

能源草

——柳枝稷研究与应用

范希峰 侯新村 朱 毅 等 著



科学出版社

能 源 草

——柳枝稷研究与应用

范希峰 侯新村 朱 毅 等 著



科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

柳枝稷是一种优质的能源草,开展柳枝稷的基础研究与应用技术开发可以为解决我国生物质原料供应问题提供科学的理论依据与有力的技术支撑。本书从能源草相关基本概念入手,结合著者十多年研究工作,系统阐述了柳枝稷的生物质形成规律、优良品种培育技术、逆境适应特性、栽培生理生态学、生命周期特征等,并展望了今后能源草的主要研究与应用方向。

本书适合从事能源植物及生物质能源研究与应用的科技工作者和技术人员、高等院校的教师与学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

能源草:柳枝稷研究与应用/范希峰等著. —北京:科学出版社, 2017.6
ISBN 978-7-03-052843-8

I. ①能… II. ①范… III. ①草本植物—生物能源—能源利用—研究
IV. ①S216.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 110720 号

责任编辑:刘 畅 / 责任校对:贾娜娜
责任印制:张 伟 / 封面设计:铭轩堂

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本:720 × 1000 1/16

2017 年 6 月第一次印刷 印张:16

字数:304 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《能源草——柳枝稷研究与应用》编写人员名单

范希峰（北京草业与环境研究发展中心）

侯新村（北京草业与环境研究发展中心）

朱 毅（北京草业与环境研究发展中心）

岳跃森（北京草业与环境研究发展中心）

赵春桥（北京草业与环境研究发展中心）

刘吉利（宁夏大学）

左海涛（山东荣达农业发展有限公司）

黄 杰（甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所）

吴 娜（宁夏大学）

前 言

能源是人类社会发展的重要物质基础。自 20 世纪 70 年代第一次全球能源危机暴发以后,寻找可再生能源成为全球面临的与可持续发展息息相关的战略问题。在可再生能源发展与应用过程中,生物质能源因其资源丰富且具有良好的可储存性与碳平衡性,在替代传统化石能源方面独树一帜,是可再生能源中的主导性能源,发展潜力巨大。

生物质原料是生物质能源产业发展的物质基础,木质纤维素生物质是全球最为丰富的可再生资源。作为一类重要的木质纤维素生物质资源,能源草具备生物质产量高、生物质品质优良、抗病虫害、耐干旱瘠薄、生态适应性强等优势,柳枝稷(*Panicum virgatum*)就是其中一种。

北京草业与环境研究发展中心隶属于北京市农林科学院,自成立伊始就建立了能源草与生物质能研究团队,已经连续 9 年获得了北京市农林科学院科技创新能力建设专项“生物质能源学科建设”的支持,被列为北京市农林科学院重点发展的学科方向,是北京市乃至国内最早开展柳枝稷与生物质资源研究、生物质能开发利用的研究机构之一。

十余年来,北京草业与环境研究发展中心先后承担了科技部、农业部、国家林业局、北京市科学技术委员会、北京市农村工作委员会、北京市农林科学院、中国石油天然气股份有限公司等部门和单位的大量科研项目,在柳枝稷与生物质资源数据库建立、柳枝稷抗逆性评价及逆境生理、柳枝稷栽培技术、生产潜力和种植区划、柳枝稷品种选育技术、生物质转化利用、生命周期评价等领域开展了大量研究与应用工作。累计在京郊昌平区、房山区、密云区、顺义区、大兴区、延庆区 6 区 11 处边际土地(沙化地、荒滩地、挖沙废弃地和污染农田),以及山东滨州与东营、宁夏平罗、天津大港、河北海兴与唐海、海南澄迈、吉林长春等 6 省(自治区、直辖市)8 处边际土地成功示范种植柳枝稷 1000hm²,系统开展了柳枝稷生产潜力评价与全国种植区划。在固体成型燃料加工、纤维素乙醇制备、沼气发酵等方面开展了柳枝稷生物质能加工利用技术研究及相应实验设备的研制工作。同时,北京草业与环境研究发展中心持续加强与国内外相关研究与应用单位的合作研究,在农业生物质资源领域拥有坚实的研究基础,拥有一大批实用性强的技术储备,有力地推动了北京市乃至我国生物质能学科的发展,为北京市和我国生物质能产业发展提供了有力的技术支撑和科技示范。

全书内容主要由北京草业与环境研究发展中心从事柳枝稷及其他各种能源草研究与应用工作的一线科研人员撰写完成，并吸收了部分国内合作单位的相关研究成果。

值本书成稿之际，衷心感谢北京草业与环境研究发展中心武菊英研究员一如既往的鼎力支持，能源草的研究与应用工作能够取得今天的成绩，与武菊英研究员的亲切关怀和指导息息相关；感谢科技部、农业部、国家林业局、北京市科学技术委员会、北京市农村工作委员会、北京市农林科学院、中国石油天然气股份有限公司对能源草研究与应用工作的资助，感谢一路走来的国内外同行、好友对我们工作的大力支持，愿我们今后能继续携手同行，共同推动能源草和生物质能源研究与应用工作再上新台阶！

本书成稿过程中，参考了大量前人研究工作，在此表示衷心的感谢。由于著者水平有限，在行文与阐述过程中难免有不足之处，如有给读者带来不便之处，深表歉意，并请不吝赐教。

著 者

2017年1月

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 基本概念	1
一、生物质	1
二、生物质原料	1
三、能源植物	1
四、能源草	1
第二节 能源草研究现状与优质种类筛选	2
一、能源草国内外研究概况	2
二、优质能源草种类筛选	3
第三节 常见能源草在我国北方地区的生物质产量和品质特性	9
一、引言	9
二、材料与方法	10
三、结果与分析	13
四、讨论与结论	16
参考文献	19
第二章 柳枝稷生物量形成与分配	22
第一节 12 份柳枝稷在北京地区的产量特性研究	22
一、引言	22
二、材料与方法	22
三、结果与分析	23
四、讨论与结论	30
第二节 柳枝稷生物量及分配差异研究	30
一、引言	30
二、材料与方法	30
三、结果与分析	32
四、讨论与结论	39
第三节 不同生态型柳枝稷细胞壁组成结构与降解效率的差异	40

一、引言	40
二、材料与方法	41
三、结果与分析	42
四、讨论与结论	48
参考文献	49
第三章 柳枝稷多倍体育种技术研究	51
第一节 柳枝稷再生体系的建立	51
一、引言	51
二、材料与方法	51
三、结果与分析	55
四、结论与讨论	60
第二节 八倍体低地型柳枝稷的诱导	61
一、引言	61
二、材料与方法	62
三、结果与分析	64
四、结论与讨论	69
参考文献	70
第四章 柳枝稷抗逆性评价	72
第一节 盐胁迫对柳枝稷种子萌发的影响	72
一、引言	72
二、材料与方法	72
三、结果与分析	73
四、讨论与结论	77
第二节 盐胁迫对柳枝稷苗期生长和生理特性的影响	78
一、引言	78
二、材料与方法	79
三、结果与分析	80
四、讨论与结论	85
第三节 盐胁迫对柳枝稷生物量、品质和光合生理的影响	86
一、引言	86
二、材料与方法	86
三、结果与分析	88
四、讨论与结论	91
第四节 柳枝稷对氮营养胁迫的响应	92

一、引言	92
二、材料与方法	93
三、结果与分析	96
四、讨论与结论	104
第五节 柳枝稷对磷营养胁迫的响应	106
一、引言	106
二、材料与方法	106
三、结果与分析	107
四、讨论与结论	115
第六节 柳枝稷对钾营养胁迫的响应	116
一、引言	116
二、材料与方法	117
三、结果与分析	117
四、讨论与结论	125
第七节 干旱胁迫对柳枝稷生长与生理特性的影响	126
一、引言	126
二、材料与方法	126
三、结果与分析	127
四、讨论与结论	130
参考文献	132
第五章 柳枝稷栽培生理研究	137
第一节 北京地区新收获柳枝稷种子的萌发和出苗特性研究	137
一、引言	137
二、材料与方法	137
三、结果与分析	138
四、讨论与结论	140
第二节 边际土地类型和移栽方式对柳枝稷苗期生长的影响	143
一、引言	143
二、材料与方法	143
三、结果与分析	144
四、讨论与结论	147
第三节 收获时间对柳枝稷产量和品质的影响	148
一、引言	148
二、材料与方法	149

三、结果与分析	150
四、讨论与结论	153
第四节 除穗对柳枝稷地上部生物质品质的影响	154
一、引言	154
二、材料与方法	154
三、结果与分析	157
四、讨论与结论	164
第五节 氮肥对两种沙性栽培基质中有机碳类物质含量的影响	167
一、引言	167
二、材料与方法	168
三、结果与分析	169
四、讨论与结论	175
参考文献	177
第六章 柳枝稷生命周期评价	182
第一节 LCA 简介及 GREET 模型运算	182
一、引言	182
二、研究方法	194
三、结果与分析	198
四、讨论与结论	202
第二节 能源草种植环节碳效应评价	202
一、引言	202
二、研究方法	203
三、结果与分析	203
四、讨论与结论	215
第三节 种植环节能耗分析	216
一、引言	216
二、研究方法	217
三、结果与分析	217
四、讨论与结论	220
第四节 种植成本估算及应用潜力评价	222
一、引言	222
二、研究方法	222
三、结果与分析	223
四、讨论与结论	227
参考文献	228

第七章 能源草研究与应用展望.....	231
第一节 能源草种质资源收集评价.....	231
第二节 能源草育种技术研究.....	232
第三节 能源草栽培管理技术研究.....	232
第四节 能源草生态效应研究.....	232
第五节 能源草生物质品质及转化利用技术研究.....	233
第六节 能源草评价技术体系构建.....	233
参考文献.....	234
附录 北京市地方标准“柳枝稷栽培技术规程”	235

第一章 概 论

第一节 基 本 概 念

在本书开始阐述与柳枝稷相关的研究与应用问题之前，将相关概念与术语界定清晰是必要的，也是了解柳枝稷的基础。

一、生物质

生物质是指一切直接或间接利用太阳能经由绿色植物光合作用形成的有机物，包括除化石燃料外的植物、动物、微生物及其排泄物与代谢产物。

二、生物质原料

生物质原料是指可以用于规模化生产或加工形成生物质能源或生物基产品的生物质资源，主要包括淀粉类、油脂类、可溶性糖类、烃类、木质纤维素类五大类生物质原料。

三、能源植物

能源植物是指专门用于生产或加工形成生物质能源或生物基产品的生物质原料植物。

四、能源草

富含纤维素、半纤维素、木质素等木质纤维素类物质的能源植物称为木质纤维素能源植物，如柳树、桉树、杨树、柞柳等木本植物和芒草、柳枝稷、蔺草、杂交狼尾草、象草、芦竹、芦苇、竹子等草本植物，后者就是人们通常所说的能源草。柳枝稷 (*Panicum virgatum*) 为能源草中最为重要的一种，已经被列为能源草中最具发展前景的模式种类。

第二节 能源草研究现状与优质种类筛选

一、能源草国内外研究概况

随着化石燃料日趋枯竭和生态环境日渐恶化, 可再生替代能源的开发利用成为时代需求。生物质能被认为是最具前景的可再生能源之一 (Hoogwijk et al., 2003), 因为, 生物质是绿色植物通过光合作用形成的有机物, 其种类多、数量大, 可转化为气、液、固 3 种形态燃料, 还可生产多种生物基产品。因此, 高光效、高生物量能源植物的开发利用是生物质原料供应的重要保障。其中, 能源草具有多年生、抗性强、光能利用效率高、种植成本低、生态效益好和适宜在边际土地上种植等诸多优点, 被认为是最具开发利用前景的能源植物之一 (Lewandowski et al., 2003; 谢光辉等, 2008; 解新明等, 2008)。

欧美国家自 20 世纪 80 年代开始对能源草进行系统筛选, 已培育出多个专用能源草品种并实现了规模化种植和开发利用。美国能源部早在 1984 年就启动了“草本能源植物研究计划项目”(1990 年更名为“生物质能原料发展计划项目”), 通过对 35 种草本植物的系统筛选, 获得了 18 种具有开发利用潜力的能源草, 其中 C_3 植物和 C_4 植物各 9 种, 并认为柳枝稷最具潜力, 随后启动了多项课题资助柳枝稷研究 (Lewandowski et al., 2003), 目前已培育出多个柳枝稷品种, 如 ‘Alamo’ ‘Kanlow’ 和 ‘Cave-in-rock’ 等。欧洲自 1989 年开始, 先后启动了“欧洲 JOULF 计划”“欧洲 AIR 计划”“欧洲 FAIR 计划”和“欧洲 STAR 计划”等多个专项, 在全球范围内搜集能源草资源 (Lewandowski et al., 2003), 已在能源草生殖、发育、种植管理、收获加工等领域取得重要进展。欧美国家综合了生物产量、水分和养分利用、生态影响和生产成本等因素, 普遍认为能源草是边际土地上最具潜力的能源植物, 在广泛收集资源并选育专用能源草品种的基础上, 积极推动能源草的规模化种植和开发利用, 已在能源草压缩成型、气化、燃烧发电、纤维素乙醇转化等领域取得重要进展 (谢光辉等, 2008)。据 Clifton-Brown 的报道, 2000 年能源草芒草 (*Miscanthus* spp.) 的产电量在欧盟 15 国中占总产电量的 9%, 其中爱尔兰最高, 占总产电量的 37%。

我国近年来也开始重视能源草的研究和开发利用, 北京市农林科学院在十余项国家和北京市科技计划项目的支持下, 共收集柳枝稷、芒草、芦竹 (*Arundo donax*)、茭草 (*Achnatherum splendens*) 和杂交狼尾草 (*Pennisetum americanum* × *P. purpureum*) 等国内外能源草资源 23 种共 208 份, 对其开展了系统的生态适应性评价、抗逆性评价 (范希峰等, 2012)、品种选育、栽培管理技术 (范希峰等, 2010)、产量和品质特性 (范希峰等, 2012, 2010)、生态效益 (侯新村等, 2012) 和利用前景 (范希峰等, 2010; 侯新村等, 2012) 等方面的研究, 已在北京地区利用挖沙废弃地、

河滩地、污染农田等多种类型边际土地示范种植 200hm^2 以上, 并与当地生物质颗粒成型加工厂、生物质气化站合作进行产业化示范应用, 同时与首都师范大学合作在能源草纤维素乙醇转化方面取得重要研究进展。中国科学院水利部水土保持研究所所在西北干旱半干旱地区系统研究了柳枝稷的适应性、生理特性、产量水平和生态效益等; 中国农业大学、山西省农业科学院、黑龙江省农业科学院等单位也分别对柳枝稷或芒草进行了研究。以上研究为我国北方地区(包含按照地理区域划分的北方地区和西北地区两个区域)能源草的开发利用奠定了基础。著者综述我国北方地区能源草研究进展, 分析其开发利用前景, 旨在促进我国能源草的研究和开发利用。

二、优质能源草种类筛选

相关研究报道(范希峰等, 2012, 2010; 侯新村等, 2012)中干物质产量在 $3.0\text{t}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 以上的多年生草本植物主要有 23 种(表 1-1), 分别为芨芨草、羽茅(*Achnatherum sibiricum*)、沙芦草(*Agropyron mongolicum*)、西伯利亚冰草(*Agropyron sibiricum*)、准格尔看麦娘(*Alopecurus songoricus*)、燕麦草(*Arrhenatherum elatius*)、白羊草(*Bothriochloa ischaemun*)、鸭茅(*Dactylis glomerata*)、羊草(*Leymus chinensis*)、赖草(*Leymus secalinus*)、粟草(*Milium effusum*)、狼尾草(*Pennisetum alopecuroides*)、白草(*Pennisetum centrasiaticum*)、鹼草、猫尾草(*Uraría crinita*)、星星草(*Puccinellia tenuiflora*)、短柄鹅观草(*Roegneria brevipes*)、大米草(*Spartina anglica*)、无芒雀麦(*Bromus inermis*)、柳枝稷、荻、芦竹和杂交狼尾草。目前这些草主要用于饲草、造纸原料或生态修复, 而作为能源草以生产生物质原料为目的的主要有柳枝稷、芒草、芦竹和杂交狼尾草 4 类, 它们在产量上较其他草种具有明显优势。

表 1-1 我国北方地区多年生草资源的产量和品质特征

中文名	拉丁名	光合特征	株高/cm	报道产量/(t/hm^2)
芨芨草	<i>Achnatherum splendens</i>	C_3	50~250	2.00~3.00
羽茅	<i>Achnatherum sibiricum</i>	—	50~150	4.50~5.30
沙芦草	<i>Agropyron mongolicum</i>	C_3	40~90	2.30~3.00
西伯利亚冰草	<i>Agropyron sibiricum</i>	C_3	30~60	6.38*
准格尔看麦娘	<i>Alopecurus songoricus</i>	—	40~80	3.75
燕麦草	<i>Arrhenatherum elatius</i>	—	100~150	7.50~9.40*
白羊草	<i>Bothriochloa ischaemun</i>	C_4	25~80	9.00
鸭茅	<i>Dactylis glomerata</i>	C_3	70~120	9.40*
羊草	<i>Leymus chinensis</i>	C_3	30~90	3.00~7.75
赖草	<i>Leymus secalinus</i>	C_3	45~100	4.00~11.00
粟草	<i>Milium effusum</i>	—	90~150	5.43*
狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	C_4	30~125	6.25*

续表

中文名	拉丁名	光合特征	株高/cm	报道产量/ (t/hm ²)
白草	<i>Pennisetum centrasiatricum</i>	C ₄	30~120	11.50
鹧草	<i>Phalaris arundinacea</i>	C ₃	60~140	10.60
猫尾草	<i>Uraria crinita</i>	C ₃	10~100	9.40~15.00*
星星草	<i>Puccinellia tenuiflora</i>	—	30~60	5.50~7.50
短柄鹅观草	<i>Roegneria brevipes</i>	C ₃	30~120	8.25~11.25
大米草	<i>Spartina anglica</i>	C ₄	20~150	3.75~7.50*
无芒雀麦	<i>Bromus inermis</i>	C ₃	90~130	4.50~6.00
柳枝稷	<i>Panicum virgatum</i>	C ₄	150~300	6.77~28.33
荻	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	C ₄	246~383	7.00~29.67
芦竹	<i>Arundo donax</i>	C ₃	400~486	16.17~34.46
杂交狼尾草	<i>Pennisetum americanum</i> × <i>Pennisetum purpureum</i>	C ₄	4.19~4.30	40.14~59.22

注：① “*” 表示文献中报道的产量数据为鲜重，按照 70% 的含水率折算为干重数据；② “—” 表示文献中没有说明该草种的光合特征

(一) 柳枝稷

柳枝稷是多年生草本 C₄ 植物，植株高大、根系发达，在美国南部地区，柳枝稷株高可以超过 300cm，根深可达 350cm，生物产量可达 20t/hm² 以上；叶型紧凑，叶子正反两面都有气孔；具有根茎，可以产生分蘖，在条件适宜的情况下大多数分蘖均可成穗；圆锥状花序，长 15~55cm，分枝末端有小穗；种子坚硬、光滑且具有光泽，新收获的种子具有较强的休眠性，品种间千粒重变化较大，为 0.7~2.0g。柳枝稷寿命较长，一般在 10 年以上，如果管理较好可达 15 年以上。

柳枝稷是异花授粉作物，具有较强的自交不亲和性；其基本染色体数为 9，大部分品种为四倍体、六倍体和八倍体。柳枝稷可以分为低地和高地两种生态型，低地生态型茎秆较高、较粗，适应于温暖潮湿的环境，主要分布在美国南部地区，高地生态型茎秆稍细矮，且生长较慢，主要分布在美国中部和北部地区；低地生态型品种多为四倍体，高地生态型品种多为六倍体或八倍体。研究表明，无论生态型是否相同，只要染色体倍数相同就可以杂交，这为两种生态型品种之间进行杂交、培育新品种创造了条件。

作为 C₄ 植物，与 C₃ 植物相比，柳枝稷对生长温度要求较高。Hsu 等研究发现，柳枝稷萌发的最低温度为 10.3℃，当土壤温度低于 15.5℃ 时，种子萌发很慢；柳枝稷生长的最适温度在 30℃ 左右。不同的品种对温度要求不同，起源于低纬度地区的品种对温度要求较高。柳枝稷在每个生长季节结束时都要经历寒冷的冬天，品种的抗寒性直接决定了其能否顺利越冬，从而影响其种植范围。研究表明，柳

枝稷经抗寒锻炼后可以忍受 $-22\sim-19^{\circ}\text{C}$ 的低温。柳枝稷的抗寒性存在差异,并且有遗传变异发生,说明可以通过育种途径筛选抗寒性强的品种,从而扩大柳枝稷的种植范围,这对于提高生物质能源产量具有重要意义。

柳枝稷具有明显的光周期特性,它是短日植物,短日照条件下才可开花。柳枝稷的光周期特性群体间存在遗传变异,此性状可以选育。Esbroeck 等研究表明,从‘Alamo’种质资源中筛选出的后代可以比父母本提前 10d 或推迟 12d 开花。同一品种如果种植在不同纬度,其光周期反应不同,低纬度起源的品种如果种植在高纬度地区,开花会延迟,因为高纬度地区达到其临界日长的时间较晚。在柳枝稷能源生产系统中,可以充分利用其光周期特性,在保证柳枝稷能够顺利越冬的情况下尽量推迟其开花期以延长营养生长期,从而获得较高的生物质产量。

柳枝稷具有很强的适应性,这种适应性来源于其丰富的基因型,可能是柳枝稷在长期的进化过程中,与不同环境相互作用的结果。柳枝稷的适应性主要表现在两个方面,一是地理分布范围广,二是能够适应多种土壤环境。柳枝稷地理分布范围广,它起源于北美,在美国大部分地区均可种植,此外,阿根廷、英国、中国、印度、日本、希腊、意大利等许多国家都开展了引种试验,结果表明柳枝稷在这些国家也可以种植。两种生态型的柳枝稷地理分布不同,低地生态型喜欢温暖潮湿的环境,适合在低纬度地区种植,高地生态型则喜欢稍微干燥的环境,适合在中高纬度地区种植,这主要是因为两种生态型的柳枝稷起源地理位置不同。不同起源的柳枝稷品种只有种植在与其起源位置相近的地区才能表现出较高的产量和生态适应性。例如,起源于北美东部地区的品种种植到西部地区产量就会降低,反之亦然。

柳枝稷可适应砂土、黏壤土等多种土壤类型,且具有较强的耐旱性,甚至在岩石类土壤中也能生长良好,其适宜生长的土壤 pH 为 $4.9\sim 7.6$,在中性条件下生长最好。柳枝稷能够适应苛刻的土壤条件,并且有较高的水肥利用效率,其原因是柳枝稷根系与真菌互惠共生形成菌根,菌根可以调节柳枝稷对干旱、养分贫瘠、病原菌、重金属污染等不良环境的反应。盆栽试验和大田试验都证明菌根有利于养分吸收,可以提高柳枝稷的产量和抗性,减少生产过程中的化肥投入,这对以能源为目标的柳枝稷生产非常有利。

(二) 芒草

芒草为禾本科芒属草本类植物的简称,大约有 13 种,分布于中国和日本,我国有 2 种 8 变种,分别为荻 (*M. sacchariflorus*) 和南荻 (*Miscanthus lutarioriparius*),南荻又分为南荻(原变种) (*Miscanthus lutarioriparius* var. *lutarioriparius* L. Liu)、突节荻

(*Miscanthus lutarioriparius* var. *elevatinodis* L. Liu et P. F. Chen)、岗柴 (*Miscanthus lutarioriparius* var. *gongchai* L. Liu)、平节荻 (*Miscanthus lutarioriparius* var. *planiodis* L. Liu)、刹柴 (*Miscanthus lutarioriparius* var. *shachai* L. Liu)、茅荻 (*Miscanthus lutarioriparius* var. *gracilior* L. Liu et P. F. Chen) 和君山荻 (*Miscanthus lutarioriparius* var. *junshanensis* L. Liu) 7 个变种。荻高 1.0~1.5m, 直径约 5mm, 具十多节, 具有发达的长匍匐根状茎, 产于黑龙江、吉林、辽宁、山西、河南、山东、甘肃及陕西等省, 生于山坡草地和平原岗地、河岸湿地; 南荻高 3~6m, 最高可达 7.2m, 直径 1.5~2.5cm, 最大可达 4.7cm, 具 30~42 节, 具有十分发达的根状茎, 分布于长江中下游以南的湖泊、淤滩及江河岸边。

芒属能源草的染色体基数为 19。芒的染色体为二倍体 ($2n=2x=38$), 荻种内的染色体有二倍体、三倍体、四倍体和五倍体, 荻属种间和种内都有多倍化现象。芒属为异花传粉, 自交不亲和, 而个体间、变种间及种间杂交的结实率高, 在自然条件下很容易产生种间杂种 (解新明等, 2008)。三倍体的奇岗就是一个天然杂交种 ($2n=54$), 可能是由四倍体的荻 ($2n=4x=76$) 和二倍体的芒 ($2n=2x=38$) 天然杂交而产生的, 比亲本具有更强的生命力。

芒属能源草的光合途径为 C_4 途径。荻光合速率日变化为一典型的双峰曲线, 午后光合作用有一低谷。5~6 月荻的光合速率最高, 7 月中下旬至 8 月上旬明显减弱, 9 月初又有回升。荻的最高光合速率可达 $50\text{mgCO}_2/(\text{dm}^2\cdot\text{h})$, 比水稻高出 50% 以上, 同玉米比较接近。最上位完全抽出叶的光合速率最高, 降低一个叶位, 光合速率降低 8%~15%, 未完全抽出的幼叶的光合速率低于已完全抽出的上位叶, 同一叶片以中部的的光合速率最高。芒是长日照作物 (Lewandowska et al., 2003), 辐射利用率较高, 生长速率很快, 拔节期可达 3cm/d , 分蘖期为 $0.5\sim 1.0\text{cm/d}$ 。芒的叶面积指数夏季最高, 可达 6.5~10.0, 秋季由于叶子枯萎变黄, 叶面积指数开始下降。

芒属能源草均为多年生, 生育期的划分还没有明确的界定, 一般可以分为苗期 (返青期)、拔节期、分蘖期、抽穗开花期、成熟期。荻在江汉平原, 3 月初返青, 9 月中旬至 10 月中旬开花结实, 10 月下旬枯萎; 在山东省微山县, 4 月上旬播种, 下旬出苗 (日均气温为 12°C 时), 6 月中旬开始拔节 (从出苗到拔节历时 40~45d), 7 月上旬开始产生第二分蘖 (从拔节到分蘖约需 20d, 第 5 节形成时开始产生第一分蘖), 9 月抽穗开花 (5~8 月是生长速度最快的时期), 10 月下旬停止生长, 翌年 3 月中旬返青。

芒属能源草起源于亚洲, 在我国南至台湾, 北至黑龙江, 东至沿海各省, 西至四川、陕西等省均具有不同种的该类植物分布, 适宜山地、丘陵、荒坡、原野、撂荒地、湿谷低地、河岸湿地等多种类型的生境条件。

芒属能源草在欧洲也有广泛的适应性, 能够适应多种类型的土壤, 在砂壤土上建植最好; 侵袭、生长、繁殖、竞争和生态适应能力强, 常常成为山地、丘陵、