

李建龙 编著

南京大学
学术文库

草坪草抗性 生理生态研究进展

(第一部)

本书通过对多种优良亚热型草坪草的抗性生理生态指标
(如光合作用、细胞膜透性、呼吸作用、脂肪代谢和抗热、耐荫、节水性)的系统观测,
从形态、生理生化、基因和分子水平调节机理找出了提高冷季型草坪草抗热性的有效途径。



南京大学出版社

南京大学学术文库

草坪草抗性 生理生态研究进展

(第一部)

李建龙 编著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

草坪草抗性生理生态研究进展/李建龙编著. —南京
大学出版社, 2008. 5

(南京大学学术文库)

ISBN 978-7-305-05195-1

I. 草… II. 李… III. ①草坪—抗性(育种)—理学
—研究②草坪—抗性(育种)—植物生态学 IV. S688.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 171009

出版者 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://press.nju.edu.cn>
出版人 左 健
丛 书 名 南京大学学术文库
书 名 草坪草抗性生理生态研究进展
编 著 李建龙
责任编辑 蒋 平 编辑热线 025-83593052
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 溧水秦源印务有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 13.25 字数 210 千
版 次 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-05195-1
定 价 26.00 元
发行热线 025-83594756
电子邮箱 sales@press.nju.edu.cn(销售部)
nupress1@public1.ptt.js.cn

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

南京大学学术文库

总 序

蒋树声

高等教育发展的核心是学术和人才。2000多年前的儒家典籍《大学》，就倡言“大学之道，在明明德，在亲民，在止于至善”。其中就蕴涵着昌明学术、探求真知之意。不过，在相当长的一段历史时期中，无论是我国两汉时期的太学，还是两宋以后逐渐昌盛的书院，无论是古希腊雅典城邦的哲学学园，还是中世纪欧洲次第建立的大学，类似的学术研究，都主要集中在经国治邦的政治理念与修身养性的道德哲学领域，而且以整理、阐发经典为主。19世纪初诞生的以柏林大学为代表的德国大学模式，由于更加重视科学研究，主张教学与研究相结合、相统一，由于将自然科学的研究引入高等教育的殿堂，因而使得大学的理念为之一变，高等学校的形态与功能也发生了深刻的变化。时至今日，高等学校，尤其是研究性大学，已经成为我们这个时代理论创新、知识创新和技术创新的重要基地，科学研究已经成为现代大学的一个重要职能。当然大学“学术研究”的内涵，也因时而进，不断丰富、充实，由只注重哲学、人文、社会科学的研究，发展到注重自然科学与工程技术、管理科学的探索，进而追求科学与人文的整合；由只注重基础研究，发展到兼顾理论、知识的应用与技术的开发、推广。正是在这样一个时代背景下，江泽民主席在庆祝北京大学建校100周年大会上的讲话中，专门论述了建设“若干所具有世界先进水平的一流大学”的重要性，指出这样的大学，“应该是培养和造就高素质的创造性人才的摇篮，应该是认识未知世界、探求客

观真理、为人类解决面临的重大课题提供科学依据的前沿,应该是知识创新、推动科学技术成果向现实生产力转化的重要力量,应该是民族文化与世界先进文明成果交流借鉴的桥梁”。立志于跻身世界一流大学,为国家强盛、民族复兴和人类文明演进作出更大贡献的南京大学,理所应当要承担起这样的使命与职责;而出版《南京大学学术文库》,正是我们为建设世界一流大学所作出的诸多努力之一,其现实意义与深远影响,是不言而喻的。

出版《南京大学学术文库》,应该贯彻理论联系实际、实事求是的原则与“百花齐放,百家争鸣”的方针。在此基础上,我们提倡学术创新。学术的生命、学术的价值就在于有所继承,有所突破,有所创新。创新是学术昌明、理论发展的灵魂所在。此外,在学术研究上,多学科、跨学科的研究已成为发展趋势。

新的知识生长点、新的理论突破口,往往处于学科的边缘及交叉地带。能否突破多年来业已形成的彼此分割和疏离的学科界限,携手攻关,进行多学科、跨学科的研究,是我们能否有所创造、有所突进的关键所在。

据我所知,欧美发达国家的堪称世界一流水平的研究性大学,大多有水平甚高、影响甚巨的学术期刊与出版机构。这些高水平的期刊与出版物,成为大学鲜明特色的标志之一。南京大学在近百年的办学实践中,逐渐形成了自己的办学特色和学术风格。在若干学科领域,南京大学不但在国内居领先地位,在国际上也接近前沿,有重要影响。《学术文库》要立足南京大学,进一步发扬我校已有的学科优势,并同时通过《学术文库》的出版,将我校正在生长发展中的新的学科影响扩展、光大,以形成南京大学新的学科优势和学术流派。对于南京大学出版社来说,能否使《南京大学学术文库》持续出版,形成特色,并在国内外学术界产生较大的影响,既是对南京大学出版社的一个挑战,又是为南京大学出版社上水平、上台阶提供的一个难得机遇。

祝《南京大学学术文库》越出越好!

1999年5月于北园

前言

Foreword



目

前,在国内有关植物抗性生理与生态研究,尤其是有关草坪草植物抗性生理生态的研究非常薄弱,可参考的材料、成果和方法较少;在国外有关草坪草抗性生理生态的研究也不多见,其研究主要侧重在冷季型草坪草的抗寒性、抗旱性和耐荫性研究较多,而在冷季型草坪草抗热性、光合特性和节水方面的研究则较少。经我们文献查新,在国内有关草坪草抗性生理与生态方面研究成果的出版物,尚未见到,因此,编写出版本书具有十分重要的意义。

在我国,冷季型草坪草如高羊茅、多年生黑麦草和剪股颖等植物,是长江三角洲地区最重要的建坪草种之一,其生理生化特性是最重要的成坪质量评价指标,有关该方面的研究也是草学科研中最重要的领域和比较薄弱的环节之一。目前,国内外有关高羊茅等优良草坪草的研究逐渐从形态水平过渡到生理生化及分子水平及更深入的领域。近年来,我们对高羊茅等冷季型草坪草品种进行了引种栽培、选育、品种比较、草坪建植,特别在抗性生理与生态方面进行了系统的大量研究,已取得了多项研究成果。为此,我们在总结研究和大量借鉴国内外最新成果的基础上,就高羊茅、多年生黑麦草和剪股颖等优良冷季型草坪草植物品种,在生化鉴定技术与理论、外源基因的遗传转化以及基因表达等生物化学方面,特别是高羊茅、多年生黑麦草和剪股颖等冷季型草坪草的抗性机理以及分子生物学的研究,为今后进一步开展优良草坪草的抗性生理生态研究和推广利用,提供了重要的科学依据。

另外,不同品种的冷季型草坪草植物其抗热性也有所差异,具有深而繁茂根系的品种其抗热性的潜力也很大。冷季型草坪草植物,无论作为牧草,还是作为草坪草,都有着十分广阔的应用前景。随着社会进步、经济发展和

人民生活水平的不断提高,草坪将逐渐为广大的社会各阶层所喜爱,尤其是现代工业化和城市化发展所导致的一系列日益严重的生态问题,使草坪不仅为现代文明所需要,而且为人类的生存和发展所必需,草坪业已成为一个国家物质文明和精神文明建设中不可分割的重要组成部分,发达国家都十分重视草坪科学的研究和草坪产业的发展。目前,世界上把草坪业的发展水平,作为评判一个国家经济实力和文明程度的重要标志之一。

随着城市生态化建设进程的加快,人们对城市绿地建设的要求也日益提高。草坪草植物作为一种优良的绿化物种,在城市绿地建设中必会得到广泛的应用。但是,由于我国幅员辽阔,地理条件和气候条件复杂,同一种草坪草在不同的地域常常有着截然不同的生长表现。在寒冷、高温、干旱、水涝和盐碱等不良环境之下,草坪草植物表现出一定限度的忍受能力。人们常把这种对不良的特殊环境的适应性和抵抗力通称为草坪草植物的抗逆性。但是,当逆境胁迫超过了草坪草的耐受范围时,草坪草体内的酶受到破坏,正常的代谢受阻,导致生长发育终止甚至细胞死亡。因而,通过研究草坪草植物在逆境条件下的生理生态特性的变化和机理分析,有助于区分不同草坪草之间的抗逆性差别、深入了解草坪草的抗性机理和外表现之间的联系,从而为草坪草种选择、草坪草基因工程和新品种选育及推广种植等,提供了有价值的科学依据。

由于温度是亚热带地区限制草坪草建坪和分布的重要生态因子,因而本书重点论述了国内外有关亚热带地区主要草坪草抗寒性和抗热性的生理学研究现状,抗性生态特异性,抗性机理与理论及实际调控分析等方面的最新进展。

从1998年以来,我们南京大学植物生理生态课题组有5位硕士和4位博士利用我校最先进的大型设备和我院生物医药生物技术国家重点实验室的设备,从草坪草在抗性胁迫条件下光合呼吸机理变化,细胞膜透性和脂肪蛋白代谢等和耐热性调控指标等内容进行了大量的系统观测,进行了抗性生理与生态方面的系统研究,所选择的研究手段和方法,在国内都是非常先进的;充分收集了我们近年研究所选择的冷季型和暖季型多种草坪草品种,所选择的十几项生理生态观测指标,研究所选择的种类齐全和观测指标繁多,都反映了当前国内外有关草坪草抗性生理生态学研究的现状;试图通过高温与低温胁迫与人工调控处理,对冷、暖季型草坪草各种生理生态指标观测,揭示高温与低温对草坪草的伤害影响及草坪草对高温与低温胁迫的生理生态响应及其耐热性与耐寒性调控机理;进而通过不同冷、暖季型草坪草耐热性和耐寒性机理研究,探讨提高冷、暖季型草坪草耐热和耐寒途径和调

控措施,为解决我国亚热带地区冷、暖季型草坪草越夏、越冬难和耐热(耐寒)性差的问题,提供坚实的科学依据。

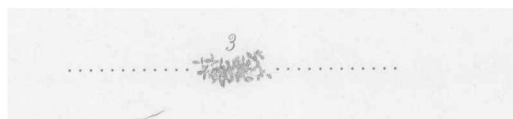
本书由南京大学李建龙教授任主编。全书分为九章进行论述,具体分工为前言、目录、第一、三、六、七章和第九章、全书校对、统稿和定稿由李建龙教授完成;第二、四、八章和附录一由徐胜博士执笔;第二章第三节和第五章由崔浪军博士执笔;全书计算机输入排版等由于晓宇博士完成。这本书的许多研究成果还倾注了晏笳博士、王艳博士、张庆峰硕士、宋子键硕士和张强硕士的许多心血,是他们多年努力工作的结晶和体现。另外,在本书的出版编辑过程中,还得到了南京大学出版社蒋平副编审的关心、支持和大力帮助,在此一并表示衷心的感谢!

本书的研究内容,是国家高技术(863计划)专题项目“典型草畜动态信息及其退化特征高(多)光谱遥感快速监测关键技术研究”的一部分(课题编号:2007AA10Z231),其出版得到该项目经费的资助,特此说明,在此致谢!

由于我们水平和经验有限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请广大师生和读者批评指正,以便在下次再版中加以斧正。在此需特别说明的是,这部专著仅是第一部,相关研究成果将在后续出版的第二、第三部专著中再陆续献给读者,以供读者参考和指正。

编 者

2008年2月于南京





Contents

目录



第1章 绪论

§ 1.1 植物的抗性生理与生态概述	1
1.1.1 引言	1
1.1.2 植物的抗寒性简述	2
1.1.3 植物的抗旱性简述	3
1.1.4 植物的抗热性简述	4
1.1.5 植物的抗涝性简述	6
1.1.6 植物的抗盐性简述	7
§ 1.2 草坪草植物抗热性生理与生态学研究进展概述	7
1.2.1 引言	7
1.2.2 高温胁迫与草坪草植物生长研究概况	8
1.2.3 高温胁迫与草坪草植物光合作用研究概况	9
1.2.4 活性氧及其抗氧化体系研究概况	13
1.2.5 热激蛋白和多胺研究概况	14
1.2.6 高温胁迫与生物膜研究概况	15
1.2.7 高温胁迫与氮代谢研究概况	18
1.2.8 不同氮源与草坪草生长研究概况	20

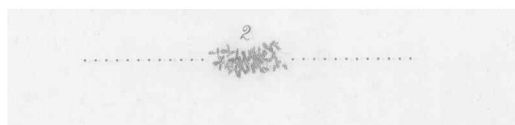
1.2.9 高温胁迫与草坪草的生理生态研究概况	2 1
§ 1.3 草坪草植物抗性生理生态研究进展概述	2 2
1.3.1 草坪在人类生活中的意义与作用	2 2
1.3.2 草坪草植物抗性生理生态学研究进展	2 4
参考文献	3 1



第2章

草坪草植物抗性生理生态响应机理与调控原理

§ 2.1 草坪草植物抗性生理与生态学研究意义	3 6
2.1.1 夏季高温天气频繁	3 6
2.1.2 揭示草坪草耐热机理要求	3 7
2.1.3 当前草坪推广应用的需要	3 7
§ 2.2 草坪草植物对高温胁迫的生理生态响应机理	3 8
2.2.1 草坪草生物膜系统对高温逆境的应答	3 8
2.2.2 草坪草热激蛋白对高温的响应	4 0
2.2.3 草坪草渗透调节物质对高温的响应	4 1
2.2.4 草坪草信号调节物质对高温的响应	4 1
2.2.5 草坪草的光合作用对高温的响应	4 2
§ 2.3 草坪草对高温胁迫的耐热性调控原理	4 3
2.3.1 草坪草对高温胁迫的耐热性调控原理	4 3
2.3.2 草坪草对高温胁迫的耐热性调控指标	4 4
2.3.3 草坪草对高温胁迫的耐热性调控途径	4 7
§ 2.4 优良草坪草高羊茅的生理生态研究进展	5 0
2.4.1 高羊茅水分和温度胁迫研究进展	5 0
2.4.2 高羊茅酸碱盐和重金属胁迫研究进展	5 1
2.4.3 内生真菌与高羊茅研究进展	5 2



2.4.4 植物生长调节剂对高羊茅的影响	53
参考文献	54



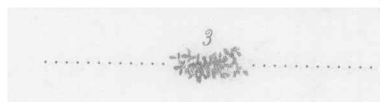
第3章 不同草坪草植物抗性鉴定研究进展

§ 3.1 不同草坪草抗性生理与生态特性比较研究意义与方法	62
3.1.1 研究的意义	62
3.1.2 研究的材料与方法	63
§ 3.2 不同草坪草抗性生理与生态特性比较研究进展	65
3.2.1 不同草坪草叶片细胞质膜透性研究结果	65
3.2.2 不同草坪草抗氧化酶活性变化研究结果	66
3.2.3 不同草坪草叶片脂质过氧化分析结果	69
3.2.4 对研究结果的进一步分析与讨论	70
3.2.5 研究结论	74
参考文献	74



第4章 不同草坪草抗性生理一般变化规律研究进展

§ 4.1 研究背景与研究内容概述	77
4.1.1 研究背景	77
4.1.2 研究内容与方法	78
§ 4.2 草坪草在高温胁迫下的生理生态变化规律研究结果	80
4.2.1 高温胁迫对草坪草叶绿素和叶片相对含水量的影响	80
4.2.2 高温胁迫对草坪草相对电导率和膜脂过氧化物等含量影响	81
4.2.3 高温胁迫对草坪草叶片抗氧化酶活性的影响	82



4.2.4 高温胁迫对草坪草叶片渗透调节物质的影响	84
4.2.5 高温胁迫对草坪草叶片光合特性的影响	85
§ 4.3 草坪草在高温胁迫下的生理生态变化规律分析与结论	86
4.3.1 研究结果分析与讨论	86
4.3.2 结论	89
参考文献	90



第5章

不同草坪草光合作用生理生态机理研究进展

§ 5.1 研究意义与内容概述	94
5.1.1 研究意义	94
5.1.2 研究内容与方法	94
§ 5.2 两种高羊茅在高温季节的光合生理生态研究结果与分析	95
5.2.1 试验区生态因子的日变化规律分析	95
5.2.2 两种高羊茅叶片光合生理生态参数的日变化规律分析	97
5.2.3 两种高羊茅叶片各光合生理生态参数与生态因子的 相关关系分析	101
§ 5.3 两种高羊茅在高温季节的光合生理生态机理分析与结论	105
5.3.1 研究结果分析与讨论	105
5.3.2 取得的研究结论	107
参考文献	108



第6章

高温胁迫对不同草坪草氮代谢影响研究进展

§ 6.1 不同草坪草氮代谢影响研究背景与内容概述	110
---------------------------	-----



6.1.1	研究背景	110
6.1.2	研究材料、方法和内容	112
§ 6.2	不同草坪草氮代谢影响研究结果与分析	114
6.2.1	总氮、硝态氮和氨态氮含量变化	114
6.2.2	氮同化酶活性分析	116
§ 6.3	不同草坪草氮代谢影响研究结果的讨论	122
6.3.1	研究结果讨论	122
6.3.2	研究取得的结论	125
	参考文献	125



第7章

高温胁迫对草坪草细胞膜和 DNA 伤害研究进展

§ 7.1	研究背景与内容概述	130
7.1.1	研究背景	130
7.1.2	研究材料、方法和内容	131
§ 7.2	研究结果与分析	132
7.2.1	草坪草膜脂过氧化程度的变化	132
7.2.2	两种高羊茅草坪草细胞膜透性的变化	133
7.2.3	草坪草基因组 DNA 电泳结果与分析	134
7.2.4	不同高羊茅草坪草基因组 DNA 荧光分子探针检测结果	135
7.2.5	提高冷季型草坪草耐热性的管理措施	135
§ 7.3	研究讨论与结论	137
7.3.1	研究讨论	137
7.3.2	研究取得的最后结论	139
§ 7.4	亚热带草坪草抗性生理机理研究成果总论	139
7.4.1	研究意义与背景概述	139

7.4.2 亚热带主要草坪草抗性生理机理研究进展	140
7.4.3 草坪草抗性生理机理研究成果总论	146
参考文献	147



第8章

热锻炼对不同草坪草耐热性 调控研究进展

§ 8.1 研究背景与内容概述	150
8.1.1 研究背景	150
8.1.2 研究内容与方法	151
§ 8.2 热锻炼在高温胁迫下对草坪草的调控结果与分析	153
8.2.1 热锻炼对高羊茅和多年生黑麦草叶片相对含水量 及其膜热稳定性影响	153
8.2.2 热锻炼高羊茅和多年生黑麦草叶片膜脂过氧化 及其超氧自由基含量的影响	154
8.2.3 热锻炼对高羊茅和多年生黑麦草叶片抗坏血酸和 还原型谷胱甘肽含量的影响	156
8.2.4 热锻炼对高羊茅和多年生黑麦草叶片叶绿体超 显微结构的影响	157
§ 8.3 在高温胁迫下热锻炼对草坪草的调控效果	161
8.3.1 研究结果讨论	161
8.3.2 研究取得的结论	163
参考文献	164



第9章

不同施肥水平对草坪草耐热性 的调控效果研究进展

§ 9.1 研究背景与内容概述	169
-----------------	-----



9.1.1	研究背景	169
9.1.2	研究内容与方法	169
§ 9.2	草坪草耐热性调控研究结果与分析	172
9.2.1	氮肥对高温胁迫下高羊茅草坪质量和茎相对生长速率的影响	172
9.2.2	氮肥对高温胁迫下高羊茅草坪草根冠比和根系活力的影响	173
9.2.3	氮肥对高温胁迫下高羊茅草坪草叶片氮代谢的影响	174
9.2.4	氮肥对高温胁迫下高羊茅草坪草叶片光合参数的影响	177
9.2.5	氮肥对高温胁迫下高羊茅草坪草叶片叶绿素荧光参数的影响	177
§ 9.3	草坪草耐热性调控的讨论与结论	179
9.3.1	研究讨论	179
9.3.2	研究结论	182
§ 9.4	提高冷季型草坪草越夏率的养护管理经验总结	183
9.4.1	提高冷季型草坪草越夏率的意义	183
9.4.2	影响冷季型草坪草越夏率的主要因素	183
9.4.3	提高冷季型草坪草越夏率的养护管理措施	184
9.4.4	亚热带地区草坪建植与管护技术要点	187
	参考文献	188

附录

当前草坪科学最新的概念、理论与技术检索网址目录	192
-------------------------	-----

第1章

绪论

§ 1.1 植物的抗性生理与生态概述

1.1.1 引言

1.1.1.1 植物对不良环境胁迫的表现方式

一般,植物对不良环境的表现方式有适应,不适应,最后导致死亡两种方式^[1]。

1.1.1.2 植物抗性的概念

植物抗性是指植物对寒冷、干旱、水涝和盐碱等环境胁迫下具有一定限度的忍受能力。人们把这种对不良的特殊环境的适应性和抵抗力,通称为植物的抗性或抗逆性。

常有:① 植物的抗寒性;② 植物的抗旱性;③ 植物的抗热性;④ 植物的抗涝性;⑤ 植物的抗盐性;⑥ 植物的抗病虫害性等抗逆性。研究其不同植物抗逆表现、生理生态特性、发生机理及提高植物抗性措施等。

1.1.1.3 研究植物抗性生理生态学意义

主要体现在:① 抗性生理生态与农林牧生产密切相关;② 是抗灾防灾增产的主要途径之一;③ 是植物生理生态研究的热点问题之一,也是前沿领域;④ 重点研究植物抗性机理、受环境影响的程度和不同植物适应程度以及具有明显的抗逆性和各种生理生态适应性特征等生理生态学问题。

1.1.2 植物的抗寒性简述

一般有冻害(零下低温, $<0^{\circ}\text{C}$ 以下)和冷害(零上低温, $0\sim 10^{\circ}\text{C}$)两种^[1]。

1.1.2.1 植物冻害的生理生态学

(1) 植物冻害的概念

当温度下降到 0°C 以下, 植物体内发生冰冻, 因而受伤甚至死亡, 这种现象称为冻害。

(2) 植物冻害的表现特征

一般表现为变硬、变色、失水、生长停止、休眠、枯萎、坏死等。

(3) 植物冻害的发生机理

主要学说有: ① 轻度细胞间结冰伤害; ② 重度细胞内结冰伤害; ③ 其成因提出蛋白质结构伤害的硫氢假说: 无论是胞间结冰或胞内结冰, 都与细胞质过度脱水, 损伤蛋白质结构有直接关系。为此, J. Levitt (1962) 提出植物对结冰的忍受程度与细胞的硫氢基($-\text{SH}$)含量有关。凡是植株匀浆的硫氢基含量高者, 该植株的结冰忍受程度(抗性)就大, 两者成正比例。若是结冰伤害细胞时, 细胞蛋白质的双硫基($\text{S}-\text{S}$)伴随增加; 如不伤害细胞, 则双硫基不增加。④ 膜伤害: a. 半透性丧失; b. 细胞液外渗; c. 蛋白质凝聚等。

(4) 植物对抗寒性的生理生态适应性

一般表现为: ① 各种形态保护; ② 生理生化调节; ③ 抗寒性锻炼; ④ 生理生化方面的适应性变化: a. 植株含水量下降; b. 呼吸减弱; c. 脱落酸含量增多; d. 生长停止, 进入休眠状态; e. 体内保护物质的增多。⑤ 逐步形成生态型和生态抗寒品种。

1.1.2.2 植物冷害的生理生态学

(1) 植物冷害的概念

当温度在零上时($0\sim 10^{\circ}\text{C}$), 虽无结冰现象发生, 但能引起喜温植物一定的生理障碍, 使植物受伤甚至死亡, 这种现象称为冷害。如水稻遇春季寒潮, 可烂秧; 开花遇冷空气侵袭, 产生空秕粒等。

(2) 植物冷害的特征

植物一般发生冻害的生理生态变化特征表现为: ① 原生质流动减慢或