

Hese Zhongmai Sicao
Gaoliang Pinzhong Yinjin ji Liyong

褐色中脉饲草高粱 品种引进及利用

王显国 薛建国 刘贵波 胡东良●主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

554
81

本书由大北农教育基金学术专著专项资助出版

褐色中脉饲草高粱 品种引进及利用

王显国 薛建国 刘贵波 胡东良 主编

中国农业大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书以褐色中脉(BMR)饲草高粱在全国7个试验点的引种评价及饲喂试验结果为基础,重点介绍了各引进品种在我国东北、华北、华东、西北和西南地区的适应性及饲喂效果;同时,总结了国内外褐色中脉饲草高粱相关进展并对褐色中脉饲草高粱的栽培和育种进行了相关介绍。全书共分为5章:第1章为褐色中脉饲草高粱品种引种评价,第2章为褐色中脉饲草高粱农艺性状与饲用价值,第3章为饲草高粱栽培学特性与栽培技术,第4章为饲草高粱生产技术规范,第5章为褐色中脉饲草高粱育种技术及良繁体系。

图书在版编目(CIP)数据

褐色中脉饲草高粱品种引进及利用/王显国,等主编. —北京:中国农业大学出版社,2013.12

ISBN 978-7-5655-0874-5

I. ①褐… II. ①王… III. ①高粱-牧草-栽培技术 IV. ①S54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 296810 号

书 名 褐色中脉饲草高粱品种引进及利用

作 者 王显国 薛建国 刘贵波 胡东良 主编

责任编辑 张蕊 刘耀华

责任校对 陈莹 王晓凤

封面设计 郑川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷

规 格 787×980 16开本 15.25印张 280千字 彩插2

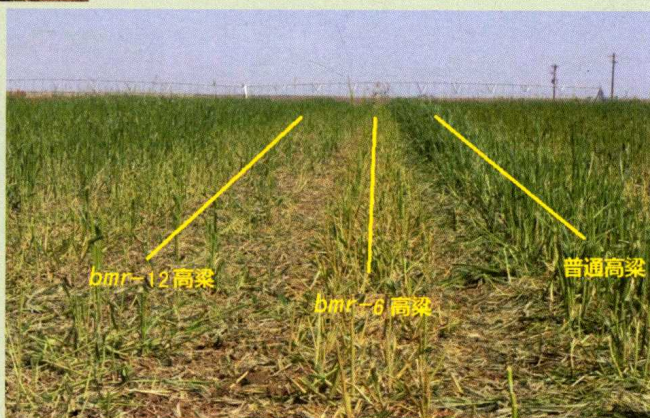
定 价 40.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换



彩图 1 美国 Richardsons 公司放牧试验（王显国摄影）

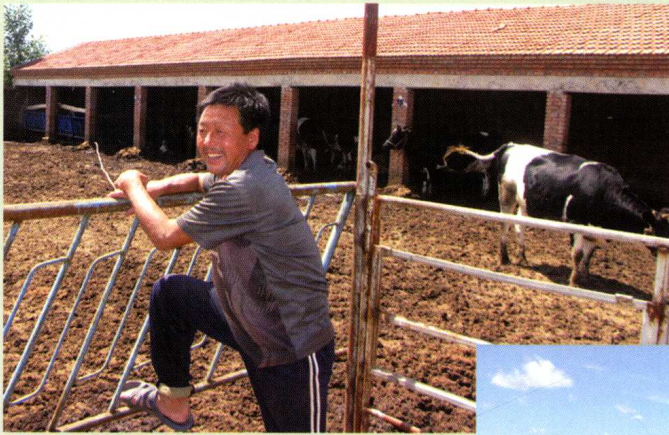
彩图 2 放牧试验显示肉牛对不同
类型高粱采食差异（王显国摄影）



彩图 3 不同叶脉类型饲草高粱茎叶
形态差异（李源摄影）

彩图 4 项目组在赤峰市林西县开展
奶牛饲喂褐色中脉饲草高粱青贮试验





彩图 5 试验场地及工作人员

彩图 6 项目负责人王显国与
试验人员合影



彩图 7 试验用青贮料

彩图 8 项目组负责人王显国
参观美国德州农工大学饲草高
粱品比试验田





彩图 9 项目组邀请澳大利亚太平洋种业公司高粱育种负责人 Wayne Chesher 来华交流褐色中脉饲草高粱育种和栽培利用技术

彩图 10 澳大利亚太平洋种业公司高粱育种负责人 Wayne Chesher 参观试验田



彩图 11 项目组在国家牧草产业技术体系黄骅试验站考察

彩图 12 项目组在国家牧草产业技术体系黄骅试验站（黄骅试验点）现场考察引种褐色中脉饲草高粱的生长情况





彩图 13 参观河北省农林科学院旱作农业研究所位于海南三亚的饲草高粱南繁试验田

彩图 14 参观河北省农林科学院旱作农业研究所位于衡水市的饲草高粱育种试验田



彩图 15 开展褐色中脉饲草高粱育种试验（通辽市农业科学院海南南繁基地）

本书试验研究由农业部“948”褐色中脉饲
草高粱品种资源和育种技术引进项目(编号:
2011-Z17)资助完成。

编写人员

主 编 王显国 中国农业大学
薛建国 中国科学院
刘贵波 河北省农林科学院
胡东良 北京佰青源畜牧业科技发展有限公司

副主编 李 源 河北省农林科学院
韩云华 西北农林科技大学
房丽宁 北京佰青源畜牧业科技发展有限公司

参 编 (按姓氏拼音排序)

鲍青龙 赤峰市草原工作站
丁成龙 江苏省农业科学院
顾洪如 江苏省农业科学院
贾春林 山东省农业科学院
李 岩 内蒙古通辽农业科学院
刘 芳 全国畜牧总站
刘宏亮 中国农业大学
刘庭玉 内蒙古民族大学
刘振宇 河北省农林科学院
刘忠宽 河北省农林科学院
廖祥龙 云南省草地动物科学研究院
潘多锋 黑龙江省农业科学院
盛亦兵 山东省农业科学院
申忠宝 黑龙江省农业科学院
王伟光 中国农业大学
王文虎 甘肃大业草业有限公司
王振国 内蒙古通辽农业科学院

谢楠	河北省农林科学院
薛世明	云南省草地动物科学研究院
玉柱	中国农业大学
闫敏	全国畜牧总站
张泉	酒泉大业种业有限公司
张玉霞	内蒙古民族大学
张永亮	内蒙古民族大学
赵海明	河北省农林科学院
赵淑芬	赤峰市林西县草原站
智健飞	河北省农林科学院

前 言

随着我国畜牧业的迅猛发展,对优质、高产饲草的需求显著增加,进而推动我国饲草产业取得了长足的进步,但饲草产业发展速度远不能满足畜牧业发展的需求。饲草资源匮乏、价格偏高一直是限制我国畜牧业特别是乳业发展的重要因素,开发新的优良饲草资源、提高饲草产量对保障畜牧业可持续发展具有重要意义。

高粱是世界第五大作物,具有适应性强、耐贫瘠、抗旱性强、生物量高等优点,这些优点决定了其具有成为良好的饲草作物和能源原料的潜力。普通饲草高粱农艺性状优良,但由于其茎叶中木质素含量较高,影响反刍动物消化和能源的转化效率,降低了其应用价值。本书中介绍的褐色中脉(BMR)饲草高粱是一种高粱的突变体,其特征是在茎髓和叶的中脉产生褐色的色素沉积,导致茎髓和叶中脉呈现褐色,该种突变体能明显降低高粱植株的木质素含量,显著提高高粱的饲喂品质和转化率。褐色中脉饲草高粱在国外的研究起始于 20 世纪 70 年代,至今已有 30 多年的历史,我国对褐色中脉饲草高粱的研究刚起步,近几年有山西省农业科学院和安徽科技学院、河北省农林科学院、中国农业大学进行了一些品比试验、品种改良利用和基因定位研究。

本项目组在全国布置了 7 个试验点开展引种评价试验,每个试验点均进行了 2 个试验,一个多次刈割试验和一个立足青贮利用比较试验。本书在各个试验点结果基础上,总结出每个试验点中不同褐色中脉饲草高粱的农艺性状表现,提出了各个试验点的最适宜品种及最佳利用方式。在统一分析全国 7 个试验点数据的基础上,得到某一品种在不同气候条件下的适应性,为各地引种提供依据。在介绍国外褐色中脉饲草高粱品质研究结果的基础上,分析了引进饲草高粱的饲料品质。在总结栽培管理数据与品质分析数据的基础上,提出褐色中脉饲草高粱的栽培利用技术,为全国及各地利用褐色中脉饲草高粱提供参考。本书的最后主要介绍了褐色中脉饲草高粱的育种技术。全书共分为 5 章,第 1 章由王显国、薛建国、韩云华撰写,第 2 章由王显国、玉柱、韩云华、王伟光、薛建国撰写,第 3 章、第 5 章由李源、刘贵波、赵海明撰写,第 4 章由王显国、薛建国撰写,各节实验完成人或生产技术规范完成人见正文。

由于褐色中脉饲草高粱在我国的研究刚刚起步,在编写过程中,编者广泛搜集、整理了大量国外褐色中脉饲草高粱相关文献,引用了大量最新研究成果。随着

对褐色中脉饲草高粱研究的深入,本书的一些观点可能会有所变动,不当之处敬请读者批评指正。

本书研究成果由农业部“948”褐色中脉饲草高粱品种资源和育种技术引进项目(编号:2011-Z17)、国家牧草产业技术体系项目(CARS-35)、国家农业行业科技专项(编号:201303061)资助完成,本书出版还得到了大北农教育基金学术专著专项的资助,在此表示衷心的感谢!

编 者

2014年3月

目 录

第 1 章 褐色中脉饲草高粱品种引种评价	1
1.1 河北省黄骅地区引种评价试验结果	1
1.2 甘肃省酒泉地区引种评价试验结果	13
1.3 江苏省南京地区引种评价试验结果	22
1.4 黑龙江省绥化地区引种评价试验结果	34
1.5 河北省衡水地区引种评价试验结果	45
1.6 云南省昆明地区引种评价试验结果	57
1.7 内蒙古自治区通辽地区引种评价试验结果	69
1.8 全国 7 个试验点综合分析试验结果	77
第 2 章 褐色中脉饲草高粱农艺性状与饲用价值	90
2.1 国外褐色中脉饲草高粱相关研究进展	90
2.2 引进褐色中脉饲草高粱品种的营养价值评价	97
2.3 引进褐色中脉饲草高粱品种的饲喂效果评价	105
第 3 章 饲草高粱栽培学特性与栽培技术	114
3.1 高丹草新品种在海河低平原区的引进筛选	115
3.2 海河低平原区高丹草播期效应的研究	122
3.3 适宜高丹草田利用的除草剂筛选	127
3.4 高丹草营养生长与饲用品质变化规律的分析	130
3.5 种植密度和留茬高度对高丹草生产性能的影响	143
3.6 高丹草抗旱性评价研究	150
3.7 高丹草耐盐性评价研究	159
3.8 高丹草水肥运筹技术的研究	168
3.9 高丹草栽培种植模式的研究	174
第 4 章 饲草高粱生产技术规范	179
4.1 衡水地区高丹草生产技术规范	179
4.2 酒泉地区饲草高粱、高丹草和苏丹草生产技术规范	182
4.3 赤峰地区高丹草生产技术规范	185
4.4 黄骅地区饲草高粱生产技术规范	186

4.5 通辽地区饲草高粱和高丹草生产技术规范 188

4.6 绥化地区饲草高粱和高丹草生产技术规范 190

4.7 饲草高粱混种扁豆生产技术规范 194

4.8 江苏省饲草高粱和苏丹草生产技术规范 196

4.9 黄河三角洲地区饲草高粱和高丹草生产技术规范 201

第5章 褐色中脉饲草高粱育种技术及良繁体系 205

5.1 褐色中脉饲草高粱的改良途径 205

5.2 褐色中脉饲草高粱亲本系的选育技术 209

5.3 褐色中脉饲草高粱杂交组合的选配技术 217

5.4 褐色中脉饲草高粱杂交种种子生产技术 221

5.5 褐色中脉饲草高粱研究存在的问题及展望 224

附录 227

附录1 全国高粱品种区域试验调查记载项目及标准 227

附录2 全国草品种区域试验禾本科牧草观测项目与记载标准 231

第1章 褐色中脉饲草高粱 品种引种评价

饲草是发展草业的物质基础。优良饲草在畜牧业饲料供给中起着决定性作用,国内外都十分重视优良饲草新品种的选育和引进工作。高粱具有抗旱、耐涝、耐盐碱和适应性强等特性,是世界第五大粮食作物,同时又是一种优质饲料作物。在国外把饲草高粱、苏丹草、高丹草统称为饲草高粱(forage sorghum)。褐色中脉(brown mid rib, BMR)是指叶脉和茎秆木质部呈棕灰或红棕色的自然或化学突变体。研究发现,叶片中脉颜色与木质素含量和组成有着密切的关系,一般认为总木质素含量和木质素单体的组成比例对细胞壁的可消化性影响较大。BMR 饲草高粱与普通饲草高粱相比,木质素含量降低 40%,显著提高了叶和秸秆的适口性,各种放牧家畜特别喜食,同样的饲喂量可获得更高的效益。本研究通过在全国安排 7 个试验点(图 1-1),对国外引进的 15 份饲草高粱和 3 份对照饲草高粱的生产性能进行分析评价,以期筛选出适宜不同地区的优良品种,为高粱属饲料作物的栽培利用和生产提供一定的参考依据。

1.1 河北省黄骅地区引种评价试验结果

1.1.1 多次刈割组试验结果*

1.1.1.1 试验地概况

试验于 2011 年 5 月至 2011 年 9 月在河北省农林科学院农业资源环境研究所国家牧草产业体系沧州(黄骅)综合试验站进行,黄骅市位于北纬 $38^{\circ}09'$ ~ $38^{\circ}39'$,东经 $117^{\circ}05'$ ~ $117^{\circ}49'$,气候属于暖温带大陆性季风气候,冬春寒冷而雨雪稀少,夏季炎热而雨水丰沛,全年平均降水量 656.5 mm,且 65% 的降水量集中在 7—8 月份;平均年水面蒸发量为 1 980.7 mm,是该区域年降水量的 3 倍,年平均气温 12.5°C ,日照时数 2 700 h。供试土壤为潮土,高粱种植地为盐碱地,基础养分含

* 本部分已形成论文发表在《河北农业科学》2011 年第 11 期。

量:有机质 1.649%,全氮 0.099%,全磷 0.176%,全钾 2.243%,速效氮 45.85 mg/kg,速效磷 2.81 mg/kg,速效钾 347.40 mg/kg,pH 为 8.75,全盐含量0.74% (数据由河北省农林科学院资源环境研究所提供)。

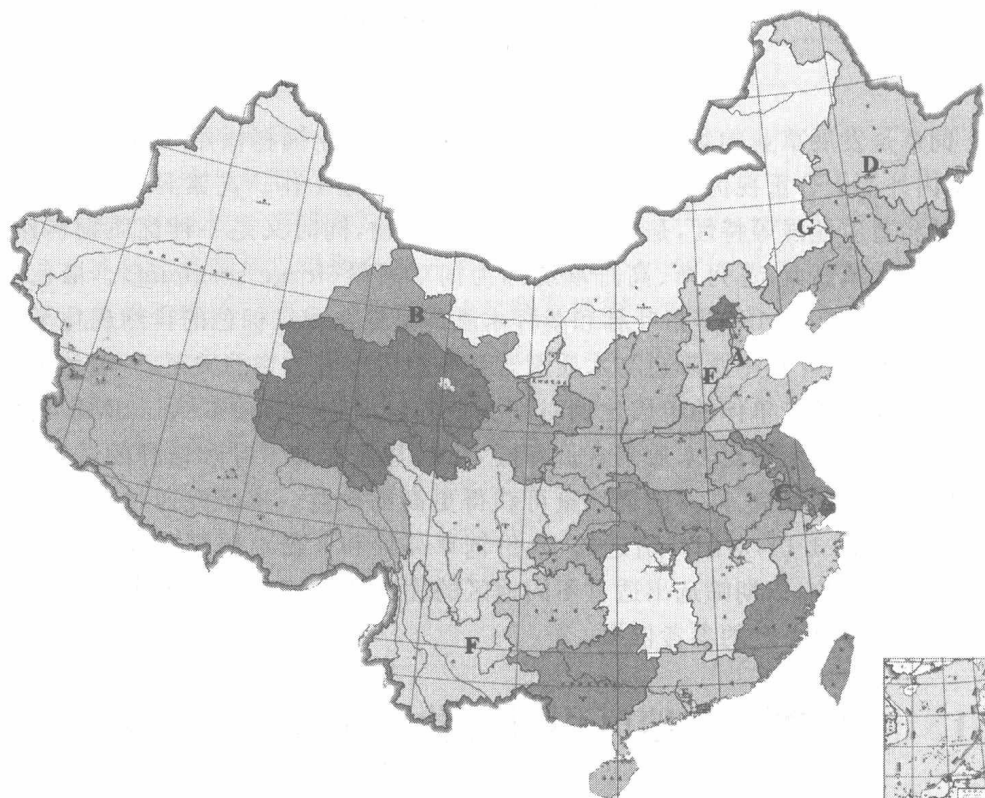


图 1-1 全国试验点分布图

A:河北省黄骅市;B:甘肃省酒泉市;C:江苏省南京市;D:黑龙江绥化市;
E:河北省衡水市;F:云南省昆明市;G:内蒙古自治区通辽市

1.1.1.2 材料与方法

1. 试验材料

参试材料由北京佰青源畜牧业科技发展有限公司从国外引进(表 1-1),其中 8 份 BMR 杂交高粱,大力士为对照(CK);4 份 BMR 苏丹草,新苏 2 号为对照;6 份 BMR 高丹草,健宝为对照。其中 23402、23419、26837、22050、22053、F8421、F8423 为 *bmr-6* 基因型,Latte、Big Kahuma、Sweet Virginia 为 *bmr-12* 基因型。

表 1-1 供试材料和原产地

植物	学名	品种名	原产地
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	大力士(CK)	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	23402	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	23419	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Latte	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Big Kahuma	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Elite	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	26837	美国
高粱	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Sweet Virginia	美国
苏丹草	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.	新苏 2 号(CK)	中国
苏丹草	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.	Enorma	美国
苏丹草	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.	Brasero	美国
苏丹草	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.	SS2	美国
高丹草	<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Sorghum sudanense</i>	健宝(CK)	澳大利亚
高丹草	<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Sorghum sudanense</i>	22043	美国
高丹草	<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Sorghum sudanense</i>	22053	美国
高丹草	<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Sorghum sudanense</i>	22050	美国
高丹草	<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Sorghum sudanense</i>	F8421	澳大利亚
高丹草	<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Sorghum sudanense</i>	F8423	澳大利亚

2. 试验方法

采用随机区组设计, 18 份材料, 每份材料 3 个重复, 小区面积为 $3.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m}$ 。于 2011 年 5 月份播种, 条播, 每小区播种 6 行, 保苗 20 000 株/亩 ($1 \text{ 亩} = 667 \text{ m}^2$), 四周均设保护行。于各供试材料株高达到 1.2 m 以上时刈割, 留茬高度 15 cm。适时进行田间杂草防除, 定期观测、记录。试验过程不使用杀虫、除草、生长调节剂。

3. 测定项目与方法

(1) 鲜草产量测定 单位面积土地上所收获的地上部分的全部产量, 以 kg/hm^2 为单位。将每个小区的两边行和地头 0.5 m 去除, 刈割其余植株测量鲜重, 晒干后测干重, 测得的小区鲜重和干重的比值为鲜干比。