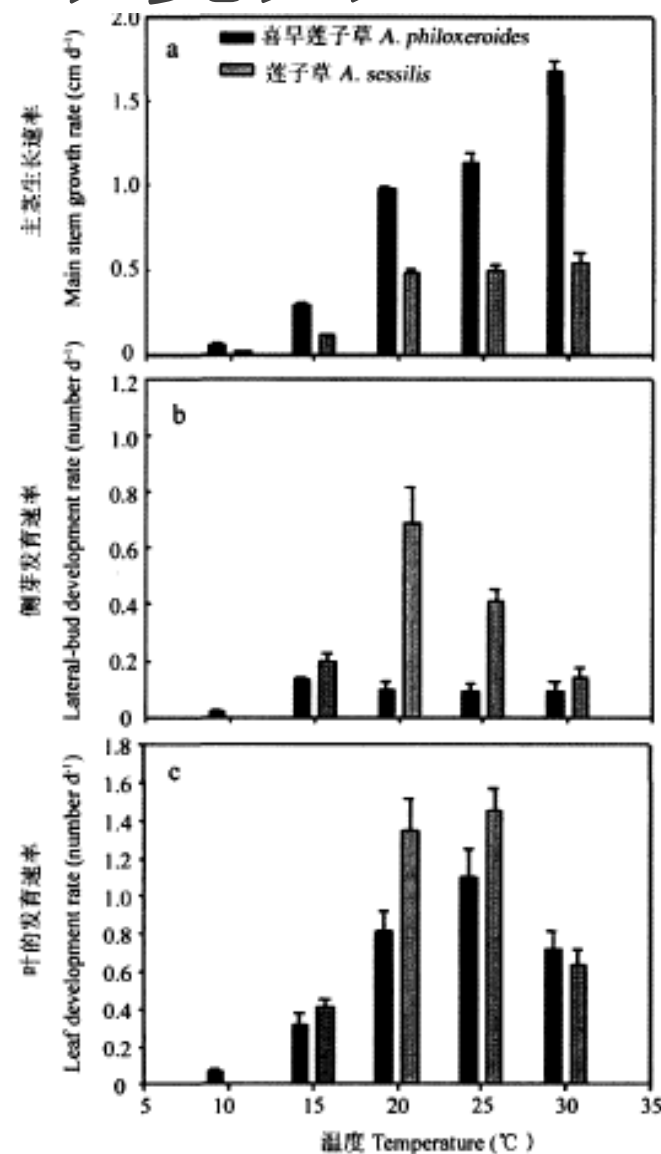


图1 不同温度下主茎、侧芽和叶24 d内的平均生长速率

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应-温度响应

各处理温度下喜旱莲子草的最大净光合速率都高于莲子草。

表明入侵种喜旱莲子草比本土种莲子草具有更宽的温度适应范围、更强的光合能力以及主茎快速生长的特征。这些特征使喜旱莲子草比本地种具有更强的竞争力。

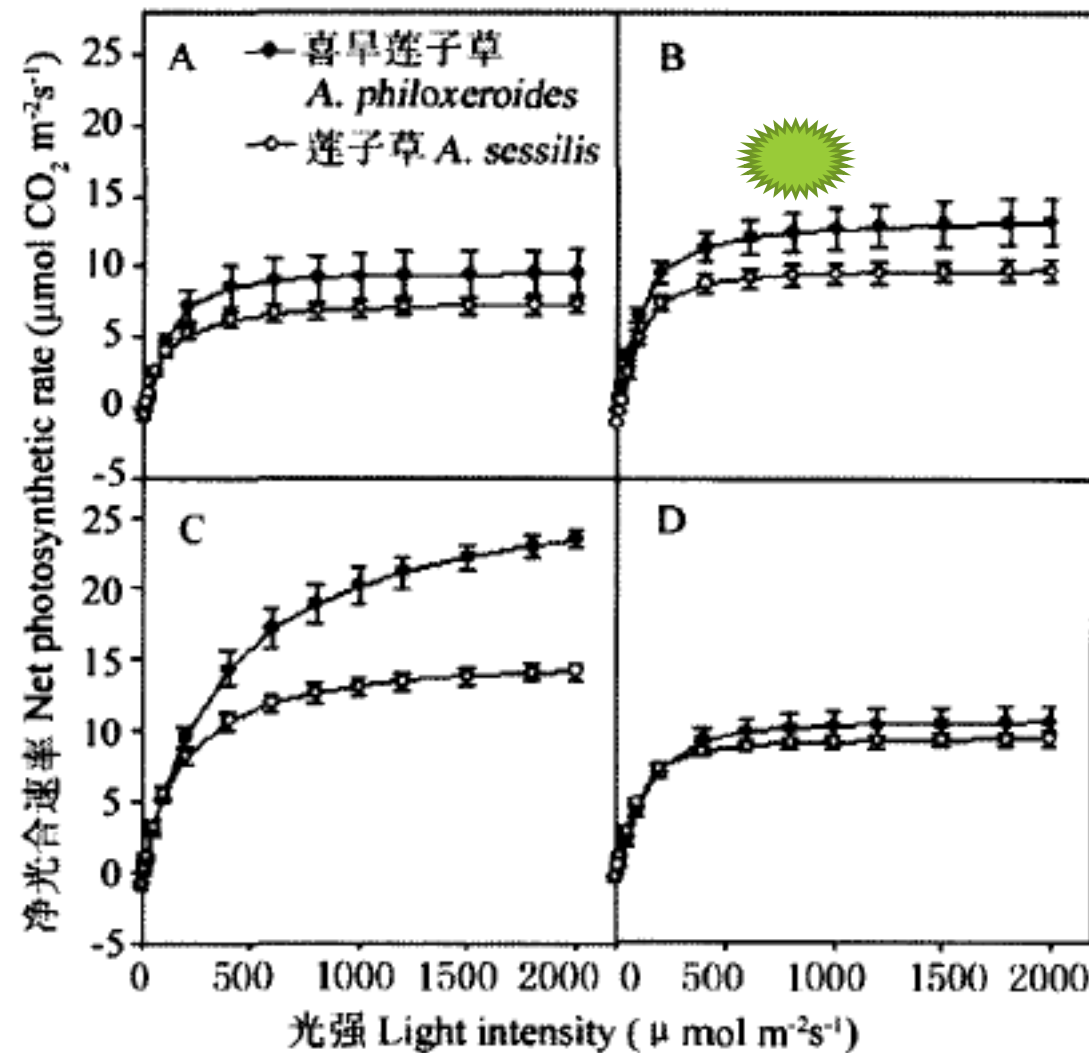
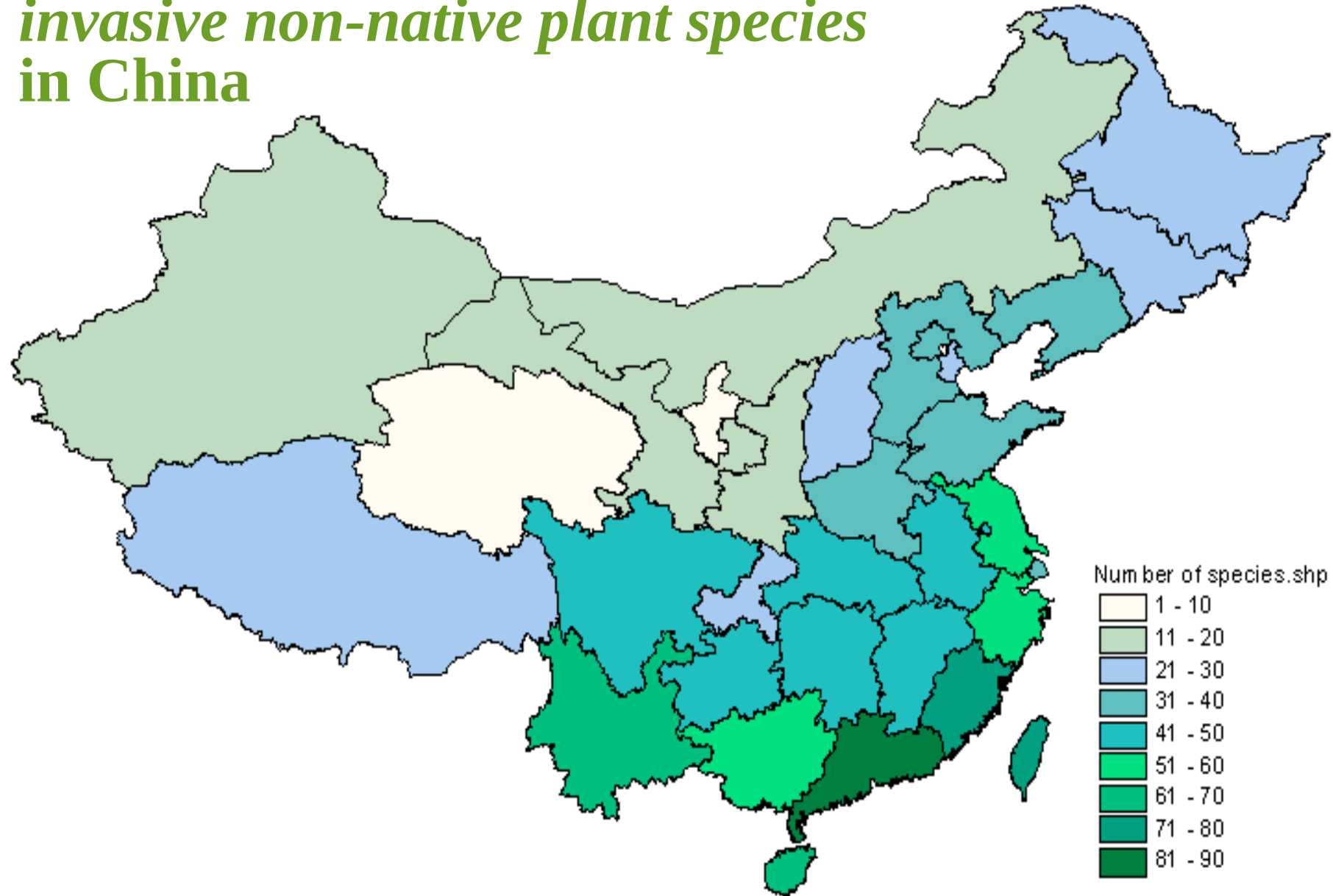


图2 喜旱莲子草和莲子草在 15°C(A)、20°C(B)、25°C(C)、30°C(D)下的光响应曲线

Provincial distribution of 126 *invasive non-native plant species* in China



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-温度响应

为何大多分布在南方？

生态幅比较广

最高温度

最低温度

最适温度

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应

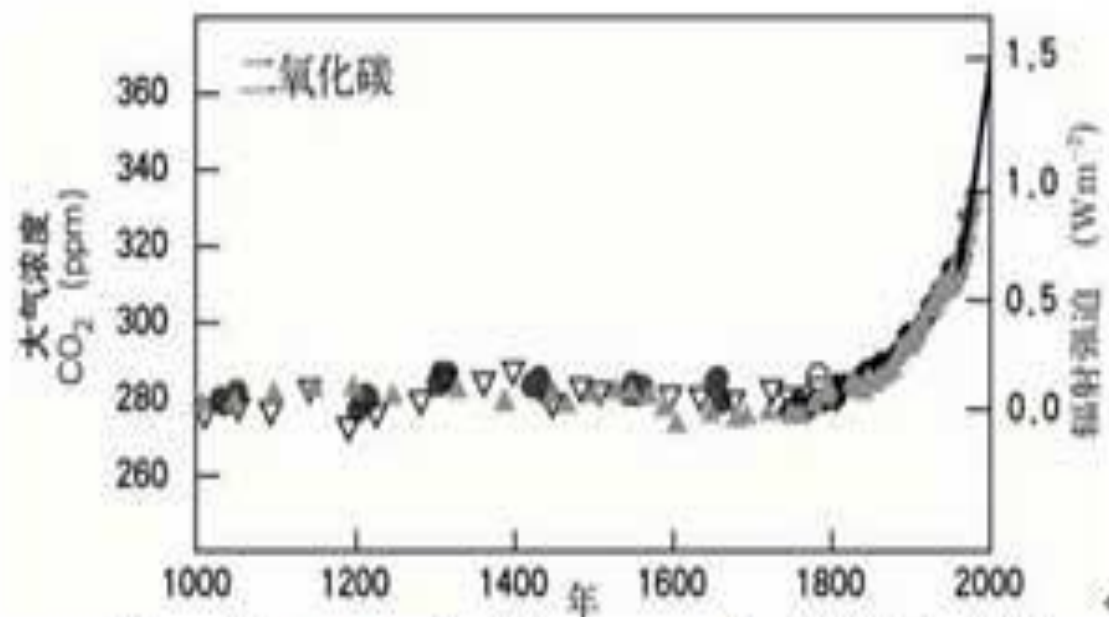
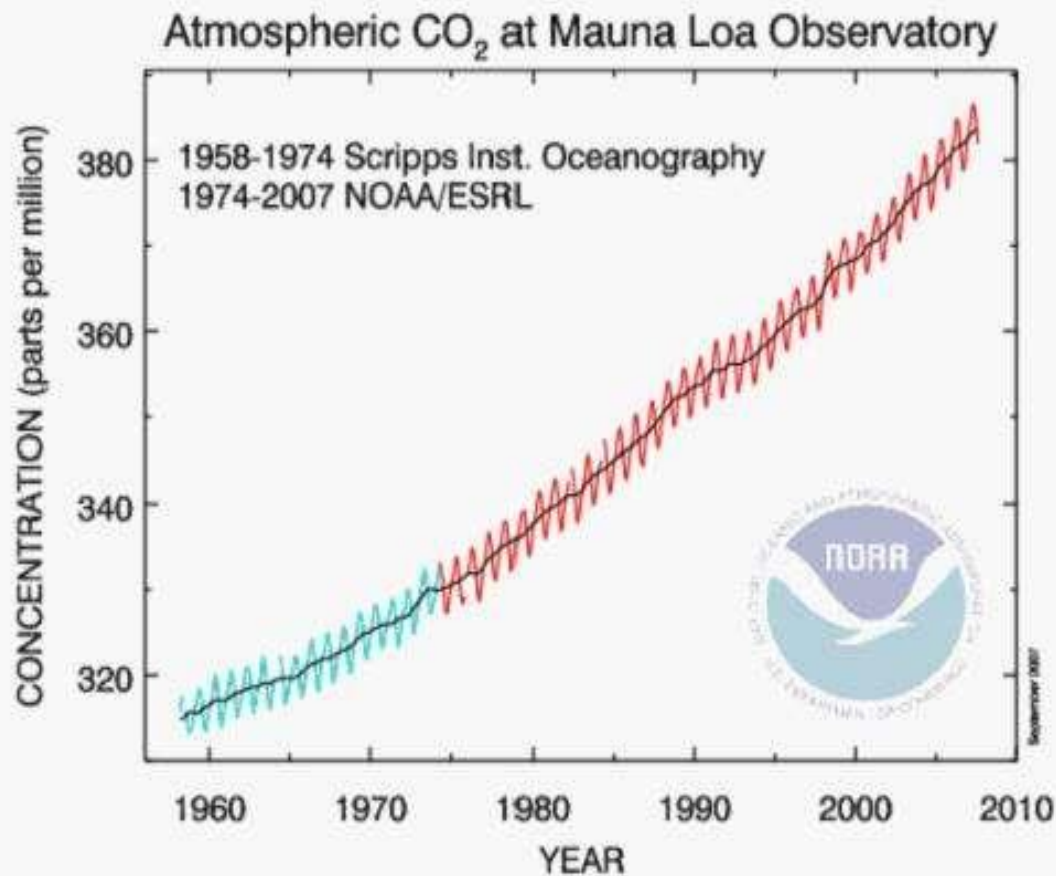


图 2 近 1000 年大气中 CO₂ 气体浓度变化

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应 -二氧化碳浓度升高响应



入侵种、本土种响应有差异

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应

飞机草

为菊科多年生草本或亚灌木,原产美洲,是世界很多热带和亚热带地区的重要入侵种。

在我国,飞机草主要分布于海南、广州、广西、云南、台湾、香港和澳门等南部地区,

对当地生态环境、社会经济等造成了严重危害



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应

异叶泽兰

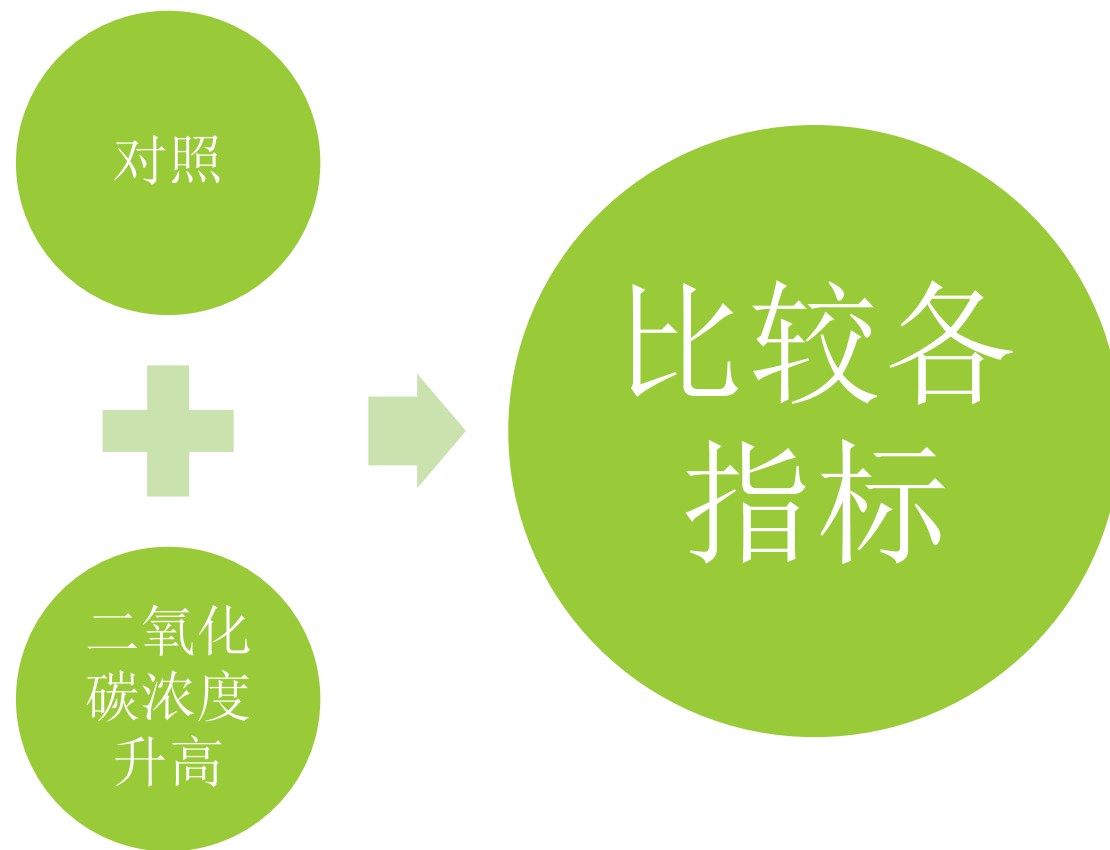
为菊科多年生草本或亚灌木,原产我国西南部,主要生于山坡林下、林缘、草地及河谷中,是飞机草的本地近缘种。

分布区重叠、生态特性相似、亲缘关系相近的入侵植物和本地植物间的比较研究是评价和预测外来植物入侵潜力和机制的重要方法。



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应



1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应

无论在高还是低CO₂ 浓度下, 飞机草的株高、基径、总叶面积(对照除外)和叶根比都显著高于异叶泽兰,而飞机草的分枝数和SLA 显著低于异叶泽兰的(图1)。

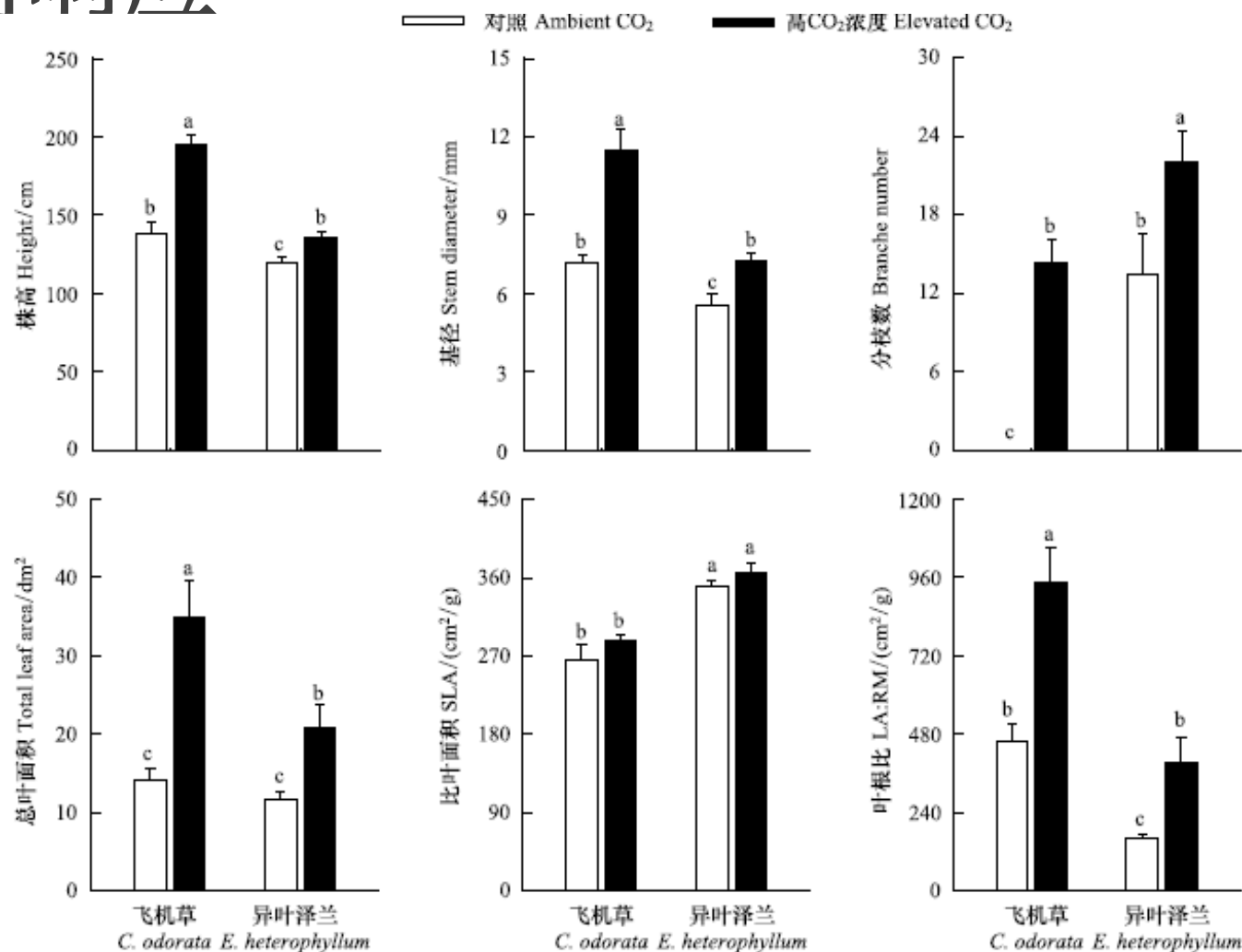
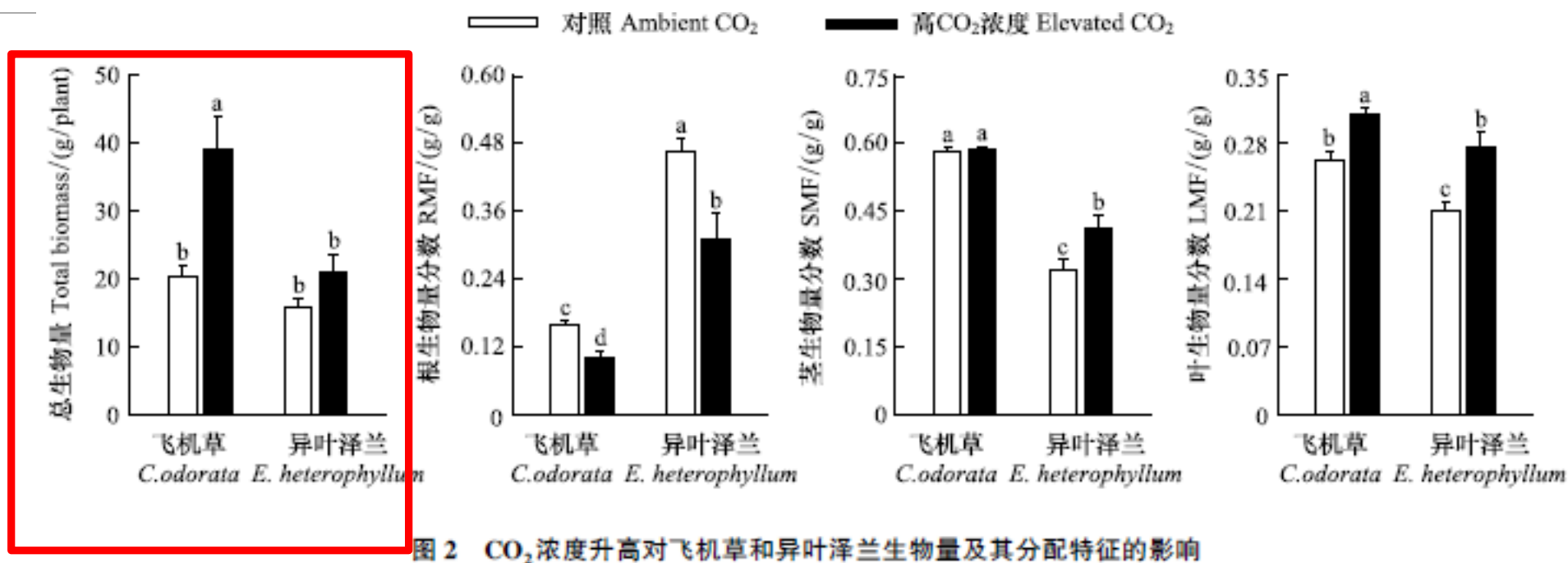


图1 CO₂浓度升高对飞机草和异叶泽兰生长和形态参数的影响

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应



CO₂浓度升高,飞机草和异叶泽兰的总生物量分别增加了92.03%和31.95%,大气CO₂浓度升高对飞机草生长的促进作用显著大于对异叶泽兰生长的促进作用。

1.2 入侵种的生理生态特性对环境因子的响应

-二氧化碳浓度升高响应

表 2 CO₂浓度升高对飞机草和异叶泽兰光合特性的影响

Table 2 Effects of CO₂ enrichment on photosynthetic traits in invasive *Chromolaena odorata* and native *Eupatorium heterophyllum*

种 Species	CO ₂ 浓度 [CO ₂]	净光合速率 <i>P</i> _{max}	蒸腾速率 <i>T</i> _r	气孔导度 <i>g</i> _s	水分利用效率 WUE
飞机草 <i>C. odorata</i>	350	7.85±0.27b	3.09±0.23	0.26±0.02a	2.58±0.16b
	700	10.17±0.73a	2.46±0.34	0.15±0.02b	4.31±0.37a
异叶泽兰 <i>E. heterophyllum</i>	350	7.03±0.61b	2.89±0.30	0.18±0.02b	2.45±0.08b
	700	12.25±0.82a	3.19±0.28	0.15±0.02b	3.89±0.22a

表中数据为 5 次测定的平均值±1 个标准误差,不同字母表示物种或处理间差异显著; CO₂ 浓度[CO₂], CO₂ concentration in μmol/mol; 净光合速率 *P*_{max}, net photosynthetic rate in μmol m⁻² s⁻¹; 蒸腾速率 *T*_r, transpiration rate in mmol m⁻² s⁻¹; 气孔导度 *g*_s, stomatal conductance in mol m⁻² s⁻¹; 水分利用效率 WUE, photosynthetic water-use efficiency in μmol/mmol

预测在未来大气CO₂浓度升高的情况下,飞机草的入侵性可能增强,入侵危害可能加剧

小结

入侵种的生物学特点

入侵种的生理特点

生物生理特点对环境因子的响应

小结

与本土物种相比：

- 入侵种在叶片水平上和植株水平上具有生理和生态学上的优势，如高的光合速率，叶面积比，高的氮和水平利用效率，高的比叶面积，低代谢成本。但是这个问题也有一些相反的报道，主要由于研究问题的复杂性造成的。
- 多数研究表明，当资源环境水平高时外来种的表现优于本土种，利于外来植物入侵；



环境因素比较复杂，造成这个问题仍被研究

思考

入侵种在本土安分守己，为何入侵地却如此膨胀？自我本身发生了什么？