

不同温度对七种外来杂草生理指标的影响及其适应意义

郭水良^{1,2}, 方芳¹, 强胜³

(1. 浙江师范大学生命与环境科学学院, 浙江金华 321004; 2. 上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200062; 3. 南京农业大学杂草研究室, 南京 210095)

摘要: 加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)、小飞蓬(*Conyza canadensis*)、野塘蒿(*Conyza bonarinsis*)、钻形紫菀(*Aster subulatus*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、马缨丹(*Lantana camara*)和金鸡菊(*Coreopsis lanceolata*)是我国东南地区有分布的 7 种外来杂草。测定了 38 °C、25 °C 和 5 °C 处理下它们的可溶性糖、脯氨酸、丙二醛含量和过氧化物酶活性。结果表明, 7 种杂草对高温的耐受能力, 由大到小分别为野塘蒿、小飞蓬、钻形紫菀、加拿大一枝黄花、马缨丹、一年蓬和金鸡菊, 对低温的耐受能力, 由大到小则分别为野塘蒿、小飞蓬、马缨丹、一年蓬、钻形紫菀、加拿大一枝黄花和金鸡菊。分析了四种生理指标变化的生态适应意义。

关键词: 外来杂草; 生理指标; 温度胁迫

中图分类号: Q944.54 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2003)01-0073-04

Influences of temperature on physiological indices of seven exotic weeds and their adaptive significance

GUO Shui-liang¹, FANG Fang¹, QIANG Sheng²

(1. College of Life and Environmental Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China; 2. College of Life and Environmental Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200062, China; 3. Weed Research Laboratory, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: *Solidago canadensis*, *Conyza canadensis*, *Conyza bonarinsis*, *Aster subulatus*, *Erigeron annuus*, *Lantana camara* and *Coreopsis lanceolata* are seven exotic weeds from America. The concentrations of soluble sugar, proline and malonaldehyde(MDA) as well as activity of POD of these seven weeds were tested under 5 °C, 25 °C and 38 °C temperature respectively. The MDA changes of the exotic weeds indicated that their resistance to high temperature of 38 °C ranked as *Conyza bonarinsis*, *Conyza canadensis*, *Aster subulatus*, *Solidago Canadensis*, *Lantana camara*, *Erigeron annuus* and *Coreopsis lanceolata*, while those to low temperature of 5 °C ranked as *Conyza bonarinsis*, *Conyza canadensis*, *Lantana camara*, *Erigeron annuus*, *Aster subulatus*, *Solidago canadensis* and *Coreopsis lanceolata*. The ecological adaptation significance of the changes of these four physiological indices was also discussed.

Key words: exotic weeds; physiological indices; temperature stress.

小飞蓬(*Conyza canadensis*)、野塘蒿(*Conyza bonariensis*)、钻形紫菀(*Aster subulatus*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)、金鸡菊(*Coreopsis lanceolata*)和马缨丹(*Lantana camara*)起源于境外^[1,2],目前在我国境内有分布,其中前5种是我国东南地区常见的外来杂草,金鸡菊和马缨丹在我国东南作为花卉栽培,在我国东南和南部地区有其逸生种群^[3,4]。外来杂草入侵是导致生物多样性丧失的主要原因之一,威胁着当地的生态环境和经济发展。外来种入侵已引起人们的普遍关注,是生物多样性保育研究的一个热点问题。因此,对我国境内外来入侵植物开展生理生态学研究,具有理论和实践意义。目前国内还很少见有关于外来杂草逆境生理方面的研究报道。本文通过研究这7种外来杂草在温度胁迫下可溶性糖、脯氨酸、丙二醛含量以及过氧化物酶活性的变化,旨在揭示它们对温度的适应特点,为预测这些外来杂草在我国今后可能的分布区域提供科学依据,丰富杂草生态学的研究内容。

1 材料和方法

取自然条件下生长良好的植株移栽到营养盆中,成活后备用。把盆栽的植株分别放入5℃、25℃和38℃的光照培养箱中培养,60 h后取样叶进行生理测定,每个处理重复3次,测定时植株均处于营养生长期。

可溶性糖含量和过氧化物酶活性的测定按张志刚的方法^[5],脯氨酸参照张殿忠等的方法^[6],丙二醛按上海植物生理研究所的方法测定^[7]。

2 结果与分析

2.1 不同温度下杂草的生理指标值

对野塘蒿等7种外来杂草在5℃、25℃、38℃处理下4种生理指标的测定结果见表1,与对照(25℃)处理相比,四种生理指标在5℃、38℃下的变化情况见表2。4种生理指标间的相关性见表3。

3 结果分析

逆境条件下植物体积累脯氨酸具有一定的普遍性。关于逆境条件下植物体内脯氨酸积累的生理意

义,目前仍存在较大的分歧。一种观点认为,脯氨酸是一种植物渗透调节剂、膜和酶的保护物质以及自由基清除剂等而对植物起保护作用,逆境条件下抗逆性强的植物能够积累较多的脯氨酸,脯氨酸可作为植物抗逆性强弱的一个指标;但又有不少学者持相反的观点^[8]。脯氨酸与丙二醛在积累上的相关性也说明脯氨酸积累量的多少既可以看作是植物体受环境胁迫的大小和受损伤的程度,也说明此时的环境条件偏离了植物的适宜生长温度。也可能存在这样一种情况,逆境条件下植物体内积累脯氨酸本身是一种伤害现象,但脯氨酸的积累又有一定的保护作用,考虑到脯氨酸积累与MDA积累上的相关性,脯氨酸宜作为一种伤害指标。

高温和低温胁迫下7种杂草的脯氨酸含量均增加,但是,在38℃高温下,杂草体内的脯氨酸积累比5℃低温下的积累更多,说明38℃高温下对这7种杂草的伤害作用更强;而且高温胁迫下,植株表现出叶片变黄、萎蔫等症状,说明高温下脯氨酸积累是一种伤害现象;4个生理指标中,脯氨酸与丙二醛积累具有统计学意义的正相关关系(表2)。

高温处理下,加拿大一枝黄花和钻形紫菀叶片内的可溶性糖比对照的下降,这可能是它们处于温度补偿点以上,呼吸作用大于光合作用,消耗了贮存的糖类有关,其它5种杂草在高温下表现出可溶性糖的积累,说明在高温条件下杂草体内可溶性糖的积累也是其植株对逆境的一种适应。

过氧化物酶是活性氧清除酶系统的重要保护酶之一。植物体内存在着2种过氧化物酶机制,一种是在遇到逆境或衰老初期,表现为保护效应;另一种是在逆境后期或衰老后期,表现为伤害效应,不同作物所含过氧化物酶机制可能不同,有些可能只含一种机制。在逆境条件下,植物体内自由基产生增加,其结果一方面诱导酶活性的升高,但同时,这些自由基又可直接攻击生物大分子,使酶活性丧失,尤其是与清除自由基活性氧有关的过氧化物酶^[9],因此表现在环境越恶劣,酶活性越低。在高温条件下,除金鸡菊外,其余6种外来杂草的POD活性比对照的下降,说明38℃的高温对多数杂草有较强伤害作用。在低温条件下,加拿大一枝黄花、野塘蒿、小飞蓬、马缨丹的POD活性增加,而金鸡菊、一年蓬和钻形紫菀的POD活性下降,可能是不同杂草中的过氧化物酶机制不同,对于前四种杂草来讲,过氧化物酶对低温伤害具有较强的保护作用,而后三者可能是处于

逆境后期,表现为伤害效应。

丙二醛的积累来自不饱和脂肪酸的降解,它的生成是由体内自由基引发而产生的,丙二醛的积累能够反映植物体内自由基的活动状况^[9],因此,在植物逆境生理研究中,丙二醛被普遍地作为一种伤害指标。在 7 种杂草中,除野塘蒿外,其余 6 种杂草均是 38℃ 高温下丙二醛的积累量高于 5℃ 低温下的积累,表现出 38℃ 高温对杂草的伤害作用更为明显;而野塘蒿在 38℃ 高温下,其丙二醛含量比对照下的更低,说明该种杂草比较耐高温。这与野塘蒿原产于热带美洲,与其长期对热带环境的适应有

关。仅从丙二醛的指标变化幅度来分析,7 种杂草对高温的耐受能力,由大到小分别为野塘蒿、小飞蓬、钻形紫菀、加拿大一枝黄花、马缨丹、一年蓬和金鸡菊,对低温的耐受能力,由大到小则分别为:野塘蒿、小飞蓬、马缨丹、一年蓬、钻形紫菀、加拿大一枝黄花和金鸡菊。

杂草对温度的这种适应关系,也与它们的分布有一定的联系。野塘蒿、小飞蓬的关系较近,两者形态也较为接近,是我国境内分布很广的外来杂草,它们不仅见于田埂路边、住宅四周、公路两旁、弃耕农田,也见于相对干燥的夏熟作物田,均为一年生杂

表 1 5℃、25℃ 和 38℃ 下七种杂草的四种生理指标
Table 1 Four physiological indices of seven exotic weeds in 5℃, 25℃ and 38℃

杂草种类 Weed species	处理 Treatment	可溶性糖 % Soluble sugar %	脯氨酸 Proline ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}$)	过氧化物酶 POD ($\Delta\text{OD}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}$)	丙二醛 MDA ($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}$)
加拿大一枝黄花 <i>Solidago canadensis</i>	5℃	1.24(0.08)	53.80(6.19)	2.80(0.19)	7.35(0.27)
	25℃	1.09(0.01)	15.00(2.11)	2.70(0.05)	5.29(0.10)
	38℃	0.61(0.04)	116.12(13.68)	2.18(0.08)	7.86(0.28)
	差异显著性	F=81.69	F=67.89	F=14.29	F=67.99
	Significance	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01
小飞蓬 <i>Conyza canadensis</i>	5℃	2.28(0.02)	15.50(2.33)	2.54(0.17)	8.25(0.05)
	25℃	1.28(0.06)	14.40(5.30)	2.12(0.26)	7.89(0.17)
	38℃	1.56(0.04)	37.90(7.51)	1.76(0.27)	8.92(0.44)
	差异显著性	F=284.62	F=8.24	F=5.54	F=8.05
	Significance	P<0.01	P<0.05	P<0.05	P<0.05
野塘蒿 <i>Conyza bonarinsis</i>	5℃	1.35(0.13)	18.80(0.37)	5.07(0.33)	7.56(0.13)
	25℃	0.40(0.14)	11.83(0.14)	4.00(1.20)	7.41(0.52)
	38℃	0.44(0.01)	50.62(2.64)	2.64(0.42)	6.63(0.14)
	差异显著性	F=47.14	F=348.45	F=5.21	F=4.86
	Significance	P<0.01	P<0.01	P<0.05	P<0.05
钻形紫菀 <i>Aster sublatus</i>	5℃	0.87(0.14)	9.93(4.60)	1.35(0.13)	5.68(1.00)
	25℃	0.43(0.02)	9.90(3.43)	1.68(0.16)	4.60(0.33)
	38℃	0.41(0.02)	52.35(9.84)	1.26(0.06)	6.09(0.53)
	差异显著性	F=20.96	F=27.12	F=1.26	F=2.59
	Significance	P<0.01	P<0.01	P>0.05	P>0.05
一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	5℃	1.94(0.04)	13.09(2.83)	9.63(0.66)	9.50(1.92)
	25℃	1.31(0.12)	40.64(7.07)	10.12(2.09)	8.54(0.49)
	38℃	1.57(0.14)	106.16(7.49)	4.90(0.64)	20.71(7.88)
	差异显著性	F=16.81	F=105.49	F=9.35	F=4.16
	Significance	P<0.01	P<0.01	P<0.05	P>0.05
马缨丹 <i>Lantana camara</i>	5℃	2.49(0.21)	59.14(4.68)	5.07(0.86)	15.69(0.16)
	25℃	0.63(0.01)	40.82(4.13)	2.67(0.06)	14.20(0.95)
	38℃	1.42(0.06)	61.73(1.79)	2.29(0.01)	25.35(0.28)
	差异显著性	F=117.28	F=18.40	F=14.41	F=219.41
	Significance	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01
金鸡菊 <i>Coreopsis lanceolata</i>	5℃	1.16(0.07)	26.55(9.67)	6.07(0.62)	6.35(0.14)
	25℃	0.64(0.01)	23.99(2.12)	10.99(2.76)	4.38(0.66)
	38℃	0.91(0.28)	51.12(8.15)	14.96(0.51)	20.52(2.83)
	差异显著性	F=5.13	F=8.19	F=14.42	F=54.72
	Significance	P<0.05	P<0.05	P<0.01	P<0.01

注：括号内数据为标准差
Note: The data in the brackets are standard deviation

表 2 四种生理指标间的相关系数

Table 2 Correlation coefficients among four physiological indices

	可溶性糖 Soluble sugar	脯氨酸 Proline	过氧化物酶 POD
脯氨酸 Proline	-0.004	—	—
过氧化物酶 POD	0.172	-0.249	—
丙二醛 MDA	0.342	0.509 *	-0.021

* : 在 $\alpha=0.05$ 水平上达到显著相关 * : Significant correlations at the level $p<0.05$

草,它们在我国中亚热带地区发生时期较早,而花果期又较迟,常在 7~10 月间,因此,表现出同时对低

温和高温胁迫较强的抗性,有较广的温度适应范围。在分类上,一年蓬与小飞蓬、野塘蒿的亲缘关系较近,三者形态也较为接近,但是,一年蓬在我国亚热带中部地区是越年生杂草,故对低温胁迫有较强的抗性,该种花期也较小飞蓬和野塘蒿早,一般在 7~8 月份高温季节植株多出现枯黄现象。一年蓬在高温下丙二醛的积累远高于低温下的积累,同样表明该种不耐高温胁迫。马缨丹虽然原产热带美洲,金华地区分布的马缨丹植株在低温处理下,植株内丙二醛的变化也不大,与一年蓬近似。因此,马缨丹的逸生种群也有可能在我国亚热带地区进一步扩展。

表 3 七种杂草在 5℃ 和 38℃ 下体内生理指标变化(%)

Table 3 Changes of physiological indices of the seven weed species in stress of 5℃ and 38℃(%)

杂草种类 Weed species	处理温度 Temperature	可溶性糖 Soluble sugar	脯氨酸 Proline	过氧化物酶 POD	丙二醛 MDA
加拿大一枝黄花	5℃	13.57	258.69	3.70	39.13
<i>Solidago canadensis</i>	38℃	-44.45	674.14	-19.26	48.78
小飞蓬	5℃	77.51	7.62	19.81	4.48
<i>Conyza canadensis</i>	38℃	22.26	163.13	-16.98	13.01
野塘蒿	5℃	235.66	58.90	32.50	2.01
<i>Conyxa bonarinsis</i>	38℃	10.72	323.19	-34.00	-10.57
钻形紫菀	5℃	103.26	0.38	-25.00	23.63
<i>Aster sublatus</i>	38℃	-5.13	429.06	-25.00	32.42
一年蓬	5℃	48.32	28.41	-50.65	11.26
<i>Erigeron annuus</i>	38℃	20.44	975.46	-73.62	142.59
马缨丹	5℃	298.56	44.88	98.53	10.49
<i>Lantana camara</i>	38℃	127.52	51.20	-16.18	78.52
金鸡菊	5℃	82.16	10.65	-37.72	45.10
<i>Coreopsis lanceolata</i>	38℃	42.25	113.08	-41.15	368.91

注:表中数据为 $100\times(5℃或38℃时生理指标-25℃时生理指标)/25℃时生理指标(%)$ 。
Note: Data in the table are calculated as $100\times(\text{physiological index values at } 5℃\text{ or } 38℃-\text{physiological index values at } 25℃)/\text{physiological index values at } 25℃(%)$.

就丙二醛的变化来讲,钻形紫菀和加拿大一枝黄花对温度的反应相对比较接近,两者均原产于北美,其中钻形紫菀是我国境内的一种极为常见的外来杂草。加拿大一枝黄花在上世纪 70 年代作为庭园花卉引种栽培于我国沪、宁一带,现在该种已归化。初步调查表明,加拿大一枝黄花分布于沪宁线、沪杭线、浙赣铁沿线地区及浙江台州等地区,多见于路边、田埂、住宅四周和疏林果园等生境。该外来入侵植物种群很纯,单优势种群面积可达几十至百余亩,植株粗壮,多数高达 2 m,表现出极强的竞争优势,呈现进一步扩散的态势。由于加拿大一枝黄花对温度胁迫,特别是对低温胁迫的反应与钻形紫菀相近,因此,该种也非常有可能在我国亚热带、温带地区进一步的扩散并造成危害。与其它杂草相比,

金鸡菊仅在个别地区有逸生现象,它对高温和低温胁迫的抗性也较弱,特别是高温条件下金鸡菊的丙二醛积累比对照上升了 368.91%,因此,目前在浙江金华栽培的金鸡菊种群,其进一步扩散的可能性较小。

参考文献:

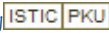
[1] 浙江植物志编辑委员会. 浙江植物志(第 6 卷)[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1993.
[2] 江苏植物研究所. 江苏植物志(下)[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982.
[3] 苏少泉. 杂草学[M]. 北京: 农业出版社, 1993.
[4] 郭水良, 李杨汉. 我国东南地区外来杂草研究初报[J]. 杂草科学, 1995, 31(2): 4-8.

- [10] Balakrishnamurthy G, Madhava R V N. Changes in phenols during rhizogenesis in rose (*Rosa bourboniana* Desp)[J]. *Curr. Sci.*, 1988, **57**(17): 960—962.
- [11] Poapst P A, Durkee A B. Root differentiating properties of some simple aromatic substances of the apple and pear fruit[J]. *J. Hort. Sci.*, 1967, **42**: 429—438.
- [12] Haissig B E. Influence of auxins and synergists on adventitious root primordium in initiation and development[J]. *New Zealand J. For Sci.*, 1974, **4**: 311—323.
- [13] Hartman T, Kester D E. Plant propagation-principle and practices. 3rd edn [M]. New Delhi;Prentice Hall of India, 1976.
- [14] Foong T W, Barnes M F. The levels of reserve metabolites and oxidative enzymes in the cuttings of easy-to-root and difficult-to-root rhododendrons[J]. *Biochem Physiol Pflanzen*, 1981, **176**: 206—216.
- [15] Bhattacharya N C. Enzyme activities during adventitious rooting[A]. In: Davis T D, Haissig B E, Sankhla N (eds). Adventitious Root Formation on Cutting[M]. Dioscorides, Portland, 1989. 88—101.
- [16] Molnar J M, La Croix L J. Studies of the rooting of cuttings of *Hydrangea macrophylla*; enzyme changes[J]. *Can J. Bot.*, 1972, **50**: 315—322.
- [17] Habaguchi K. Alterations in polyphenol oxidase activity during organ redifferentiation from carrot calluses cultured *in vitro* [J]. *Plant Cell Physiol*, 1977, **18**: 181—189.
- [18] Upadhyaya A, Davis T D, Sankhla N. Some biochemical changes associated with paclobutrazol-induced adventitious root formation on bean hypocotyl cuttings[J]. *Ann Bot.*, 1986, **57**: 309—315.

(上接第 76 页 Continue from page 76)

- [5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1991.
- [6] 张忠殿, 汪沛洪, 赵会贤. 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J]. 植物生理学通讯, 1990, **26**(4): 62—65.
- [7] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [8] 宗 会, 刘娥娥, 郭振飞, 等. 干旱、盐胁迫下 LaCl_3 和 CP_2 对稻苗脯氨酸积累的影响[J]. 作物学报, 2001, **27**(2): 173—177.
- [9] 杨淑缜, 高俊凤. 活性氧、自由基与植物的衰老[J]. 西北植物学报, 2001, **21**(2): 215—220.

不同温度对七种外来杂草生理指标的影响及其适应意义

作者: 郭水良, 方芳, 强胜
作者单位: 郭水良(浙江师范大学生命与环境科学学院, 浙江金华, 321004; 上海师范大学生命与环境科学学院, 上海, 200062), 方芳(浙江师范大学生命与环境科学学院, 浙江金华, 321004), 强胜(南京农业大学杂草研究室, 南京, 210095)
刊名: 广西植物 
英文刊名: GUIHAIA
年, 卷(期): 2003, 23 (1)
被引用次数: 58次

参考文献(9条)

1. 《浙江植物志》编辑委员会 浙江植物志 1993
2. 江苏植物研究所 江苏植物志 1982
3. 苏少泉 杂草学 1993
4. 郭水良; 李杨汉 我国东南地区外来杂草研究初报 1995 (02)
5. 张志良 植物生理学实验指导 1991
6. 张忠殿; 汪沛洪; 赵会贤 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法 1990 (04)
7. 中国科学院上海植物生理研究所; 上海市植物生理学会 现代植物生理学实验指南 1999
8. 宗会, 刘娥娥, 郭振飞, 李明启 干旱、盐胁迫下LaCl₃和CPZ对稻苗脯氨酸积累的影响[期刊论文]-作物学报 2001 (2)
9. 杨淑慎, 高俊凤 氧、自由基与活性植物的衰老[期刊论文]-西北植物学报 2001 (2)

本文读者也读过(10条)

1. 张绍明, 焦骏森, 史晓利, 刘维红, 朱爱娣, 倪群, 王小林, 曹小网 大能防除小麦田硬草的效果[期刊论文]-杂草科学 2009 (4)
2. 陈艺林, 陈淑荣 苍耳的一个新异名[期刊论文]-植物分类学报 2004, 42 (2)
3. 叶剑秋 容器花园调色板[期刊论文]-园林 2009 (9)
4. 杨德奎, Yang Dekui 矢车菊和大花金鸡菊的核型研究[期刊论文]-山东师大学报(自然科学版) 2001, 16 (1)
5. 常爽, 闫瑞凤, 史根花, Chang Shuang, Yan Ruifeng, Shi Genhua 金鸡菊花草栽培管理技术[期刊论文]-北京农业 2008 (36)
6. 秦贺兰 北京奥运用花品种系列介绍之十一大花金鸡菊生产技术[期刊论文]-中国花卉园艺 2008 (8)
7. 李晓红, 李蕴, 胡雪华, 曾建军, 王春香, 肖宜安 铝胁迫对车前生殖特性的影响[期刊论文]-井冈山大学学报(自然科学版) 2009, 30 (5)
8. 叶剑秋 国际流行花卉系列组合盆栽花系列轮叶金鸡菊[期刊论文]-园林 2007 (8)
9. 常馨方, 郭小平, 杜文利, CHANG Xin-fang, GUO Xiao-ping, DU Wen-li 垃圾场边坡覆盖蚯蚓土对野花生长及光合特性的影响[期刊论文]-北方园艺 2008 (8)
10. 臧敏, 邱筱兰, 黄立发, 李永飞, 毛尚俊, 李典友 安徽省外来植物研究[期刊论文]-安徽农业科学 2006, 34 (20)

引文文献(49条)

1. 苏秀红, 宋小玲, 强胜, 段惠 不同地理种群紫茎泽兰种子萌发对干旱胁迫的响应[期刊论文]-应用与环境生物学报 2005 (03)
2. 胡天印, 方芳, 郭水良, 蒋华伟 外来入侵种加拿大一枝黄花及其伴生植物光合特性研究[期刊论文]-浙江大学学报(农业与生命科学版) 2007 (04)

3. 王建房 [加拿大一枝黄花抑菌有效部位的筛选及其化学表征](#)[学位论文]硕士 2009
4. HUANG Hua, GUO Shuiliang, CHEN Guoqi [Reproductive biology in an invasive plant *Solidago canadensis*](#)[期刊论文]-[中国高等学校学术文摘·生物学](#) 2007(02)
5. 沈国辉, 钱振官, 柴晓玲, 管丽琴, 陈建生 [加拿大一枝黄花种子生物学特性研究](#)[期刊论文]-[上海农业学报](#) 2004(04)
6. 李玲, 徐志防, 韦霄, 曹洪麟, 栗娟, 叶万辉 [金钟藤和葛藤在干旱与复水条件下的生理比较](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2008(06)
7. 陈芳 [加拿大一枝黄花研究进展](#)[期刊论文]-[草原与草坪](#) 2006(04)
8. 黄华, 郭水良 [外来植物加拿大一枝黄花生理指标的季节动态及其适应意义](#)[期刊论文]-[浙江师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(02)
9. 杨铁钊, 殷全玉, 丁永乐, 张玉梅 [烟草气孔特性、抗氧化酶活性与臭氧伤害的关系](#)[期刊论文]-[植物生态学报](#) 2004(05)
10. 陈好, 陆芳芳, 关亚丽 [银胶菊对不同土壤盐度的生理适应性](#)[期刊论文]-[广西林业科学](#) 2013(01)
11. 张中信 [入侵种加拿大一枝黄花与本地种一枝黄花的生物学及生态学特征的比较研究](#)[学位论文]硕士 2007
12. 蒋燕, 孟玲, 赵会杰 [高温干旱处理对番茄不同品种幼苗生长的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2007(01)
13. 李玲 [入侵植物金钟藤的生理生态适应特性](#)[学位论文]硕士 2007
14. 田丽丽, 马淼 [引种新疆的加拿大一枝黄花对番茄的化感影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2013(11)
15. 吴涛, 郎南军, 彭明俊, 和丽萍, 郑科, 向振勇, 袁瑞玲, 孔继君 [高温胁迫对青桐幼苗部分生理指标的影响](#)[期刊论文]-[东北林业大学学报](#) 2008(11)
16. 李凯 [裸仁南瓜抗寒性初步研究](#)[学位论文]硕士 2008
17. 石福臣, 鲍芳 [盐和温度胁迫对外来种互花米草 \(*Spartina alterniflora*\) 生理生态特性的影响](#)[期刊论文]-[生态学报](#) 2007(07)
18. 王玉良, 高瑞如, 徐洲锋, 王桂芹 [加拿大一枝黄花形态解剖学研究](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2011(03)
19. 骆建霞, 马莉, 柴慈江, 王丹, 宗晶莹, 卢兴霞, 胡妍妍, 张津华 [干旱胁迫对海姆维斯蒂枸子生长及丙二醛和脯氨酸含量的影响](#)[期刊论文]-[天津农业科学](#) 2009(01)
20. 朱建玲 [南美螞蝗菊适应不同生态因子的生理生态特性](#)[学位论文]硕士 2008
21. 黄华, 郭水良 [外来入侵植物加拿大一枝黄花繁殖生物学研究](#)[期刊论文]-[生态学报](#) 2005(11)
22. 顾宇飞 [氮磷营养和金鱼藻对苦草生理生化的影响研究](#)[学位论文]硕士 2005
23. 曹欣 [薇甘菊对酸雨和温度胁迫的生理生态响应](#)[学位论文]硕士 2010
24. 赵天宏, 曹艳红, 王岩, 戴震, 刘铁欧, 刘波 [臭氧胁迫对大豆根系形态和活性氧代谢的影响](#)[期刊论文]-[大豆科学](#) 2012(01)
25. 王国驷, 孙备, 李建东, 薛静, 王蕊 [外来入侵种三裂叶豚草对不同水分条件的生理响应](#)[期刊论文]-[湖北农业科学](#) 2014(05)
26. 杨军, 刘向蕊, 陈小荣, 朱昌兰, 彭小松, 贺晓鹏, 傅军如, 边建民, 胡丽芳, 欧阳林娟, 贺浩华 [双季早稻淦鑫203乳熟初期高温处理后叶片某些生理特性的动态变化](#)[期刊论文]-[江西农业大学学报](#) 2012(05)
27. 鲍芳, 石福臣 [互花米草与芦苇耐盐生理特征的比较分析](#)[期刊论文]-[植物研究](#) 2007(04)
28. 廖启科 [土壤盐度对加加利海枣幼苗生长与生理指标的影响](#)[期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 2012(02)
29. 殷昭平 [大葱品种耐热、抗寒性鉴定与筛选](#)[学位论文]硕士 2008

30. 雷桂生, 王五云, 蒋智林, 邓丹丹, 刘万学, 桂富荣, 李正跃 [紫茎泽兰与伴生植物小藜的竞争效应及其生理生化特征](#) [期刊论文]-[生态环境学报](#) 2014(01)
31. 刘燕燕 [不结球白菜耐热性鉴定及其生理生化指标的研究](#) [学位论文] 硕士 2005
32. 雷桂生, 蒋智林, 邓丹丹, 李正跃 [泽兰实蝇寄生对紫茎泽兰生长的影响及其生理响应](#) [期刊论文]-[普洱学院学报](#) 2014(3)
33. 徐燕云, 吴晓梅, 沈秋仙, 曹同, 郭水良 [铅胁迫对大灰藓几种生理指标的影响](#) [期刊论文]-[武汉植物学研究](#) 2010(05)
34. 石福臣, 鲍芳 [盐和温度胁迫对外来种互花米草 \(*Spartina alterniflora*\) 生理生态特性的影响](#) [期刊论文]-[生态学报](#) 2007(07)
35. 钱丰磊 [一枝黄花染料的提取及染色工艺研究](#) [学位论文] 硕士 2009
36. 吴海荣 [南京地区外来杂草调查及婆婆纳属外来杂草入侵性特征比较研究](#) [学位论文] 博士 2006
37. 黄华, 郭水良 [外来入侵植物加拿大一枝黄花繁殖生物学研究](#) [期刊论文]-[生态学报](#) 2005(11)
38. 郑明轩 [深圳市屋顶绿化植物的生长和抗逆性研究](#) [学位论文] 硕士 2007
39. 李国庆 [入侵植物加拿大一枝黄花对根际土壤微生物群落多样性的影响研究](#) [学位论文] 硕士 2009
40. 戴雅娟 [加拿大一枝黄花 \(*Solidago canadensis* L.\) 组织培养途径及草甘膦处理后生理生化指标变化的研究](#) [学位论文] 硕士 2009
41. 朱鑫 [芹菜幼苗耐热性鉴定及其生理生化指标的研究](#) [学位论文] 硕士 2006
42. 尚玉萍 [不同类型菊花花期生理机制的比较研究](#) [学位论文] 硕士 2008
43. 陈瑞冰 [外来入侵种喜旱莲子草和乡土种莲子草的生态适应性比较研究](#) [学位论文] 硕士 2006
44. 黄秋生 [外来植物野苘蒿的入侵生物学及其综合管理研究](#) [学位论文] 硕士 2008
45. 黄萍 [入侵植物小花山桃草解剖结构及生理适应性研究](#) [学位论文] 硕士 2009
46. 田丽丽 [加拿大一枝黄花引种新疆干旱区后繁殖习性与化感潜力的研究](#) [学位论文] 硕士 2013
47. 隋立华 [臭氧污染胁迫对水稻和冬小麦叶片抗氧化系统和氮物质代谢的影响研究](#) [学位论文] 硕士 2011
48. 阳圣莹 [虎舌红对不同光照强度的响应](#) [学位论文] 硕士 2009
49. 王勇 [外来植物春一年蓬入侵生物学研究](#) [学位论文] 硕士 2008

引用本文格式: 郭水良, 方芳, 强胜 [不同温度对七种外来杂草生理指标的影响及其适应意义](#) [期刊论文]-[广西植物](#) 2003(1)