

甜高粱生产生物燃料关键因素分析

杜瑞恒 李素英 吕芃 刘国庆 籍贵苏 侯升林 马雪 王建平 杨娜

(河北省农林科学院 谷子研究所,石家庄 050035)

摘要 针对以甜高粱为原料生产生物燃料中存在的原料不足、产品成本高等问题,根据近 10 年甜高粱育种与栽培研究成果以及与合作企业的合作经验,对影响上述问题的主要因素如品种、种植区域、技术、政策等进行分析。结果表明:甜高粱虽有较好的品种,但不能满足所有地区以甜高粱秆为原料生产燃料产业持续发展的需要,这是造成原料基地不足的首要原因。我国的边际土地面积巨大、类型众多,不都完全适合种植甜高粱来生产燃料乙醇,选择种植区域不当是甜高粱种植不足的第 2 个原因。在甜高粱高产种植、加工技术方面,重视了高产栽培、发酵技术等核心技术的研究,忽略了配套技术研究,这是造成生产成本高的主要原因。国家虽然制定了相关产业政策,但不足以引导生物质能产业健康持续发展。在今后发展以甜高粱为原料生产生物燃料过程中,首先需注意甜高粱品种的多元化,要特别注意选育早熟、高产、高含糖量品种、杂交种;其次根据区域气候特点,选择适宜地区不仅适合种植甜高粱,更要适合甜高粱的储藏和加工;同时研究甜高粱机械化收储运、甜高粱秆连续发酵、糟渣利用等配套技术研究,构建完整的产业链;制定中小规模生物质能产业持续发展的政策法规和生物能源研发的国家持续投入机制,保障生物质能产业稳步发展。

关键词 甜高粱; 生物燃料; 配套技术; 种植区域; 产业政策

中图分类号 S 514

文章编号 1007-4333(2012)06-0070-06

文献标志码 A

Analysis on key factors of sweet sorghum as raw material for bio-fuel production

DU Rui-heng, LI Su-ying, LÜ Peng, LIU Guo-qing, JI Gui-su, HOU Sheng-lin,
MA Xue, WANG Jian-ping, YANG Na

(Institute of Millet Crops, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050035, China)

Abstract In addition to the problems of the shortage of raw material and high costs in bio-fuel production using sweet sorghum. The reasons which bringing on the above-mentioned problems are analyzed based on the achievement in sweet sorghum breeding, cultivation and industrial cooperation during the last decade. The key factors include the cultivar of sweet sorghum, planting areas, technology and the government policy. Although some sweet sorghum cultivars are better, these cultivars could not provide a sustainable supply to feed the bio-fuel industry. There is large area of marginal lands in China. However, not all marginal lands can be utilized for sweet sorghum cultivation. Since sweet sorghum cultivation and sorghum stalk processing technology had been improved, it still could not satisfy the operation of bio-fuel industry cycle. The government constituted some policies on development of bio-energy. For using sweet sorghum stalk as raw material, sweet sorghum cultivar multiplicity should be focused on, especially on breeding new varieties or hybrids with high biomass yield, high sugar content and early maturity. Besides, it is necessary to select marginal lands which are not only adapt to planting sweet sorghum but also meet the requirements of sweet sorghum stalk storage and processing. Mechanical harvesting is more important in the near future. At the same time, the government should issue the policy to encourage the development of medium or small scale bio-energy plants and the government should invest in bio-energy research and development continuity.

Key words sweet sorghum; bio-fuel; related technology; planting area; industrial policy

收稿日期: 2012-03-25

基金项目: 国家现代高粱产业技术体系(CARS-06-04-09)

第一作者: 杜瑞恒, 研究员, 主要从事高粱遗传育种和栽培技术研究, E-mail: rhdu@hotmail.com

生物质能一直是人类赖以生存的重要能源。迫于化石能源资源日渐枯竭和燃烧造成的环境污染,生物质能研究与开发已成为世界重大热门课题,受到广泛关注^[1]。生物质能通过种植高光效作物获得太阳能,与农业有着密切关系。以生产能源为目的的农业称为能源农业,在能源农业中种植的作物称为能源作物,能源作物是生物质能的转化器和载体^[2]。甜高粱具有适应性强、光合速率高、种植成本低等特点,可用其茎秆生产燃料乙醇,被视为最有潜力的能源作物之一^[3-4]。我国是一个经济迅速发展的人口大国,面临经济增长、能源危机和环境保护三重压力,利用甜高粱开发生物质能对促进国民经济发展和环境保护具有重大意义^[5]。据估计,我国有近1亿hm²的盐碱地可种植甜高粱等能源作物^[6]。在国家“十一五”规划中,多项生物质能利用新技术研究课题被列为重点项目,其中甜高粱育种和茎秆加工列入国家支撑计划,在高产品种选育、发酵技术等方面取得进展,但甜高粱品种配套、茎秆收储运、糟渣利用等方面缺乏配套技术研究。从山东无棣、内蒙五原等已建成的企业看都存在亏损问题。在研发中,甜高粱作为生产生物燃料的原料,存在甜高粱秆生产不足、加工成本高等问题导致企业亏损。本研究旨在通过分析甜高粱品种、适宜种植区域、相关技术和政策等造成原料不足和加工成本高的原因,探讨前述问题的解决途径。

1 甜高粱品种与品种资源

1.1 甜高粱品种与品种资源的重要性

1.1.1 甜高粱品种与原料生产

生物质能源产业涉及农业、加工和能源三大关系国民经济发展和农民增收的领域。农业是生物质能的源头,加工业是生物质能转化的中间环节,能源领域是生物质能的市场所在。农业通过种植能源作物,将太阳能以有机质的形式固定在作物的某个部位,如种子、茎、根等都是贮藏太阳能的器官,是生产生物质能的主体和基础^[7-8]。茎秆含糖量高才有加工的价值,因此茎秆产量、出汁率、液汁含糖量、抗逆性等由品种决定的主要指标和农民收入密切相关。在边际土地上种植具有高产、优质、抗逆等优点的甜高粱品种,在较少投入的条件下就能获得理想的籽粒和茎秆的产量,与种植其他作物相比具有优势。目前育成的辽甜1、2号、能饲1、2号等甜高粱高产品种,抗倒、抗虫等方面存在不足,生产出的秸秆品

质达不到企业要求而无法收购,会降低农民收入,造成农民收入低而不稳。同时这些品种晚熟,植株高大,人工收获困难,收割期集中,由于不能适时收割而降低茎秆含糖量。农民种植1年后不愿再种植甜高粱,这是造成原料生产不足的原因之一。

1.1.2 甜高粱品种与企业运转

种植业收获的产品在物理指标、内在品质和贮藏品质上应符合加工业的要求,茎秆含糖量以及糖的分离、提纯、转化的难易程度,贮藏期长短等方面的指标都是加工领域所要求的,必须通过种植业来实现。甜高粱在上述品质特征方面应符合企业要求,但目前企业没有提出明确要求,育种家也没有考虑到这些因素。如果种植业生产的产品不符合加工业的要求,加工成本必然提高。目前甜高粱品种类型单一,收获期集中,无法实现连续收割、连续加工,且加工期集中在10—12月份。加工期短也是企业成本高的原因之一。

1.1.3 甜高粱品种与粮食安全

能源安全关系到社会发展,粮食安全关系到社会稳定。目前,由于育种的进步我国的粮食安全得到了保证,发展生物质能农业势必会影响粮食的种植面积和育种目标。发展生物质能农业的空间和潜力有多大,在什么区域内或什么季节种植甜高粱是种植业必须考虑的问题。石元春等人根据我国农业的生态特点,提出了以甜高粱和林区废物为主体的东北绿色油田、以旱生灌草和甜高粱为主体的西北绿色油田、以甜高粱为主体的华北绿色油田、以麻疯树和甜高粱为主体的西南绿色油田的设想。这一设想体现2个原则:一是在不减少主要粮食作物种类和面积的情况下利用农林的废弃物发展生物质能源;二是在干旱、盐碱等不宜种植粮食作物的地区种植能源作物。只有这样才能在保证粮食安全的基础上,发展能源农业。在育种目标上,目前育成的甜高粱品种都是在好地上选育成的,其抗旱、耐盐性有待证实,比较效益也不明显,势必影响粮食种植。在盐碱地上种植势必降低产量,这是造成原料生产不足的另一个原因。因此抗旱、耐盐碱是今后甜高粱育种的重要目标。

1.2 甜高粱品种与种质资源现状

缺少优异种质资源是目前甜高粱种植业中存在的最突出问题。我国拥有3000多份甜高粱资源,大部分保存在品种资源库内,部分散落在民间,仅有少部分作为育种材料或品种利用^[9-10]。保存和散落

在民间的育种材料能否作为能源作物种植,每个材料具有的可利用优异性状尚不清楚。虽然甜高粱在我国的种植历史很长,但作为能源作物,深入研究、规模种植的历史却很短。甜高粱品种应该具有什么样的性状指标,并无科学的系统研究,仅存在于泛泛的推理水平和几个主要性状的研究上,缺乏系统细致的育种目标和优异资源材料。

育成和引进的甜高粱品种虽然较多,但目前种植的甜高粱品种有30多个,如原甜1号、能饲1号、醇甜1、2号,绿能1、2号、凯利、M81E等^[11]。这些品种具有较高的茎秆产量和较好的抗病性等优点。作为能源作物,研究的历史短、研究队伍小、资金不足,对栽培、收获、储运的认识和经验相对缺乏,对育种目标的认识尚不充足,致使这些品种存在许多问题,如含糖量低而不稳、籽粒产量较低、抗倒伏性较差、抗虫(蚜虫、螟虫)能力较差,高产品种生育期较长、对盐碱、干旱、瘠薄的反映敏感、贮藏和加工品质差,早熟品种产量低、含糖量低。这些问题给种植业和加工业造成严重损失,需要从种质材料创新和育种途径解决。

1.3 甜高粱育种目标

优良品种是种植业的基础,种植业和加工业中的多数问题和品种有关,因此解决品种问题也是解决种植环节和加工环节中的问题,甜高粱育种目标设置应考虑种植和加工两个环节的需求。

1.3.1 抗蚜耐盐品种选育

抗逆性包括抗病虫、抗旱、耐盐碱、抗倒伏等特性。抗病、抗虫一般参考高粱的育种目标,但是抗蚜性应作为甜高粱育种的首要育种目标。因为甜高粱植株高大,蚜虫发生在后期,人工防治是非常困难的,蚜虫主要汲取液汁中糖份,造成甜高粱茎秆含糖量明显降低,企业加工成本提高,势必降低效益。高粱蚜和玉米蚜在糖份积累期迅速繁殖,对甜高粱造成直接危害。麦管蚜和麦二叉蚜在苗期发生,危害幼苗,抑制幼苗生长,严重时造成死苗。抗蚜甜高粱品种的单茎高粱蚜和玉米蚜的最大数量为300头。如果品种的抗蚜性达不到这个标准,应考虑及时防治^[12]。目前甜高粱品种的抗蚜性均达不到这一指标。在甜高粱种质资源中缺乏抗蚜资源,必须加强甜高粱抗蚜资源创新和抗蚜育种,抗蚜育种的方法有杂交育种和分子育种,将普通高粱的抗蚜基因转到甜高粱中是甜高粱育种的首要任务。

盐碱干旱地区是甜高粱发展的优势地区,选育

耐盐甜高粱品种、杂交种十分必要。在土壤全盐含量0.2%~0.3%的地块上种植时能够正常发芽出苗是一个关键指标,目前甜高粱耐盐鉴定试验结果表明,在适宜播种期内多数甜高粱田间出苗率在50%以下,兴家甜等少数甜高粱在盐碱地的出苗率可达70%,进一步提高甜高粱苗期耐盐性是育种的另一个主要目标。同时盐碱危害还会降低产量,目前一些耐盐品种在盐碱地种植可达到以下指标:茎秆产量60 t/hm²,籽粒产量2.25 t/hm²,茎秆液汁含量63%,液汁糖锤度(Brix值)18%,生育期80~140 d。按照播种早晚,在能够保证成熟,含糖量达到加工要求的前提下,选用生育期较长的品种以提高产量。

1.3.2 主要经济指标

茎秆产量和籽粒产量在一定范围内是可以同时提高的,但两者在较高的产量水平上是相互矛盾的。在盐碱干旱区,茎秆的产量较低,提高籽粒产量也有可能。茎秆产量高往往是以长的营养生长期为代价,糖份积累是在生殖生长后期才明显增长的,在无霜期短的地区或在因降雨过晚造成播种推迟的情况下,种植生育期长、茎秆产量高的品种,其含糖量低,产酒率降低。为保证在收获季节茎秆含糖量达到加工业的要求,适当降低茎秆的生物产量,提高含糖量,保证其稳定性,降低运输成本,这样才能保证企业的正常运行。以能源为目的甜高粱育种,最终以产酒量为衡量指标,产酒量取决于产糖量。茎秆产量、液汁含量和液汁糖锤度是决定产糖量的3个指标,从加工角度出发,三者的重要程度依次增加,通过提高糖锤度提高产酒量,可降低加工成本。籽粒也可以用来发酵生产酒精,在保证茎秆产糖量及其稳产的同时,提高籽粒产量是必要的。从延长加工期的角度出发,通过种植早熟品种,提早收获,以延长甜高粱秆的加工期,提高加工设备的利用率。但早熟品种的产量和茎秆含糖量往往较低,因此选育早熟、高含糖量的品种、杂交种将是今后甜高粱育种的重要育种目标。

1.3.3 高产与稳产

甜高粱具有高光效的特点,是高产的生理基础^[6]。按照理论计算,当茎秆产量为75 t/hm²、出汁率63%、液汁糖锤度18%、籽粒产量2.25 t/hm²时,茎秆和籽粒产酒量之和与1.5 hm²玉米的产酒量相当。这个产量足以使甜高粱产业产生可观经济效益。那么为什么到目前为止在我国甜高粱仍未产

业化呢?除了种植规模小之外,稳产是重要因素。甜高粱的稳产性是指甜高粱茎秆产量、籽粒产量、出汁率、液汁糖锤度等指标在不同年份、不同地块的稳定性。茎秆产量、籽粒产量、出汁率变化容易引起重视,也容易达到和控制,而液汁糖锤度则易被忽视,易受环境影响而产生明显差别。因此含糖量的稳定性应引起育种家的重视。

影响含糖量的因素很多,遗传、收获期、倒伏、蚜虫、种植密度、施肥等是影响含糖量的因素^[13]。遗传、收获期、倒伏、蚜虫危害都和育种有关。选育稳产品种应从以下4方面着手:确定高含糖量的育种目标,糖锤度18%以上;适当短的生育期,生育期要短于种植地区无霜期10 d,以保证有足够糖份积累时间;抗倒,培育根系发达、次生根发生早而多、茎秆粗壮、有韧性、高度适宜的品种是抗倒伏的基础,茎秆直径在25 mm以上,高度350 cm较好;抗病虫害,主要是抗蚜虫、螟虫和叶病。

2 甜高粱种植分析

2.1 甜高粱种植区域分析

甜高粱适应性强,在全国各地均可种植,但作为能源作物,需要规模集中种植。在选择优势区域时必须满足以下条件:1)在保证农民粮食需求的基础上才能发展甜高粱,做到“不与粮争地,不与人争粮”;土地资源丰富,交通方便。2)有种植甜高粱或高粱的习惯或历史,种植技术成熟,比较效益明显,农民容易接受。3)雨热同季,7、8月份降雨要多,以满足甜高粱快速生长的需要,有一定灌溉条件,以保证播种等关键时期的需要。4)相关的产业相对发达或具有潜力,如畜牧业和酿造业便于转化糟渣和籽粒,实现综合开发。

按照我国的自然条件和耕地情况,就甜高粱作为能源作物种植可分为南方多雨区、北方干旱区和中部沿海区3个区。

2.1.1 南方多雨甜高粱种植区

在长江流域以南,热量和降雨虽然充足,但由于温差较小,不利于糖份在茎秆内的积累,茎秆含糖量较低,同时由于气候潮湿,温度较高,病虫害容易发生,甜高粱主要经济性状不稳定。甜高粱收获季节多雨,温度较高不利于甜高粱秆的收储运,对加工企业十分不利。南方的水稻、玉米的种植效益较高,种植甜高粱的比较效益较差,因此在南方作为能源用途种植甜高粱存在诸多不利因素。

2.1.2 北方干旱甜高粱种植区

在我国北方,包括长城以北、新疆等西北地区,多数地区适合种植甜高粱,但不宜作为能源目的规模种植。其原因有2个:一是降雨和灌溉条件较好的地区是我国粮食的主要产区,人口密集,人多地少,为保证粮食安全,不能大面积发展;二是干旱地区,土地虽多,但由于甜高粱需水高峰期缺乏雨水,无法保证甜高粱的产量。北方无霜期较短,多在120 d左右,不能种植晚熟高产品种,主要经济性状低而不稳,同时收获后气温迅速下降,虽然利于茎秆的储藏,但不利于茎秆的粉碎和发酵,会增加能源投入和生产成本。

2.1.3 中部沿海甜高粱种植区

在我国北方东部沿海地区,多盐碱荒地,人口密度小,人均耕地多,闲散荒地多,可以拿出部分土地种植甜高粱。由于春旱、夏涝,60%以上的土地不具灌溉条件,靠天收种,各种作物的种植面积、播种期、产量等均不稳定,产量明显低于粮食主产区,对全国的粮食生产影响不大。因此在盐碱地上种植甜高粱不存在与粮争地的问题。这类地区是我国甜高粱的适宜发展区域^[13]。在盐碱地区的农村多数为贫困村,种植成本和劳动成本低,在这一带发展生物质能产业,能够带动农民致富,降低企业成本,对构建和谐社会具有促进作用。同时在这一地区分布着的一些好地,可进行麦茬种植,对稳定产量和企业效益具有重要意义。这一地区交通方便,环北京、天津,地理优势突出。这一地区的畜牧业和酿造业比较发达,可以利用甜高粱产业的副产品。这一区域包括:河北省东部的沧州,唐山等市县,山东东部沿海一代。

目前盐碱地种植甜高粱的综合产酒量比同等条件下种植玉米的产酒量提高63.9%。在盐碱地上种植甜高粱,茎秆产量、出汁率、液汁糖锤度、籽粒产量等主要经济指标受品种、土壤盐碱程度、播期、田间管理等因素的影响^[15]。茎秆产量、液汁糖锤度、籽粒产量等经济指标的平均值均有提高的潜力,但茎秆产量、出汁率、液汁糖锤度的极限值提高的可能性较小,籽粒产量的极限值仍有提高潜力。

2.2 甜高粱种植业存在的问题及解决对策

目前,甜高粱在我国未形成产业化的形势下,以零星种植为主。2005年全国甜高粱的种植面积达到5万 hm^2 ^[7]。2006年山东、河北等地甜高粱种植面积较大,仅在沧州盐碱地上规模成片种植甜高粱40 hm^2 。2011年在内蒙种植2万 hm^2 。通过种植

实践和考察,认为甜高粱产业化在种植环节中存在问题。

2.2.1 病虫害

蚜虫、高粱螟、玉米螟、蓟马、地下害虫、叶斑病等是甜高粱的主要病虫害。对产糖量威胁最大的是蚜虫,蚜虫主要发生在后期,正是糖分积累期,由于植株高大,不易防治。蚜虫具有繁殖快,降低糖分明显的特点。感虫严重时液汁含糖量降低到普通高粱的水平,失去加工的意义,蚜虫可对甜高粱产业化造成毁灭性打击,因此品种的抗蚜性必须要好^[12]。高粱螟、玉米螟主要危害心叶和蛀入茎秆,引起倒折,影响糖分含量和茎秆储藏期。蓟马主要危害心叶传播病毒。地下害虫主要危害苗期,造成缺苗断垄。叶斑病主要造成含糖量降低。

2.2.2 倒伏

甜高粱植株高大,在7—8月份,风雨灾害频繁,此时秸秆的木质纤维素尚未完全形成,极易倒伏。倒伏造成产量、含糖量降低和收获困难。因此在育种和栽培过程中必须考虑这一因素。

2.2.3 收获储运

由于甜高粱的植株高大粗壮,人工收获比较困难,秆、叶、穗分别收获更难。由于生物产量大,质量和体积都十分可观,一般秸秆产量 $60\sim 75\text{ t/hm}^2$,运输和储藏十分不便,甜高粱储运的方法和成本是种植环节必须考虑的问题。

2.2.4 播种期和收获期

在盐碱地地上种植甜高粱,存在春季干旱返盐、地下害虫严重,易造成出苗不全,缺苗断垄,苗期发育缓慢等现象,出苗保苗是盐碱地种植甜高粱的主要问题。目前甜高粱品种存在生育期长,收获期晚、短而集中的问题,致使加工期缩短,设备闲置,给企业带来压力。为了避开干旱、病虫害等不利因素,延长加工期,播种期和收获期是种植业必须考虑的问题。

上述问题主要造成甜高粱的产糖量降低、加工成本提高,影响农民收入、企业利润和正常运转。解决好这些问题对整个甜高粱产业化至关重要。针对种植环节中存在的蚜虫、倒伏、产糖量不稳,贮存期、加工期短等问题,除了采用育种对策外,现提出以下栽培对策。1)根据降雨早晚,选用不同生育期的甜高粱品种,就雨或造墒早播,保证出苗,早熟品种早收获、晚熟品种晚收获,延长收获期。2)采用种子包衣技术,提高抗旱性和耐盐碱性,保证出苗率,防治地下害虫、蚜虫、蓟马等苗期害虫,保全苗育壮苗。

3)及时防治高粱螟、玉米螟、蚜虫等害虫,防倒伏、保证产糖量。4)及时中耕、培土、施肥,防倒伏,提高茎秆产量和含糖量。5)对盐碱地进行秋深耕晾垡,春耙保墒防返盐的耕作技术,降低耕层含盐量;对全盐含量在3%以上重盐碱地可以采用咸水结冰直灌技术,保证出苗。

3 加工技术

目前,整个生物质产业处在培育阶段,生物质加工产业包括生物质能源转化和生物质制造。甜高粱秆加工是生物质能源转化和生物质制造关键环节。甜高粱秆加工和整个产业一样,处在研究示范的培育阶段。已确定了固体发酵和液体发酵两种技术工艺,技术工艺方面虽趋于成熟,在河北、山东、黑龙江、新疆等地建成小型示范性加工厂,在山东无棣、内蒙五原等地建成年产燃料乙醇 $4\sim 5\text{万 t}$ 的加工企业。但未形成规模生产,未获得直接经济效益。原因是固体发酵无法实现连续发酵,一般 $3\sim 7\text{ d}$ 为1个发酵周期,发酵过程难以控制,固体发酵需要的场地较大也是无法规模化生产的原因之一;液体发酵工艺需要首先将甜高粱秆中液汁榨出,榨汁的技术尚未过关,沿用甘蔗榨汁技术能耗非常高,山东无棣建成了甜高粱榨汁车间,但因能耗过高而停产。中兴集团在内蒙五原新建甜高粱加工厂因原料不足,不能正常生产,无法产生直接经济效益。在高效、低耗、与农业生产接轨、综合利用方面尚未有现成的技术、经验、模式可供借鉴。笔者就加工方面提出如下建议。

3.1 物料粗加工

甜高粱秆具有体积大、重量大,零散不规则、不标准的特点。研究、开发、推广、应用灵活、高效的茎秆机械化收割和处理技术以及相关设备(压缩成型、榨汁、打包),实现物料地头标准化是甜高粱收储运环节首要任务。农民参与从茎秆收割到物料标准化、规范化之前的物料粗加工过程,让农民获利,加工企业获得标准化的物料。

3.2 工厂加工

发展中小型企业,研究、开发、推广应用先进的工艺技术和高效、节能的设备,降低能耗,提高产品的科技含量和附加值,扩大产品的应用领域,增强产品的市场竞争力,使企业获利。工厂目前应当考虑如何降低能耗和如何获得足够的、高品质的、标准化的原料是整个产业难题,必须研究解决。

3.3 副产品综合利用

糟渣是甜高粱产业中的最大副产品,糟渣的利用按照饲草、造纸、秸秆乙醇的次序逐步发展,提高副产品的利用价值。在农村努力实现甜高粱种植→秸秆→乙醇+糟渣(饲草)→养殖→畜产品+畜粪→沼气+有机肥→种植业的循环经济。

4 产业政策

国家虽然出台了一系列有关生物质能源的政策和法规,如《再生能源法》等,但这些只是一些大的框架,而且有许多限制,不适合中小企业在生物质能方面的投资,不符合以农业、农民、农村为主体的国情。在社会主义市场经济的前提下,以甜高粱为能源作物的生物质能市场在我国尚未成熟,政府应发挥其应有作用,推动试点工作,建立和健全适合农村、鼓励和保护农民参与的政策保障体系,建议采取以下政策措施。首先,在投资政策方面,实行有效的、持续的投资和税收优惠政策,增加投入,吸引投资;建立健全多层次、多渠道、多形式的投入机制,包括引入外资,以支持农村能源建设的发展,提高投资促进和拉动甜高粱种植业的发展。其次,全面探索符合农业生产方式的综合建设模式。进行3~5年的研究、示范、推广,总结经验,进一步完善政策保障体系,实行与市场接轨为目标的管理体制,强化技术监督,逐步形成市场化格局。第三,要发挥政府部门的作用,政府推广机构最重要的功能是传播有关技术信息、商业信息、政策法规和决策。政府行为是农民、企业需求和技术进步的重要支持,要为农业产业化、农村工业化、农民城市化提供政策保障,以小城镇为核心,加强农村能源基础设施建设,引导、鼓励农民进入生物质能加工领域。

5 结论与建议

我国以甜高粱为能源作物的生物质能利用正处在起步阶段。由于种植环节存在苗期生长缓慢、倒伏、病虫害、成熟晚、含糖量不稳定、蚜虫严重等问题,在规模发展中导致加工和种植业严重亏损的因素很多,但主要原因是原料不足,加工成本高。在今后5~10年内,在育种方面重点选育早熟、高产、高含糖量、抗病虫害、抗倒、耐盐的甜高粱品种或杂交种。在生产方面重点解决甜高粱秆机械化、标准化

收获技术。在加工方面重点解决甜高粱的储运和榨汁能耗高的问题和固体发酵连续化的问题。在边际土地选择方面,选择四季分明,无霜期130 d以上、降雨450 mm以上的我国中东部沿海盐碱地区。建议政府和企业共同投资,在我国东部盐碱地建立适度规模的集甜高粱品种筛选、栽培技术研究示范、加工规模与技术探索示范为一体的甜高粱生物质能研发示范基地,探索市场化运作的模式。

参 考 文 献

- [1] 邹剑秋,宋仁本,卢庆善,等.新型绿色可再生能源作物:甜高粱及其育种策略[J].杂粮作物,2003,23(3):134-135
- [2] 石元春.发展生物质产业[J].中国农业科技导报,2006,8(1):1-5
- [3] 卢庆善,朱翠云,宋仁本,等.甜高粱及其产业化问题和方略[J].辽宁农业科学,1998(5):24-28
- [4] 卢庆善.高粱学[M].北京:中国农业出版社,1999:179-213
- [5] Andrew H Paterson. Genomics of sorghum[J]. International Journal of Plant Genomics,2008,Volume 2008:1-6
- [6] 王志春,梁正伟.植物耐盐研究概况与展望[J].生态环境,2003,12(1):106-109
- [7] Li Guiying, Gu Weibin, Keith Chapman. Sweet Sorghum[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2004:1-10
- [8] Giuliano Grassi, Gianluca Tondi, Peter Helm. Small-sized Commercial Bioenergy Technologies as An Instrument of Rural Development[EB/OL]. (2004). www.oecd.org/agr/env/
- [9] 王黎明,焦少杰,姜艳喜,等.142份甜高粱品种的分子身份证构建[J].作物学报,2011,37(11):1975-1983
- [10] 赵香娜,岳美琪,刘洋,等.国内外甜高粱种质遗传多样性的SSR分析[J].植物遗传资源学报,2010,11(4):407-412
- [11] 卢庆善.甜高粱[M].北京:中国农业科技出版社,2008:253-271
- [12] 冯国郡,叶凯,涂振东,等.甜高粱主要农艺性状相关性和主成分分析[J].新疆农业科学,2010,47(8):1552-1557
- [13] 杜瑞恒,甘跃进,籍贵苏,等.蚜虫发生对甜高粱主要经济性状影响的研究[J].云南农业大学学报,2006,21(增刊):91-94
- [14] 谷卫彬.利用盐碱地大面积种植甜高粱,建立酒精生产的循环模式[J].新能源,2006.1(2):7-12
- [15] 杜瑞恒,籍贵苏,侯升林,等.盐碱地种植甜高粱经济性状水平及影响因素研究[C]//中华人民共和国农业部,亚洲开发银行.中国农村生物质能源国际研讨会暨东盟与中日韩生物质能论坛论文集.北京:中国农业出版社,2008:358-363
- [16] 涂圣伟,蓝海涛.生物质能源产业与粮食安全[J].宏观经济管理,2011(4):30-32