

DOI:10.11829/j.issn.1001-0629.2015-0618

王炜, 崔明九, 秦春林, 陈琛, 罗俊杰. 基于文献计量的甜高粱研究态势分析. 草业科学, 2016, 33(9): 1846-1858.

Wang W, Cui M J, Qin C L, Chen C, Luo J J. Status and trends of sweet sorghum research based on bibliometrics. Pratacultural Science, 2016, 33(9): 1846-1858.

## 基于文献计量的甜高粱研究态势分析

王炜<sup>1</sup>, 崔明九<sup>1</sup>, 秦春林<sup>2</sup>, 陈琛<sup>1</sup>, 罗俊杰<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070;

2. 甘肃省农业科学院农业经济与信息研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**甜高粱(*Sorghum bicolor*)是一种重要的饲用和能源作物。近年来,国内外对其的相关研究越来越多。为了解该领域的研究现状,挖掘重点研究主题和热点,本研究基于 Scopus 和 CNKI 数据库,利用文献计量学方法,从发文量、发文国家和机构、高被引论文、核心作者、载文期刊、关键词等方面,对国内外发表于1985—2015年的有关甜高粱的论文进行了分析。结果表明,近十年来,甜高粱方面的相关研究处于非常活跃的态势,论文发表量增长迅猛,利用甜高粱生产乙醇的技术是目前国内外的研究热点。中国甜高粱的研究总体居世界先进水平,发文量、研究机构和核心作者数量等指标均为全球第一;中国科学院,上海交通大学以及辽宁、黑龙江、新疆等省级农科院作为国内主要研究机构,以品种选育、乙醇制取技术、抗逆性、种质资源引进和鉴定及评价等为重点研究方向,开展了大量卓有成效的工作,有力地促进了甜高粱产业的发展。本研究可为相关研究者和决策者提供参考。

**关键词:**甜高粱;文献计量;Scopus 数据库;CNKI 数据库

**中图分类号:**S514.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0629(2016)9-1846-13\*

### Status and trends of sweet sorghum research based on bibliometrics

Wang Wei<sup>1</sup>, Cui Ming-jiu<sup>1</sup>, Qin Chun-lin<sup>2</sup>, Chen Chen<sup>1</sup>, Luo Jun-jie<sup>1</sup>

(1. Bio-technology Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;

2. Institute of Agricultural and Economic Information, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) is an important forage and bioenergy crop. A rapidly growth of literatures on sweet sorghum has been shown in recent years. From the perspective of understanding the status of current researches, particularly focusing on the hot issues on this topic, the major purpose of this paper is to analyze the literatures on sweet sorghum published during 1985—2015 using bibliometric methods based on Scopus and CNKI database, with aspects of the issued amount, countries and institutions, highly cited papers, core authors, journals, and keyword, etc. The results indicated that the studies on sweet sorghum were very active, the amount of papers increased fast in the last decade. The study on bio-ethanol production using sweet sorghum as feedstock is a popular research topic in this area. Overall, research on sweet sorghum in China has been in the advanced level in the world, the number of research papers and institutions, as well as the core authors have been ranked as No. 1 in the world. The main domestic research institutions including Chinese Academy of Sciences, Shanghai Jiaotong University, and the Provincial Academy of Agricultural Sciences in Liaoning, Heilongjiang and Xinjiang, have been carried out fruitful work on variety breeding, the technology of bio-ethanol production, resistance traits, germplasm introduction, identification and evaluation. The research achievements have effectively promoted the development of sweet sorghum industry. The study results could

\* 收稿日期:2015-11-03 接受日期:2016-01-19

基金项目:甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目(GNSW-2015-20);甘肃省农科院科技创新工程学科团队(2015GAAS02)

第一作者:王炜(1975-),男,甘肃武山人,助理研究员,硕士,研究方向为分子与细胞工程育种。E-mail:haplodbreeding@163.com

通信作者:罗俊杰(1962-),男,陕西华县人,研究员,博士,研究方向为旱作栽培与生物技术育种。E-mail:hnsjljje@163.com

provide reference for researchers and policy-makers on sweet sorghum industry.

**Key words:** sweet sorghum(*Sorghum bicolor*); bibliometric analysis; Scopus database; CNKI database

**Corresponding author:** Luo Jun-jie E-mail: hnsljie@163.com

文献贯穿于整个科研过程,科研论文的数量和质量是反映科研产出能力及科研活动活跃程度的重要指标<sup>[1-2]</sup>。文献计量法是基于文献信息,借助文献的多种特征值,利用数学与统计学,描述、评价和预测学科研究现状与发展趋势的一种分析方法。该方法由于能从多方面多角度揭示学科的整体布局、学科优势和发展方向而逐渐受到科学界的重视,目前已被国内外学者广泛应用于多种领域的学科分析<sup>[3-6]</sup>。在农业研究领域,文献计量学能应用于园艺学基础研究发展状况的分析<sup>[1]</sup>,以及国内外水稻(*Oryza sativa*)的研究现状和发展态势的研究<sup>[7-8]</sup>;Josef和Sanja<sup>[9]</sup>对德国部分水果的相关文献进行了计量学分析;魏珣等<sup>[10]</sup>利用文献计量学方法对世界家畜种业科技创新研究态势进行了分析。

甜高粱(*Sorghum bicolor*)是一种重要的饲用和能源作物,具有较高的生物产量、较强的抗逆性和耐贫瘠能力以及广泛的适应性,在土地贫瘠和投入低下的干旱和半干旱地区有较大的发展潜力<sup>[11]</sup>。甜高粱用途广泛,其茎秆富含汁多糖,可生产生物乙醇;叶片富含蛋白可用做饲料;籽粒可被食用或酿酒<sup>[12]</sup>。近年来,由于面临能源短缺和生态环境恶化的双重危机,甜高粱开始受到人们的广泛关注。人们对甜高粱的研究可以追溯到20世纪中期,尤其是近十年来,国内外相关文献呈现快速增长趋势。本研究通过文献计量学分析方法,分析探讨了国内外甜高粱的研究现状以及该领域的研究热点和发展趋势,以期为相关科研人员和决策者提供借鉴和参考。

## 1 研究方法

### 1.1 数据来源与研究方法

本研究所用数据来源于两部分,英文文献信息来源于Scopus数据库(<http://www.scopus.com>),Scopus 是世界最大的摘要和引文数据库,涵盖了15 000种科学、技术及医学方面的期刊。检索全球1985—2015年发表的文献题名、关键词或摘要中含有“sweet sorghum”的文献,文件类型限定为“paper”和“paper in press”。

中文文献信息来源于中国知网(CNKI)(<http://www.cnki.net>),在知网的高级检索中,在“选择学科”中勾选“基础科学”、“工程科技 I 和 II”、“农业科技”和

“经济与管理科学”,在“跨库选择”中勾选“期刊”、“特色期刊”和“学术辑刊”,以主题词为“甜高粱”检索1985—2015年期间发表的文献。检索截止时间为2015年10月20日。

### 1.2 评价指标

本研究采用的评价指标主要有以下5个。

**发文量:**作者、机构或国家在一定时间内发表的论文数量。

**被引频次:**作者、机构或国家在一定时间内发表的论文被其它论文引用的次数。

**篇均被引频次:**作者、机构或国家在一定时间内发表的论文被其它论文引用的次数与其发文量之比。

**H指数(H):**作者、机构或国家在一定时间内发表的论文至少有H篇的被引频次大于或等于H次。

**普莱斯公式:** $M=0.749(\eta_{\max})^{1/2}$ , $\eta_{\max}$ 为最高产作者发表的论文数,论文数在M篇以上的作者为核心作者<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

甜高粱作为粒用高粱的一个变种,在国内外早期报道通常没有将其专门提出来。在Scopus数据库中,最早有关甜高粱的论文始于1978年巴西学者<sup>[14]</sup>发表于Science上的文章,该文指出甜高粱是一种可生产乙醇的重要能源作物<sup>[14]</sup>;而在CNKI数据库中最早的是前苏联作者利用甜高粱汁液酿造蜂蜜的报道<sup>[15]</sup>。在检索范围内,从Scopus检索到820篇,CNKI中检索到1 875篇文献。

### 2.1 年度发文量统计分析

在1985—2006年的20余年间,Scopus收录有关甜高粱的文献年均不到7篇(年均6.82篇),CNKI收录的年均不到30篇(年均28.45篇)(图1)。无论在Scopus还是CNKI中,2006年均可以看作一个重要节点,当年收录在Scopus和CNKI中的论文数量分别较2005年增长了211%和117%。在Scopus中,自2007—2013年,发文量一直持续增长,在2013年达到峰值(111篇),2014年略有下降,截至2015年10月20日,2015年的发文量与2013年持平。在CNKI中,2008年的发文量达到历史最高值(186篇),之后呈现下降趋势,至2014年回落到与2006年相当的水平,截至2015年10月20日,2015年的发文量与2014年持平。

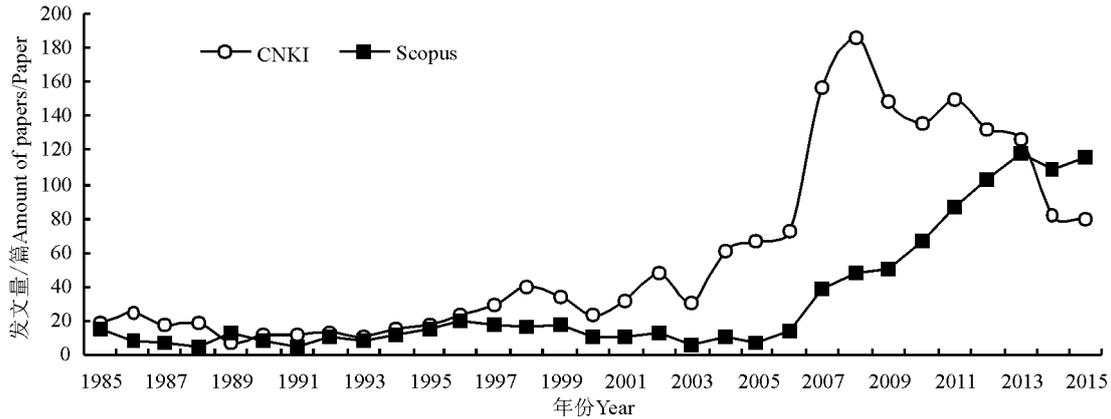


图1 1985—2015年甜高粱相关文献的年份分布情况

Fig.1 The distribution of papers related to sweet sorghum from 1985 to 2015

2006年作为一个重要节点,其宏观背景在于美国在2000—2005年先后提出和通过《生物质研发方案》、《生物质技术路线图》以及《生物燃料安全法案》等政策法规,并决定从2005—2012年资助11亿美元用于生物燃料技术的研发。因此自2005年以来,美国在该领域的研究上取得突破,并超越巴西成为世界上生物质能产业最为发达的国家<sup>[2,16]</sup>。而在我国,2005年通过的《中华人民共和国可再生能源法》和“十一五”规划纲要中分别提出“国家鼓励清洁、高效地开发利用生物质燃料、鼓励发展能源作物”和“加快开发生物质能源”;2006年农业部联合多个部门出台《关于发展生物能源和生物化工财税扶持政策的实施意见》,进一步提出“国家鼓励利用秸秆、树枝等农林废弃物,利用薯类、甜高粱等非粮农作物为原料加工生产生物能源”。国内外这一系列的政策法规使得作为重要能源作物的甜高粱得到人们的普遍关注,极大地促进了对甜高粱的研究,因而相关科技论文呈现爆发式增长。

## 2.2 甜高粱研究的主要国家和核心团队

### 2.2.1 主要研究国家/地区与研究机构

Scopus中检索的结果表明,有66个国家或地区的175家研究机构发表过甜高粱的相关论文,发文章量排名前十位的国家依次为中国、美国、印度、日本、希腊、意大利、泰国、巴西、伊朗和加拿大(表1),但累计被引频次最高的则为美国,篇均被引频次最高的为希腊。在发文章量前十位的机构中,中国科学院发文章最多,为69篇,领先于其它机构;我国有5家研究机构进入前十(表2),美国和希腊分别有3家和2家,印度、泰国和伊朗各1家。由此可见,中国和美国是对甜高粱研究最多的国家,但是希腊和意大利所发表的有关甜高粱的论文则最具国际影响力。

基于CNKI数据库的检索结果表明,我国有近40

家机构从事甜高粱方面的研究。在发文章量排名前十位的机构中(表2),除清华大学和上海交通大学等部分综合性高校外,大部分为各级农业科研院所及农科类大学,且主要集中于辽宁、黑龙江、吉林、新疆、北京、山西等地,表现出明显的地域相关性。中国科学院和辽宁省农业科学院并列为发表有关论文最多的机构,其发文章量是排名第二的沈阳农业大学的1.46倍,显示出其在甜高粱研究上的雄厚实力。

### 2.2.2 甜高粱核心作者分析

Scopus中,甜高粱最高产作者的发文章量为26篇,由普莱斯公式求得M为3.82,以此统计出发表论文4篇以上的核心作者有125位,其中我国有35位,占28%。在发文章量前十位的作者中(表3),有5位来自于中国,其中以上海交通大学的刘荣厚教授在发文章量、被引频次及H指数均为最高,表明其在甜高粱研究方面具有较高的学术水平。

表1 Scopus中甜高粱发文章量居前十位的国家

Table 1 Top 10 countries of published papers on sweet sorghum in Scopus

国家 Country	总发文章量 Amount of paper	被引频次 Cited times	篇均被引 频次 Average cited times	发文章量 排序 Rank
中国 China	207	2 132	10.30	1
美国 USA	181	2 455	13.56	2
印度 India	101	580	5.74	3
日本 Japan	42	232	5.52	4
希腊 Greece	41	949	23.15	5
意大利 Italy	37	786	21.24	6
泰国 Thailand	36	308	8.56	7
巴西 Brazil	27	153	5.67	8
伊朗 Iran	25	194	7.76	9
加拿大 Canada	18	202	11.22	10

表 2 甜高粱发文量居前十位的机构  
Table 2 Top 10 affiliations of publishing papers on sweet sorghum

Scopus			CNKI		
机构/国家 Affiliation/Country	发文量 Amount of paper	排名 Rank	机构 Affiliation	发文量 Amount of paper	排名 Rank
中国科学院/中国 Chinese Academy of Sciences/China	69	1	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	98	1
上海交通大学/中国 Shanghai Jiaotong University/China	31	2	辽宁省农业科学院 Liaoning Academy of Agricultural Sciences	98	1
孔敬大学/泰国 Khon Kaen University/Tailand	30	3	沈阳农业大学 Shenyang Agricultural University	67	2
清华大学/中国 Tsinghua University/China	29	4	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences	52	3
国际半干旱地区热带作物研究所/印度 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics/India	26	5	新疆农业科学院 Xinjiang Academy of Agricultural Sciences	51	4
中国农业大学/中国 China Agricultural University/China	21	6	中国农业大学 China Agricultural University	39	5
德州农工大学/美国 Texas A&M University/USA	20	7	新疆农业大学 Xinjiang Agricultural University	34	6
伊斯法罕大学/伊朗 University of Isfahan/Iran	20	7	黑龙江省农业科学院 Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences	32	7
雅典国家技术大学/希腊 National Technical University of Athens/ Greece	17	8	山西省农业科学院 Shanxi Academy of Agricultural Sciences	29	8
佛罗里达大学/美国 University of Florida/USA	17	8	吉林省农业科学院 Jilin Academy of Agricultural Sciences	29	8
北京化工大学/中国 Beijing University of Chemical Technolo- gy/China	17	8	清华大学 Tsinghua University	24	9
美国农业部农业研究局/美国 USDA Agricultural Research Service/ USA	16	9	天津农学院 Tianjin Agricultural University	24	9
派图拉斯大学/希腊 University of Patras/Greece	13	10	上海交通大学 Shanghai Jiaotong University	21	10

日本东北大学的 Goto 是这些核心作者中从事甜高粱研究时间(1994—至今)最长的作者,其次为刘荣厚;这表明他们两人的工作具有较好的稳定性和持续性。在前十位核心作者中,7 位从事甜高粱生物质能源研究,仅有 3 位分别从事栽培生理学研究。

CNKI 中发文量前十位的作者中(表 3),新疆农业科学院的叶凯排名第一(39 篇),辽宁省农业科学院的

邹剑秋排名第二(32 篇),累计被引频次和篇均被引频次最高的均为辽宁省农业科学院的王艳秋,而 H 指数最高的则为佛山大学的刘晓辉。新疆农业科学院有 3 位研究者进入发文量前十位,辽宁省农业科学院、黑龙江省农业科学院各有两位,佛山大学、中国科学院和中国农业科学院各有一位。以从事甜高粱研究时间的长短来看,邹剑秋、焦少杰超过 20 年,王黎明、王艳秋、刘

表3 甜高粱发文量位居前十的作者  
Table 3 Top 10 authors of publishing papers on sweet sorghum

数据库 Data base	作者 Author	所属机构 Affiliation	发文量 Amount of paper	被引频次 Cited times	篇均被引频 次 Average cited times	H 指数 H-index	发文量 排序 Rank
	刘荣厚 Liu R H	上海交通大学 Shanghai Jiaotong University	26	306	11.77	9	1
	Laopaiboon L	孔敬大学 Khon Kaen University	18	250	13.89	7	2
	Laopaiboon P	孔敬大学 Khon Kaen University	17	248	14.59	7	3
	李四中 Li S Z	清华大学 Tsinghua University	19	152	8.00	5	5
	Reddy B V S	国际半干旱热带作物研究所 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics	17	90	5.29	6	4
Scopus	谭天伟 Tan T W	北京化工大学 Beijing University of Chemical Technology	15	226	15.07	8	6
	Almodares A	伊斯法罕大学 University of Isfahan	15	197	13.13	6	7
	袁振宏 Yuan Z H	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	13	100	7.69	6	8
	庄新姝 Zhuang X S	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	12	100	8.33	6	9
	Goto Y	东北大学(日本)Tohoku University	12	65	5.42	4	10
	叶凯 Ye K	新疆农业科学院 Xinjiang Academy of Agricultural Sciences	39	166	4.26	7	1
	邹剑秋 Zou J Q	辽宁省农业科学院 Liaoning Academy of Agricultural Sciences	32	157	4.91	7	2
	王艳秋 Wang Y Q	辽宁省农业科学院 Liaoning Academy of Agricultural Sciences	25	301	12.04	7	3
	再吐尼古丽·库尔班 Zaituniguli·Kuerban	新疆农业科学院 Xinjiang Academy of Agricultural Sciences	24	100	4.17	5	4
	刘晓辉 Liu X H	佛山大学 Foshan University	23	180	7.83	9	5
CNKI	李文建 Li W J	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	23	102	4.43	7	6
	王黎明 Wang L M	黑龙江省农业科学院 Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences	23	116	5.04	6	7
	涂振东 Tu Z D	新疆农业科学院 Xinjiang Academy of Agricultural Sciences	23	163	7.09	7	8
	焦少杰 Jiao S J	黑龙江省农业科学院 Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences	22	101	4.59	6	9
	李桂英 Li G Y	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences	22	193	8.77	7	10

晓辉、李桂英等逾10年,显示出其研究的稳定性和持续性;而以从事的研究领域来看,这些作者均以遗传育种或栽培生理为主。

### 2.3 高被引论文分析

文献计量学中,科技论文的被引用频次是其质量以及在该领域被同行认可和交流程度的反映,是论文影响力的重要标志<sup>[17-18]</sup>。Scopus中,820篇甜高粱研究领域文献的累计被引用频次为9433,平均每篇被引频次为11.50(数据未列表)。在被引频次最高的10篇论文中(表4),甜高粱生物质能源方面的论文以绝对的优势占据前9位,而只有1篇甜高粱栽培方面的论文,仅位于第10位,表明甜高粱在生物质能源应用方面是国际上当前研究的热点领域。此外,高被引前十位论文的年份分布主要集中于2008—2010年;我国有3位作者的论文进入前十位,美国有两位,西班牙、希腊、意大利、荷兰和泰国各有一位。CNKI中被引频次最高的10篇论文中,甜高粱抗逆生理生化方面的研究有6篇,综合研究方面的有两篇,生物质能源和种质资源方面各有1篇。尤其是耐盐生理生化方面的就有5篇,这说明甜高粱的耐盐性受到了国内研究者的广泛关注。

### 2.4 主要载文期刊分析

学术期刊是研究成果发表的主要途径之一,通过分析某领域研究论文所在期刊的分布可以确定该领域的核心期刊,有助于读者快速获取信息,指导作者投稿,并为研究者搜集和管理该领域相关文献提供帮助<sup>[19]</sup>。Scopus中,发表本领域论文的期刊总共为159种,每刊平均发文5.16篇,发表1~5篇的刊物有132种,占83.02%,5~10篇的有15种,占9.43%。载文量前十的期刊12种(表5),共发文273篇,超过总论文数的1/3,其中以《Bioresour. Technol.》载文量最大,而我国的《农业工程学报》则进入前5。CNKI中,发文量前十的期刊共13种,载文397篇,占总发文量的21.17%;《杂粮作物》的载文量最大,这与甜高粱作为一种重要的杂粮作物有关。通过比较这些期刊刊载的主题可以发现,在Scopus中,主要是与甜高粱的生物质能源应用研究方面有关的期刊。在CNKI中,则以综合性农业期刊为主。一个有趣的现象是在两个数据库中,《Sugar Tech》和《中国糖料》均排名第2,这表明甜高粱的含糖方面的研究一致受到国内外的广泛关注。

### 2.5 关键词分析

关键词是从文献的标题、正文或摘要中抽出的能表征文献主题内容的、具有实质意义的词语,是以高度

概括的角度反映研究的对象、内容、方法和地域等,因此是反映文章主旨和涉及领域最有效的标志<sup>[7]</sup>。通过研究高频关键词的年度分布情况,可以了解研究热点的变化趋势,而一些低频关键词中则往往能体现研究的广度和深度,并发掘该领域的创新点。由于目前文献中的关键词由作者自主设定,具有一定的随意性,因此在不同的文献中,同一个概念可以有不同的表达方式,如关键词“Bio-energy”与“Bioenergy”、“Pretreatment”与“Pre-Treatment”、“甜高粱秸秆”与“甜高粱茎秆”等。对这些词进行合并,通过降噪筛选出具有实质意义的关键词。结果表明,无论在Scopus还是CNKI中,“乙醇”、“生物能源”、“发酵”等与利用甜高粱生产乙醇的关键词的出现频率最高(表6),进一步说明甜高粱在生物质能源的应用技术是当前国际研究热点。同时在CNKI中“甜高粱秸秆”、“栽培技术”、“农艺性状”“饲用甜高粱”等关键词的出现频率也较高,充分说明了我国对于甜高粱的研究更为全面。值得注意的是“*Zea mays*(玉米)”在Scopus中进入关键词排名前十,而“Controlled study”的出现频次为50(数据未列表),通过进一步对相关文献内容进行分析,结果表明人们对于玉米和甜高粱的比较研究较多。

## 3 讨论

### 3.1 甜高粱主要研究方向

中国和美国是世界上甜高粱研究较为深入的国家。美国从20世纪中叶就已经开始了甜高粱遗传育种研究,相继推出了多个品种,而我国是从20世纪70年代才开始甜高粱品种的引进、评价、筛选和选育等工作<sup>[1]</sup>。然而通过文献计量学的分析表明,在2006年之前,包括两国在内的国际上发表的有关甜高粱的论文数量较少,导致这一现象的原因一方面在于利用常规方法进行品种选育的论文很少能在有影响的期刊上发表;另一方面,最为关键的是对于该领域的研究此前尚未得到广泛重视。2005年前后,随着一系列鼓励和扶持政策的出台,甜高粱的研究也受到前所未有的关注,众多的科研工作者投身于该领域的研究,形成了一批具有影响力的研究队伍,取得了一系列重要成果,极大地促进了甜高粱产业的发展。

目前,围绕甜高粱主要有7个研究方向:

1)品种选育。甜高粱作为一种能源和饲草作物,品种选育是一项重要的基础性工作。美国在甜高粱品种选育上起步较早,从20世纪中叶至80年代,先后选育出丽欧(Rio)、拉马达(Ramada)、M-81E、史密斯(Smith)等品种,在全球多个国家得到广泛应用。巴

表 4 甜高粱研究方面被引频次最高的 10 篇论文  
Table 4 Top 10 most cited articles on sweet sorghum

数据库 Data base	题目 Title	作者 Author	作者单位 Affiliation	期刊 Journal	发表年份 Published year	被引次数 Cited times	排名 Rank
	Maturity and stability parameters of composites prepared with a wide range of organic wastes	Bernal M P, Paredes C, Sánchez-Monedero M A, <i>et al.</i>	CSIC	Bioresource Technology	1998	394	1
	Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: Economic trade-offs in the context of North China	Gnansounou E, Dauriat A, Wyman C E.	Dartmouth College	Bioresource Technology	2005	190	2
	Biofuels generation from sweet sorghum: Fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass	Antonopoulou G, Gavala H N, Skiadas I V, <i>et al.</i>	University of Patras	Bioresource Technology	2008	178	3
	Mineral composition and ash content of six major energy crops	Monti A, Di Virgilio N, Venturi G.	University of Bologna	Biomass and Bioenergy	2008	122	4
	Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques	de Vries S C, van de Ven G W J, van Ittersum M K, <i>et al.</i>	Wageningen University	Biomass and Bioenergy	2010	115	5
Scopus	Energy consumption and GHG emissions of six biofuel pathways by LCA in China	Ou X M, Zhang X L, Chang S Y, <i>et al.</i>	Tsinghua University	Applied Energy	2009	111	6
	Application of sweet sorghum for biodiesel production by heterotrophic microalga <i>Chlorella protothecoides</i>	Gao C F, Zhai Y, Ding Y, <i>et al.</i>	Tsinghua University	Applied Energy	2010	106	7
	Features of sweet sorghum juice and their performance in ethanol fermentation	Wu X R, Staggenborg S, Proppeter J L, <i>et al.</i>	Kansas State University	Industrial Crops and Products	2010	97	8
	Ethanol production from sweet sorghum juice using very high gravity technology: Effects of carbon and nitrogen supplementations	Laopaiboon L, Nuanpeng S, Srinophakun P, <i>et al.</i>	Khon Kaen University	Bioresource Technology	2009	97	9
	Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for bio-fuel	Zhao Y L, Dolat A, Steinberger Y, <i>et al.</i>	China Agricultural University	Field Crops Research	2009	94	10
	甜高粱可持续农业生态系统研究 Studies on sustainable agro-ecology system of sweet sorghum	黎大爵 Li D J.	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	中国农业科学 Scientia Agricultura Sinica	2002	138	1
CNKI	盐胁迫条件下甜高粱幼苗的光合特性及光系统 II 功能调节 Photosynthetic characteristics and the regulation of Photosystem II function in salt stressed sweet sorghum seedlings	葛江丽, 石雷, 谷卫彬, 等. Ge J L, Shi L, Gu W B, <i>et al.</i>	中国科学院 Chinese Academy of Sciences	作物学报 Acta Agronomica Sinica	2007	88	2

续表 4

数据库 Data base	题目 Title	作者 Author	作者单位 Affiliation	期刊 Journal	发表年份 Published year	被引次数 Cited times	排名 Rank
	国内外甜高粱种质资源主要性状遗传多样性及相关性分析 Genetic diversity and correlation analysis of main agronomic characters in domestic and foreign sweet sorghum germplasm	赵香娜, 李桂英, 刘洋, 等. Zhao X N, Li G Y, Liu Y, <i>et al.</i>	中国农业科学院 Chinese Academy of Agricultural Sciences	植物遗传资源学报 Journal of Plant Genetic Resources	2008	63	3
	能源作物甜高粱及其可供应性研究 A study on sweet sorghum and its availability	赵立欣, 张艳丽, 沈丰菊. Zhao L X, Zhang Y L, Shen F J.	农业部规划设计研究院 China Agriculture Academy of Engineering	可再生能源 Renewable Energy	2005	58	4
	NaCl 胁迫对甜高粱发芽期生理生化特性的影响 Effect of NaCl stress on physiological characteristics of sweet sorghum in sprout stages	王秀玲, 程序, 谢光辉, 等. Wang X L, Cheng X, Xie G H, <i>et al.</i>	中国农业大学 China Agricultural University	生态环境学报 Ecology and Environmental Sciences	2010	43	5
	甜高粱耐盐材料的筛选及芽苗期耐盐性相关分析 Screening sweet sorghum varieties of salt tolerance and correlation analysis among salt tolerance indices in sprout stage	王秀玲, 程序, 李桂英. Wang X L, Cheng X, Li G Y.	中国农业大学 China Agricultural University	中国生态农业学报 Chinese Journal of Eco-Agriculture	2010	42	6
CNKI	种子萌发期甜高粱对盐胁迫的响应及其耐盐性综合评价分析 Response to salt stresses and salt resistance evaluation of sweet sorghum during seed germination stage	柴媛媛, 史团省, 谷卫彬. Chai Y Y, Shi T S, Gu W B.	郑州大学 Zhengzhou University	种子 Seed	2008	39	7
	甜高粱茎秆汁液成分分析及浓缩贮藏的试验研究 Experimental research on storage of condensed stalk juice and composition analysis of juice of sweet stalk	梅晓岩, 刘荣厚, 沈飞. Mei X Y, Liu R H, Shen F.	上海交通大学 Shanghai Jiaotong University	农业工程学报 Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering	2008	35	8
	NaCl 胁迫对甜高粱幼苗抗性酶活性的影响 The effect of NaCl - stressed on resistance enzymes activities in sweet sorghum seedlings	吴发远, 葛江丽. Wu F Y, Ge J L.	黑龙江农业职业技术学院 Heilongjiang Agricultural College of Vocational Technology	中国农学通报 Chinese Agricultural Science Bulletin	2009	33	9
	水分胁迫对不同品种甜高粱幼苗保护酶活性等生理特性的影响 Effects of water stress on activities of protective enzyme and physiological characteristics in seedlings of two varieties of sweet sorghum	吕金印, 郭涛. Lyu J Y, Guo T.	西北农林科技大学 Northwest A & F University	干旱地区农业研究 Agricultural Research in the Arid Area	2010	31	10

表 5 甜高粱载文量位居前十的期刊

Table 5 Top 10 journals of publishing papers on sweet sorghum

Scopus			CNKI		
期刊名称 Journal	发文量 Amount of paper	排名 Rank	期刊名称 Journal	发文量 Amount of paper	排名 Rank
Bioresource Technology	49	1	杂粮作物 Rain Fed Crops	68	1
Sugar Tech	36	2	中国糖料 Sugar Crops of China	43	2
Biomass and Bioenergy	34	3	中国种业 China Seed Industry	37	3
Industrial Crops and Products	33	4	农业工程学报 Transactions of the CSAE	30	4
Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering	24	5	安徽农业科学 Journal of Anhui Agricultural Sciences	30	4
Agronomy Journal	17	6	江苏农业科学 Jiangsu Agricultural Sciences	26	5
Transactions of the American Society of Agricultural Engineers	16	7	中国农学通报 Chinese Agricultural Science Bulletin	26	5
Applied Energy	14	8	新疆农业科学 Xinjiang Agricultural Sciences	25	6
Bioenergy Research	12	9	辽宁农业科学 Liaoning Agricultural Sciences	24	7
Applied Biochemistry and Biotechnology	12	9	酿酒科技 Liquor-Making Science & Technology	23	8
Field Crops Research	12	9	作物杂志 Crops	23	8
Crop Science	11	10	农业科技通讯 Bulletin of Agricultural Science and Technology	22	9
			黑龙江农业科学 Heilongjiang Agricultural Sciences	20	10

表 6 出现频次位居前十位的关键词

Table 6 Top 10 keywords in papers on sweet sorghum

Scopus			CNKI		
关键词 Keyword	频次 Frequency	排名 Rank	关键词 Keyword	频次 Frequency	排名 Rank
Ethanol	360	1	燃料乙醇 Fuel ethanol	76	1
Sugar	270	2	甜高粱秸秆 Sweet sorghum stem	57	2
Biofuel	175	3	生物能源 Bioenergy	55	3
Fermentation	173	4	含糖量 Sugar content	49	4
Biomass	164	5	栽培技术 Cultivation technology	39	5
Sweet sorghum bagasse	161	6	发酵 Fermentation	36	6
Ethanol production	82	7	农艺性状 Agronomic traits	29	7
Yeast	76	8	产量 Yield	27	8
Cellulose	74	9	能源作物 Energy crop	26	9
<i>Zea mays</i>	73	10	饲用甜高粱 Sweet sorghum for fodder	24	10

西、印度、澳大利亚等国家也已选出一些甜高粱新品种<sup>[20]</sup>。在我国,中国科学院、中国农科院、沈阳农业大学,以及辽宁、吉林、新疆、山西等省级农科院作为主要研究机构,选育出了辽甜、辽草、吉甜、龙甜高粱、新高粱、近甜、晋甜杂和中科甜等系列能源和饲用甜高粱品种,为甜高粱产业的后续发展奠定了坚实的基础。

2) 利用甜高粱生产乙醇技术。甜高粱茎秆富含可溶性糖和纤维素,被认为是最具开发应用潜力的第一代和第二代能源作物之一<sup>[21]</sup>。而甜高粱研究兴起的

主要背景是由于全球性的能源危机及生态环境恶化。“乙醇”和“发酵”等关键词的高频出现以及以乙醇制取为主要内容的论文其被引频次较高等均表明,利用甜高粱作物原材料生产乙醇的技术是当前研究的主要课题和热点。上海交通大学的刘荣厚、清华大学的李十中、北京化工大学的谭天伟等在该项研究上均取得了具有国际影响力的研究成果。

3) 影响甜高粱糖分积累的因素、代谢途径及其积累规律。甜高粱秸秆富含糖分,汁液锤度一般在

10%~20%<sup>[22]</sup>。含糖量的多寡在很大的程度上决定了甜高粱作为能源作物的应用价值。因此,研究影响甜高粱糖分积累的因素及其积累规律,对于促进甜高粱的开发应用具有重要意义。

4)甜高粱抗逆性。全球因干旱、土壤盐碱化、重金属污染等非生物胁迫因子而对农业生产造成巨大损失。甜高粱具有耐旱、耐盐碱和耐水涝等多重抗逆性,适宜在干旱、盐碱等边际土地上种植,这些优势极符合我国“不与粮争地、不与人争粮”和“大力发展非粮生物质能源”的政策导向。文献计量学分析表明,研究甜高粱的耐旱、耐盐等抗逆性进而筛选抗逆性更强的品种,已成为甜高粱研究的另一重要主题。

5)甜高粱饲用价值。甜高粱的生物量高、营养丰富,非常适合作为饲料<sup>[23-24]</sup>。目前,优质高产饲用甜高粱品种的选育、甜高粱青贮技术以及将其秸秆榨汁后的废渣用于生产饲料等研究已受到国内外的广泛关注。

6)种质资源引进、鉴定与评价。甜高粱种质资源是其遗传改良的重要基因来源。种质资源的交流引进可以丰富甜高粱遗传基础,通过在多个环境、多个性状上对其进行鉴定和评价,有助于充分利用这些材料,加快种质创新及杂交种选育,推动甜高粱育种研究进程<sup>[25]</sup>。

7)重要性状数量性状基因(QTL)定位及基因发掘。通过对甜高粱含糖量、抗逆等重要性状的QTL定位及相关基因发掘研究,使人们从分子水平上了解相关机理,并为利用分子标记辅助选择、转基因等现代育种技术选育甜高粱品种提供支持。

### 3.2 甜高粱研究进程与国家需求的关系

近年来,为应对全球能源供需矛盾及气候变化等挑战,众多国家积极推进生物质能源开发利用,将发展生物质能源作为替代化石能源及保障能源安全的重要战略措施。生物质能源在国家能源供应中的作用正在逐步增强。甜高粱是进行生物质能源生产的重要作物,通过发文量、主要研究国家和团队等的统计分析发现(表1),中国、美国和印度已成为甜高粱研究最主要的国家。这与其对能源的巨大需求不无关系。报道指出,美国、中国和印度已成为全球三大能源消费国<sup>[26]</sup>。美国则是世界上最大的能源消费国,其消费量占全球的42%;中国和印度均为经济快速发展的人口大国,在现代化过程中承载着巨量能源消耗和环境恶化的双重压力,因而这3个国家对生物质能源均有着巨大需求<sup>[27-29]</sup>。面对国家重大需求,美国、中国、印度3个国家也极为重视生物质能源的研究开发和利用,先后出

台多项政策以实现能源供应的多元化。美国是世界上最早进行生物质能源开发和利用的国家,并成立了生物质能源计划办公室,开展了生物质能源相关的研究、验证、发展等一系列活动<sup>[30]</sup>。中国则专门立法并出台多项计划项目推动生物质能源的发展。而印度作为一个新兴的能源消费大国,其非传统能源部也发起和实施了多个生物质能源项目<sup>[26]</sup>。这些政策措施的实施,推动了作为生产燃料乙醇重要原材料的甜高粱的研究。国家相关政策在一定程度上引导科学研究方向得到了充分体现。

### 3.3 国内外关于甜高粱研究的异同点

在甜高粱发文量最多的10个国家中,其中美国、日本、意大利、希腊、加拿大为发达国家,中国、印度、巴西、伊朗、泰国为发展中国家。无论在核心作者和发表论文的数量还是研究范围的广度和深度等方面,我国对甜高粱的研究总体上处于国际领先地位。由关键词、研究机构及分布的国家等指标的分析中可以看出,目前国外尤其是美欧等地区的发达国家主要集中于利用甜高粱秸秆制取乙醇技术的研究。我国则涉及甜高粱育种、抗逆性、乙醇制取及栽培技术等多个领域。而同为发展中国家的印度与我国相似(其发文量排名世界第三,亦涉及多个研究领域)。甜高粱是土地贫瘠和投入低下的干旱和半干旱地区最具发展潜力的作物<sup>[1]</sup>。我国有1亿5400多万 $\text{hm}^2$ 的盐碱地、沙地以及因矿山油田等的开采造成的荒山荒地<sup>[26]</sup>,而印度的荒地约占其国土面积的15%,干旱半干旱区约占其净耕地面积的73%<sup>[31]</sup>。甜高粱作为适宜于在土地贫瘠和投入低下的干旱和半干旱地区种植的能源和饲用作物,在中国、印度等发展中国家具有广阔的发展前景。由此可见,不同国家对甜高粱的研究侧重点不同,发达国家一般侧重于乙醇制取技术的研究,而发展中国家则更注重对甜高粱育种、饲用、乙醇制取等的综合开发利用和研究。这与其自身所处的经济发展阶段、工业化程度及自然生态环境有关。

### 3.4 存在的问题

近十年来甜高粱相关发文量迅速增长,国内外对甜高粱的研究日渐重视。然而迄今为止,制约大规模利用甜高粱的实用产业化的关键和共性技术尚未完全解决,主要存在以下几个问题:1)研究表明,甜高粱秸秆汁液在常温下贮存2d时可溶性糖损失20%,7d时则可达50%<sup>[32]</sup>。作为制取乙醇的能源作物,甜高粱的秸秆在采收后应尽快进入发酵流程以避免糖分的损失。而实际上,由于集中采收,大量甜高粱秸秆等材料并不能立即进入生产,需要榨汁贮存或运输到生产地

点,因而使得甜高粱的利用率大大降低。2)饲用甜高粱与现代饲料工业的结合不紧密。3)甜高粱的高效栽培技术、机械化水平还较低。4)抗倒伏、抗蚜虫、抗寒性强的品种较少,种质资源创新能力较弱,现代育种技术在甜高粱中的应用研究欠缺。针对以上问题,未来需要加强以下几个方面的工作:1)研究甜高粱秸秆等材料的保鲜技术,减少在贮运过程中糖分的损失。2)加大甜高粱秸秆等生产乙醇的技术创新力度,尤其是在利用纤维素制取乙醇技术上取得突破,进一步降低生产成本。3)加强饲草、饲料甜高粱品种的选育,研究甜高粱饲料产业化深加工技术,做好与现代饲料工业的衔接。4)研究不同生态区甜高粱的高产高效栽培技术,研制和引进或改良适宜于甜高粱种植、施肥、收获等方面的农机,提高机械化水平,做好农艺与农机的配套。5)充分利用国内外甜高粱遗传多样性进行品种

选育研究。应用辐射诱变、化学诱变、远缘杂交、分子生物学技术等多种手段进行甜高粱种质资源创新。建立高效的甜高粱遗传转化技术,发展甜高粱分子标记、基因工程等现代育种技术,着力提高甜高粱育种水平。

#### 4 结论

近十年来,甜高粱方面的相关研究处于非常活跃的态势,论文发表量增长迅猛,利用甜高粱生产乙醇技术的研究是目前国内外的研究热点。中国甜高粱的研究总体居世界先进水平,发文量、研究机构和核心作者数量等指标均为全球第一。中国科学院、上海交通大学以及辽宁、黑龙江、新疆等省级农科院作为国内主要研究机构,以品种选育、乙醇制取技术、抗逆性、种质资源引进、鉴定和评价等作为重点研究方向,开展了大量卓有成效的工作,有力地促进了甜高粱产业的发展。

#### 参考文献 References:

- [1] 刘彬,邓秀新.基于文献计量的园艺学基础研究发展状况分析.中国农业科学,2015,48(17):3504-3514.  
Liu B,Deng X X.Basic research development status of horticulture based on bibliometric analysis.Scientia Agricultura Sinica, 2015,48(17):3504-3514.(in Chinese)
- [2] Liu X,Zhang L,Hong S.Global biodiversity research during 1900—2009:A bibliometric analysis.Biodiversity and Conservation, 2011,20(4):807-826.
- [3] Kumar L,Khormi H M.Landscape of ecological research in Australia:A bibliometric analysis of trends in research output and hotspots of research from 1991 to 2010.Austral Ecology,2013,38(5):599-608.
- [4] 赵宁,刘宁宁,万超,才娜.基于 PubMed 数据库的近 10 年早产儿视网膜病变文献计量分析.中国医科大学学报,2015,44(9):813-817.  
Zhao N,Liu N N,Wan C,Cai N.Bibliometric analysis of current retinopathy of prematurity research based on Pubmed database in recent ten years.Journal of China Medical University,2015,44(9):813-817.(in Chinese)
- [5] 徐小龙,李永萍,李涛.云计算领域科技文献统计与研究热点分析.南京邮电大学学报:自然科学版,2015,35(4):1-14.  
Xu X L,Li Y P,Li T.Statistic and analysis on science and technology literature and research hot spot in field of cloud computing.Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunication:Natural Science Edition,2015,35(4):1-14.(in Chinese)
- [6] 赵颖文,彭迎.基于文献计量分析的中国粮食安全问题热点研究.农业经济与管理,2015,29(1):46-55.  
Zhao Y W,Peng Y.Hot-issue study of food security in China based on bibliometric analysis.Agricultural Economics and Management,2015,29(1):46-55.(in Chinese)
- [7] 李晓,陈春燕,郑家奎,唐莎.基于文献计量学的超级稻研究动态.中国农业科学,2009,42(12):4197-4208.  
Li X,Chen C Y,Zheng J K,Tang S.Research dynamics on super rice based on bibliometric.Scientia Agricultura Sinica,2009,42(12):4197-4208.(in Chinese)
- [8] 郭亚文,夏小东,职桂叶,葛磊,何建妹,鄂志国,李建,王磊.基于文献的国内外水稻研究发展态势分析.中国农业科学,2011,44(20):4129-4141.  
Wu Y W,Xia X D,Zhi G Y,Ge L,He J M,E Z G,Li J,Wang L.Status and trends of rice science based on bibliometrics.Scientia Agricultura Sinica,2011,44(20):4129-4141.(in Chinese)
- [9] Josef D V,Sanja B.Tree fruit growing-research and production in Germany:A statistical and bibliometric analysis of the period 1950—2010.Erwerbs—Obstbau,2012,54(1):11-30.
- [10] 魏珣,贾敬敦,孙康泰,葛毅强.基于文献计量的世界家畜种业科技创新研究态势分析.中国农业科学,2015,48(13):2622-2634.

- Wei X, Jia J D, Sun K T, Ge Y Q. A bibliometric analysis on technology innovation of livestock breeding. *Scientia Agricultura Sinica*, 2015, 48(13): 2622-2634. (in Chinese)
- [11] 张丽敏, 刘智全, 陈冰嫒, 郝东云, 高士杰, 景海春. 我国能源甜高粱育种现状及应用前景. *中国农业大学学报*, 2012, 17(6): 76-82.  
Zhang L M, Liu Z Q, Chen B X, Hao D Y, Gao S J, Jing H C. Current status and application prospects of sweet sorghum breeding in China. *Journal of China Agricultural University*, 2012, 17(6): 76-82. (in Chinese)
- [12] Koçar G, Civaş N. An overview of biofuels from energy crops: Current status and future prospects. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2013, 28(8): 900-916.
- [13] 安秀敏, 吴林. 2005年—2014年中国蓝莓研究文献计量分析. *农业图书情报学刊*, 2015, 27(9): 57-60.  
An X M, Wu L. Bibliometric analysis of literature on blueberry during 2005—2014 in China. *Journal of Library and Information Sciences in Agriculture*, 2015, 27(9): 57-60. (in Chinese)
- [14] Silva da J G, Serra G E, Moreira J R, Conçaves J C, Goldemberg J. Energy balance for ethyl alcohol production from crops. *Science*, 1978, 201(4359): 903-906.
- [15] и · п · 格里茨基, 黄文诚. 用甜高粱汁酿制蜂蜜(专为“中国养蜂”而作). *中国蜂业*, 1958(8): 21-23.
- [16] 寇建平, 田宜水, 张玉华. 美国生物质能的发展状况及对我国的启示. *可再生能源*, 2007, 25(6): 112-115.  
Kou J P, Tian Y S, Zhang Y H. The status of biomass energy in the United States and its enlightenment. *Renewable Energy Resource*, 2007, 25(6): 112-115. (in Chinese)
- [17] 金碧辉, 汪寿阳, 任胜利, 刘雅娟. 论期刊影响因子与论文学术质量的关系. *中国科技期刊研究*, 2000, 11(4): 202-205.
- [18] 王寒冰. 基于文献计量分析的食品(乳制品)安全领域研究现状与发展趋势. *科技情报开发与经济*, 2015, 25(11): 147-152.  
Wang H B. The research status and development trend of the foodstuffs (dairy products) security field based on bibliometric Analysis. *Sci-Tech Information Development & Economy*, 2015, 25(11): 147-152. (in Chinese)
- [19] 邱均平, 王明芝. 1999—2008年国内数字图书馆研究论文的计量分析. *情报杂志*, 2010, 29(2): 1-5.  
Qiu J P, Wang M Z. The analysis of the digital library research paper in China from the years of 1999 to 2008. *Journal of Intelligence*, 2010, 29(2): 1-5. (in Chinese)
- [20] 管延安. 甜高粱遗传图谱的构建及能源相关性状的 QTL 定位. 泰安: 山东农业大学博士学位论文, 2011.  
Guan Y A. The construction of genetic map and QTL mapping of energy related in sweet sorghum. PhD Thesis. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2011. (in Chinese)
- [21] Antonopoulou G, Gavala H N, Skiadas L V, Angelopoulos K, Lyberatos G. Biofuels generation from sweet sorghum: Fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass. *Bioresource Technology*, 2008, 99(1): 110-119.
- [22] 赵立欣, 张艳丽, 沈丰菊. 能源作物甜高粱及其可供应性研究. *可再生能源*, 2005, 122(4): 37-40.  
Zhao L X, Zhang Y L, Shen F J. A study on sweet sorghum and its availability. *Renewable energy*, 2005, 122(4): 37-40. (in Chinese)
- [23] 李春喜, 董喜存, 李文建, 张怀刚, 陈志国. 甜高粱在青海高原种植的初步研究. *草业科学*, 2010, 27(9): 75-81.  
Li C X, Dong X C, Li W J, Zhang H G, Chen Z G. Preliminary study on sweet sorghum growing on Qinghai Plateau. *Pratacultural Science*, 2010, 27(9): 75-81. (in Chinese)
- [24] 张苏江, 艾买尔江·吾斯曼, 薛兴中, 张晓, 郭雪峰, 陈立强. 南疆玉米和不同糖分甜高粱的青贮品质分析. *草业学报*, 2014, 23(3): 232-240.  
Zhang S J, Amerjang · Wusiman, Xue X Z, Zhang X, Guo X F, Chen L Q. Quality analysis on different sweet sorghum silages in southern Xinjiang compared with a corn silage. *Acta Partaculturae Sinica*, 2014, 23(3): 232-240. (in Chinese)
- [25] 王黎明, 焦少杰, 姜艳喜, 严洪冬, 苏德峰, 孙广全. 142份甜高粱品种的分子身份证构建. *作物学报*, 2011, 37(11): 1975-1983.  
Wang L M, Jiao S J, Jiang Y X, Yan H D, Su D F, Sun G Q. Establishment of molecular identity in 142 sweet sorghum varieties. *Acta Agronomica Sinica*, 2011, 37(11): 1975-1983. (in Chinese)
- [26] 徐向阳. 能源供应安全视角下中印生物质能源利用的比较. *自然资源学报*, 2010(10): 1806-1812.  
Xu X Y. Comparative study biomass utilization in China and India from the perspective of energy supply security. *Journal of Natural Resources*, 2010(10): 1806-1812. (in Chinese)
- [27] 王欧. 中国生物质能源开发利用现状及发展政策与未来趋势. *中国农村经济*, 2007(7): 10-15.
- [28] 严耕, 林震. 中国生物质能源政策分析. (2012-05-15) [2015-12-10]. <http://www.mucai.org.cn/biomass/article.htm?projectID=cn1205150001>.

[29] 胡晓群,颜剑英,胡小丁.美国能源政策新趋势及对中国的借鉴.当代亚太,2006(2):44-50.  
 [30] 刘倩倩,高志凤.美国的生物质能计划.山西能源与节能,2010(5):87-89.  
 Liu Q Q,Gao Z F.America biomass energy,Shanxi Energy and Conservation,2010,62(5):87-89.(in Chinese)  
 [31] 金永丽.流域发展计划——印度干旱半干旱地区农业发展的新战略.世界农业,2005,311(3):37-40.  
 [32] Regassa T H, Wortmann C S.Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review.Biomass & Bioenergy, 2014, 64(3): 348-355.  
 (责任编辑 王芳)

## 2016年8月国内市场主要畜产品与饲料价格分析

由于终端消费依旧疲软和屠宰厂收购动力不足,猪肉价格自6月下旬持续下降,但随着中秋节节前备货的来临和高温天气逐步离去,猪肉价格在8月下旬出现震荡调整;羊肉价格从6月份持续下降。受中秋节节前备货和开学季影响,鸡肉价格自2月份持续下降后首次小幅度震荡上涨,鸡蛋价格稳中上涨;由于肉牛存栏量大幅度下降,牛肉价格从6月份持续小幅度上涨。饲料价格整体呈现下跌趋势,在新季玉米供应压力将逐渐加大,且前期传闻国储玉米轮储政策仍有风险,预计在新季玉米看跌大趋势不变,价格有望进一步下滑;由于美豆丰产利空基本被市场消化,美豆下跌空间有限,但反弹的能还为时尚早,受大豆陆续上市和国家持续抛售库存的两方面压力下,大豆价格下降;8月份生猪出栏量下降主要是受洪灾影响,南方部分灾区生猪提前出栏,饲料消费也将相应减少,影响粕类消耗。与2015年同期相比,猪肉、豆粕和棉粕价格分别上涨了3.97%、14.74%和10.80%,牛肉、羊肉、鸡肉、鸡蛋、玉米和大豆价格分别下降了3.28%、9.57%、3.88%、14.32%、19.35%和4.08%。

### 一、牛肉、鸡肉和鸡蛋价格上涨,鸡蛋价格上涨幅度最大;鸡肉和鸡蛋价格均为西部地区最高

8月份牛肉、鸡肉和鸡蛋价格分别为53.14、14.81和7.29元·kg<sup>-1</sup>,环比分别上涨0.42%、0.07%和6.27%;从区域分析,鸡肉价格区域差异最大,牛肉价格中部地区分别高于东部和西部2.83%和2.41%,鸡肉价格西部地区分别高于东部和中部17.75%和37.01%,鸡蛋价格西部地区分别高于东部和中部0.85%和0.78%。猪肉和羊肉价格分别为25.23和44.26元·kg<sup>-1</sup>,环比分别下降1.87%和1.03%;从区域分析,羊肉价格东部和西部差异最大,猪肉价格东部地区分别高于中部和西部3.60%和0.28%,羊肉价格东部地区分别高于中部和西部2.75%和8.76%。

### 二、饲料价格均下降,其中大豆、棉粕、菜粕和DDGS价格为东部地区最高,玉米和豆粕价格为西部地区最高

8月份玉米、大豆、豆粕、菜粕和DDGS价格分别为1975.77、4037.74、3337.92、2596.92、2295.51和1880.17元·t<sup>-1</sup>,环比分别下降2.26%、2.02%、4.30%、1.74%、3.54%和7.03%;从区域分析,菜粕价格区域差异最大,玉米价格西部地区分别高于东部和中部2.98%和4.89%,大豆价格东部地区分别高于中部和西部5.07%和8.50%,豆粕价格西部地区分别高于东部和中部3.30%和1.02%,棉粕价格东部地区分别高于中部和西部2.44%和8.28%,菜粕价格东部地区分别高于中部和西部20.39%和11.33%,DDGS东部地区高于中部5.37%。

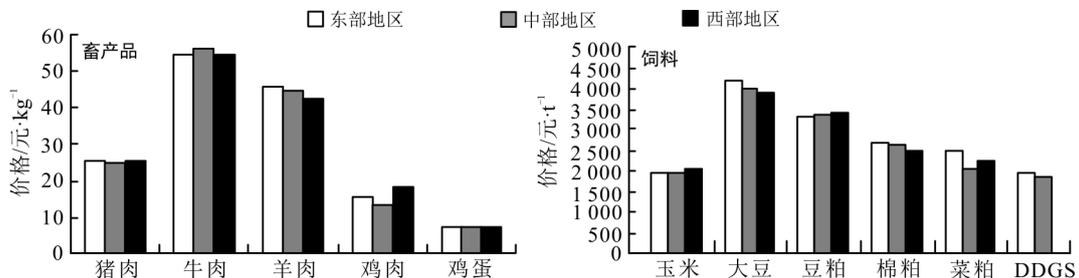


图1 2016年8月国内市场主要畜产品与饲料价格

数据来源:猪肉、牛肉、羊肉、鸡肉和鸡蛋 <http://pfsnew.agri.gov.cn/>;大豆、豆粕和菜粕:<http://www.zhuwang.cc/>,<http://www.pigol.cn/>;棉粕、菜粕和DDGS:<http://www.feedtrade.com.cn/>,<http://www.chinafeed.org.cn/>。东部、中部和西部的划分依据国家统计局将全国的划分标准,东部包括北京、天津、河北、辽宁、上海、福建、浙江、江苏、山东、广东,中部包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、湖北、湖南、河南,西部包括内蒙古、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、广西、重庆。

(兰州大学草地农业科技学院 王春梅 整理)