

甜菜种质资源遗传多样性研究与利用

崔平^{1 2 3}

(¹中国农业科学院甜菜研究所/黑龙江大学农作物研究院 哈尔滨 150501; ²黑龙江省普通高等学校甜菜遗传育种重点实验室 哈尔滨 150080; ³中国农业科学院北方糖料作物资源与利用重点开放实验室 哈尔滨 150080)

摘要: 通过多年对中国甜菜种质资源搜集、整理、繁种、鉴定及编目入库等方面进行科技攻关研究, 弄清了目前我国甜菜中期库保存种质资源遗传多样性的丰富程度。根据对已经编目入国家种质长期库的 1382 份甜菜种质资源材料的主要经济性状鉴定试验结果, 证实了我国甜菜种质资源的块根产量、含糖率和产糖量均以西北生态区最高, 华北生态区次之, 东北生态区最低, 同时其变异幅度也比较大。由此表明我国甜菜不同生态区保存的甜菜种质资源材料具有相当高的异质性和丰富的遗传基础, 这将有利于推动我国甜菜科研及育种事业的可持续发展。

关键词: 甜菜; 种质资源; 搜集繁种; 编目保存; 遗传多样性

Genetic Diversity Research and Utilization of Beet Germplasm Resources in China

CUI Ping^{1 2 3}

(¹ Sugarbeet Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences / Institute for Crop Research, Heilongjiang University, Harbin 150080; ² The Key Laboratory of Sugarbeet Genetics Breeding, Heilongjiang University, Harbin 150080; ³ The Key Laboratory of North Sugar Crop Resource and Utilization, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150080)

Abstract: According to tackling key problems of science and technology to the collection, sorting, seed reproduction, list and safe savings of beet germplasms for 20 years, the genetic diversity of beet germplasm resources were made clear in middle-term beet storage in China. The appraisal results of main economic character of 1382 beet germplasms showed that the root yield, sugar content and sugar yield of beet in the northwest ecological region were superior to others, that in the north China region was middling, that in the northeast region was inferior. Variance ranges of the characters were great. This indicated that the beet germplasms preserved in different ecological regions are in great heterogeneity and abundant hereditary basis. It will be beneficial to sustainable development of scientific research and beet breeding.

Key words: Beet; Germplasm resources; Germplasm collection and seed reproduction; List and safe savings; Genetic diversity

甜菜种质资源是我国甜菜科研和育种的重要物质基础^[1]。世界各甜菜生产先进国家都十分重视甜菜种质资源的收集、繁种、保存和遗传多样性分析及研究。甜菜起源于中东地区的伊拉克及美索不达米亚平原一带, 然后分别向东西方向传播, 经过伊朗、黑海东岸、土库曼、乌兹别克、哈萨克及中国的“丝绸之路”传入中国西北及内陆地区, 成

为中国甜菜的遗传基因来源。目前, 中国各地尚未发现任何甜菜野生种在自然条件下生存, 种植较多的是普通甜菜亚种 (*Subsp vulgaris* L.) 中的 4 个栽培种群即糖用甜菜群 (Sugar Beet)、菜用甜菜群 (Garden Beet)、饲用甜菜群 (Fodder Beet)、叶用甜菜群 (Leaf Beet), 最主要是糖用甜菜, 种植历史最长的是叶用甜菜^[2]。中国种植甜菜的历史悠

收稿日期: 2011-09-10

基金项目: 农业部作物种质资源保护繁种计划项目 (NB2011-2130135-23); 国家甜菜产业技术体系建设项目 (CARS-210101-01)

作者简介: 崔平, 副研究员。Email: Cuiping504@sohu.com

久,由于我国地域辽阔,地形复杂,各种种植地区之间气候、土壤和农业条件相差较大,经过长期自然选择和人工选择,形成了各个品种特征特性上的差异,特别是在形态和农艺性状上的千差万别,从而使品种产生了对当地生存条件的适应性,形成了各地区的生态类型。

1 中国普通甜菜品种群的类型非常丰富

我国目前种植较多的是普通甜菜亚种,包括我国 4 个品种群即糖用甜菜品种群、菜用甜菜品种群、饲用甜菜品种群、叶用甜菜品种群。

1.1 糖用甜菜品种群

主要分布于我国 40°N 以北的东北、华北及西北甜菜主产区,其中东北种植最多,约占全国甜菜总面积的 80% 以上,这些地区都是春播甜菜产区,无霜期短、积温较少、日照较长、昼夜温差较大,甜菜的单产和含糖率都很高,而病害又较轻。糖用甜菜利用价值是将其肥大的块根作为制糖工业的主要原料,提取其中所含的蔗糖,同时还可以利用榨糖后的一些副产品作为牲畜(猪、牛)饲料或者医药及化工工业的原料。

1.2 菜用甜菜品种群

主要分布于我国的东北和西北甜菜生态区,其中东北生态区的吉林省和黑龙江省种植较多。菜用甜菜的叶片颜色多为粉红色或红色,叶脉多为红色或紫红色,根形多为圆球形,根皮的颜色为红色和紫红色,根肉多为粉红色或紫红色。菜用甜菜含有一定量的糖分和较高的维生素等营养物质,其粗纤维和甜菜碱含量都很低,在欧洲各国,尤其是东欧,主要用作蔬菜、汤料或色拉进行食用,它也是生产天然染料红色素的原料。

1.3 饲用甜菜品种群

在我国南北各地均有栽培,饲用甜菜的根形多为圆柱形,无根沟,根皮的颜色多为黄色或红色,块根较大,根体的大部分约二分之一或三分之一露于地上,很容易收获,单产很高,单株块根重量可达 6~7.5kg。根肉多为淡黄色或粉红色,叶脉多为淡黄色或紫红色。饲用甜菜含有一定量的糖分和较高的矿物盐类及维生素等营养物质,其粗纤维含量低、易消化,是猪、鸡、奶牛的优良多汁青饲料。

1.4 叶用甜菜品种群

在中国种植历史最长,我国古代将叶用甜菜称作“添菜”,又名君达菜、火焰菜等。目前主要分布

于我国的长江流域四川、江苏、贵州、浙江、福建、广东、广西、云南等地。由于受不同生态地区环境条件的长期影响、自然选择及生态适应的作用,又形成了各地区的 1 年生、2 年生及多年生等不同的生态类型。

2 中国栽培甜菜种质资源的基因遗传差异非常显著

2.1 我国栽培甜菜种质资源的形态特征差异非常明显

中国不是甜菜起源国,目前种植的各类甜菜均从国外引进,然后进行了驯化选种改良繁殖以及遗传、生理、形态等方面的研究^[3]。目前我国甜菜生产上主要是种植糖用甜菜。我国甜菜种质资源形态特征差异很大,生长习性有 1 年生、2 年生及多年生,叶片形状有盾形、心脏形、舌形、梨铧形、矩形、圆扇形、柳叶形、戟叶形、披针形和箭形,叶片颜色有淡绿、浓绿、黄绿、粉色、红色和紫红色,叶缘形有大波、中波、小波和全缘,叶表面形状有平滑、波浪、微皱和多皱,叶丛型有直立型、斜立型和匍匐型,块根形状有圆锥形、楔形、纺锤形、圆柱形和圆球形,根皮颜色有白色、黄色、粉色、红色和紫色,采种植株株型有单茎型、多茎型和混合型,种子粒型有单粒型、双粒型和多粒型^[4]。种子的大小以千粒重表示,差别也非常显著,低者为 9~11g,高者达 45g 以上,相差约 30g。

甜菜为两性花,异花授粉,正常情况下自交不结实,根据花药发育的状况,花粉粒的特征和散粉能力,甜菜花的育性大致可将其分为 4 种类型:(1)全不育型即花药为白色或乳白色,半透明状,不开裂,无花粉粒或有少量早期退化的花粉粒,外壁不清楚;(2)不育一型即花药为淡黄色或绿黄色,不透明,不开裂,有少量花粉粒,花粉膜清楚,没有生活能力;(3)不育二型即花药为桔黄色或黄色,不透明,较饱满,不开裂或同株上混有开裂与不开裂的花药,花粉粒数量较多,大小不等,花药膜清楚,少部分花粉粒有生活能力;(4)恢复可育型即花药为黄色、大而饱满,充满花粉粒,开花散粉后,花粉即脱落,花粉粒数量多,圆而大,也有小花粉粒,花粉膜清楚,花粉有生活能力,吸水易破裂。

2.2 我国糖用甜菜种质资源的主要经济性状差异显著

糖用甜菜是我国北方主要经济作物,它的经济性状主要是块根产量及含糖率。甜菜块根的生长发育受不同生态区的气候及土壤条件等环境因素的影

响较大。中国东北、华北和西北三大生态区甜菜的产量、品质性状及主要病虫害种类都有很大的区别。根据对已经编目入国家种质长期库的1382份中国甜菜种质资源材料的调查表明,中国甜菜种质的块根产量、含糖率和产糖量均以西北生态区最高,华北生态区次之,东北生态区最低。其中,西北生态区273份甜菜种质资源的平均块根产量 $52.32\text{t}/\text{hm}^2$,变异幅度为 $10.35\sim 92.99\text{t}/\text{hm}^2$,平均含糖率 15.89% ,变异幅度 $10.30\%\sim 20.97\%$,平均产糖量为 $8.26\text{t}/\text{hm}^2$,变异幅度为 $1.41\sim 14.88\text{t}/\text{hm}^2$;华北生态区205份甜菜种质资源的平均块根产量 $39.88\text{t}/\text{hm}^2$,变异幅度 $13.02\sim 75.41\text{t}/\text{hm}^2$,平均含糖率 14.90% ,变异幅度 $7.78\%\sim 17.72\%$,平均产糖量为 $6.02\text{t}/\text{hm}^2$,变异幅度为 $1.93\sim 11.99\text{t}/\text{hm}^2$;东北生态区904份甜菜种质资源的平均块根产量 $26.54\text{t}/\text{hm}^2$,变异幅度 $0.97\sim 75.9\text{t}/\text{hm}^2$,平均含糖率 14.8% ,变异幅度 $1.84\%\sim 20.43\%$ 。平均产糖量为 $3.99\text{t}/\text{hm}^2$,变异幅度为 $0.07\sim 9.08\text{t}/\text{hm}^2$ ^[5-7]。由此可见,西北生态区的甜菜种质资源在提高甜菜产量或含糖方面可利用价值最大。

甜菜的品质性状主要由其块根含糖率及K、Na、 $\alpha-N$ 含量决定,后者又称工艺有害成分,含量高时影响蔗糖结晶析出,降低甜菜品质。高品质甜菜的主要标志是:蔗糖含量高,K、Na及 $\alpha-N$ 含量低。中国三大生态区1382份甜菜种质资源的K、Na及 $\alpha-N$ 含量也有很大差别。K含量由低到高的顺序为东北生态区、华北生态区、西北生态区,平均为 $43.61\text{mol}/\text{kg}$,变异幅度 $8.69\sim 112.9\text{mol}/\text{kg}$ 。Na含量由低到高顺序为西北生态区、东北生态区、华北生态区,平均为 $35.71\text{mol}/\text{kg}$,变异幅度 $1.06\sim 111.8\text{mol}/\text{kg}$ 。 $\alpha-N$ 含量由低到高的顺序为华北生态区、东北生态区、西北生态区,平均为 $25.02\text{mol}/\text{kg}$,变异幅度 $0.1\sim 100.9\text{mol}/\text{kg}$ ^[5-7]。由此可以说明,不同生态区的气候环境和栽培条件对甜菜的品质影响非常明显。

3 我国甜菜资源不同类型种质在育种上的应用

甜菜种质资源的收集鉴定、繁种保存及遗传多样性研究的最终目的就是为了能够在甜菜生产、科研和育种上得以充分利用。实践证明,我国在甜菜种质资源的利用方面卓有成效。特别是1949年以来,我国在甜菜新品种选育过程中首先利用了一些国外引进的综合性状好的或具有某些独特性状的优

异材料。例如甘肃省自育的第1个甜菜新品种是从波兰引进的Buszczynski-P作亲本经改良选育出的标准偏高糖型新品种;内蒙古农业大学甜菜生理研究所和内蒙古呼和浩特糖厂甜菜育种试验站共同研究,用波兰Buszczynski-CLR与美国GW65杂交育成的协作二号于1989年通过审定命名,该品种是具有丰产高糖、品质优良、抗逆性强和适应性广等特点的多倍体品种。

“七五”至“十五”期间进行的甜菜种质资源的综合评价和创新研究,鉴定筛选出一大批丰产、高糖、抗病、优质的甜菜优异种质资源^[8],有的已做为预选种应用于我国的育种实践中。如中国农业科学院甜菜研究所利用范8-8进行化学诱变染色体加倍后的四倍体种质作母本与父本1103杂交选育出抗病丰产偏高糖多倍体新品种甜研301^[9],获国家发明二等奖;利用甜408作母本选育出甜研302新品种和利用甜425作母本选育出的甜研303、甜研304新品种^[10],获国家科技进步三等奖;利用2023-2A和MP208-4作亲本选育出甜研202新品种,审定命名后推广面积达50多万亩;利用2014-4A和2023-3A作母本分别选育出甜研305和甜研306两个新品种^[11],审定命名后累计推广面积达100多万亩;利用甜单401作亲本选育出标准偏丰产单粒型多倍体新品种甜单一号^[12],并审定命名,单粒率在90%以上,适用于机械化精量点播。

利用GW65-06作亲本选育出甜研七号并审定命名^[13];利用甜427作母本、甜211作父本选育出甜研309并审定命名^[14];利用二倍体品系KH、VI8541和F8561为亲本选育出甜研203并审定命名^[15];利用二倍体单粒品系TD210作母本与父本TD202杂交选育出甜单二号并审定命名^[16];利用二倍体品系D8361和VI8541为亲本选育出优质抗病新品种中甜204并审定命名^[17];利用L62为母本,以GW49-29、BRP、A-31405-25为父本进行杂交,选育出中甜205并审定命名^[18];利用TD240作母本与父本TD202杂交选育出甜单303并审定命名^[19];利用TD240作母本与父本TD202杂交选育出甜菜遗传单粒型多倍体新品种甜单303并审定命名^[20];利用TB7-CMS作母本与父本217-8杂交选育出甜菜雄性不育单胚遗传杂交种甜单304并审定命名^[21];利用4N092R作母本与父本202G杂交选育出甜研310^[22],审定命名后在生产上大面积推广。

吉林省甜菜糖业研究所利用K. Bus-CLR、AJ1、

公五-16 为亲本选育出吉甜 204^[23], 审定命名应用推广面积达 2 万亩以上。吉林省洮南甜菜育种研究所利用雄性不育系 735MS 为母本与父本甜研 401 杂交选育出吉洮 301 并审定命名^[24]; 利用 TL1 为母本与父本 HQD3 杂交选育出吉洮 303 多倍体新品种^[25], 审定命名后推广生产面积达 5 万亩以上。江苏大华甜菜种子利用双丰一号四倍体材料作亲本选育出苏垦 8312 甜菜新品种审定命名^[26], 累计推广面积 100 万亩以上。呼和浩特市糖厂毕克齐甜菜育种站利用双丰一号四倍体材料作母本与二倍体内三 71-1 杂交选育出呼育 302 甜菜新品种^[27], 审定命名后推广生产面积达 20 万亩。

内蒙古农业科学院甜菜研究所利用二倍体雄性不育系 14403A 作母本与父本 AB301 杂交选育出内甜 201 并审定命名^[28]; 利用抗丛根病自交系 HBB-3 作母本与父本 AB19/120-19E 杂交选育出内甜抗 203 并审定命名^[29]。新疆石河子甜菜研究所利用石单 M202A 作母本与父本 Z-2 杂交选育出单粒型新甜九号^[30], 审定命名后在甜菜机械化栽培地区大面积推广应用; 利用 M4-A 作母本与父本 9804 杂交选育出新甜 16 号并审定命名^[20]。内蒙古包头甜菜研究所利用四倍体品系 BS95429 作母本与父本 BS219C 杂交选育出甜菜多倍体新品种包育 302 审定命名^[31], 并在生产上大面积推广。

参考文献

- [1] 郑殿升, 杨庆文, 刘旭. 中国作物种质资源多样性[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 497-500, 506
- [2] 董玉琛, 刘旭, 方嘉禾, 等. 中国作物及其野生近缘植物(经济作物卷) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007
- [3] 郑殿升. 中国引进的栽培植物[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6): 910-915
- [4] 崔平, 许群, 耿贵, 等. 甜菜种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [5] 刘景泉, 刘淑艳, 崔平, 等. 全国甜菜品种资源目录 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1990
- [6] 崔平, 张守谔, 李雅华, 等. 中国甜菜品种资源目录 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995
- [7] 崔平, 李亚华, 潘荣, 等. 甜菜遗传资源性状鉴定及繁种保存 [J]. 中国糖料, 2001(3): 30-33
- [8] 王述民, 李立会, 黎裕, 等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(I) [J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6): 910-915
- [9] 杨炎生, 孙以楚. 抗病偏高糖甜菜多倍体新品种甜研 301 的选育[J]. 中国甜菜, 1989(3): 1-11
- [10] 孙以楚, 杨炎生, 王华忠, 等. 甜菜多倍体品种甜研 304 的选育[J]. 中国甜菜, 1993(4): 1-4
- [11] 胡文信, 刘升廷, 王红旗, 等. 甜菜雄性不育杂交种甜研 306 的选育[J]. 中国甜菜, 1994(2): 1-4
- [12] 刘升廷, 郭爱华, 胡文信, 等. 标准偏丰产型单粒种甜单一号的选育[J]. 中国甜菜, 1995(4): 1-5
- [13] 刘景泉, 陈丽, 程大友. 高糖抗病稳产甜菜新品种甜研七号的选育[J]. 中国甜菜, 1995(2): 1-6
- [14] 孙以楚, 杨炎生, 王华忠, 等. 甜菜多倍体新品种甜研 309 的选育[J]. 中国糖料, 1997(3): 1-4
- [15] 刘景泉, 陈丽, 程大友. 丛根病甜菜杂交种甜研 203 的选育[J]. 中国糖料, 1999(3): 9-11
- [16] 王红旗, 郭爱华, 李宏侠, 等. 甜菜遗传单粒型三倍体杂交种甜单一号的选育[J]. 中国糖料, 1998(2): 12-15
- [17] 陈丽, 刘景泉, 程大友, 等. 优质抗病甜菜新品种中甜 204 的选育[J]. 中国糖料, 2001(2): 1-3
- [18] 陈丽. 甜菜新品种中甜 205 的选育[J]. 中国糖料, 2005(1): 13-15
- [19] 王红旗, 李宏侠, 郭爱华, 等. 甜菜遗传单粒型多倍体杂交种甜单 301 选育研究[J]. 中国糖料, 2002(2): 9-12
- [20] 王红旗, 李宏侠, 郭爱华, 等. 甜菜遗传单粒型多倍体杂交种甜单 303 的选育[J]. 中国甜菜, 2004(4): 1-3
- [21] 王华忠, 韩英, 吴则东, 等. 甜菜雄性不育单胚杂交种甜单 304 的选育[J]. 中国糖料, 2006(3): 22-25
- [22] 王华忠, 韩英, 吴则东, 等. 甜菜多倍体新品种甜研 310 的选育[J]. 中国糖料, 2007(1): 18-20
- [23] 方清, 张玉琴, 邹世亨, 等. 甜菜新品种吉甜 204 的选育[J]. 中国甜菜, 1995(3): 1-3
- [24] 周金平, 金柱成. 甜菜雄性不育多倍体新品种吉洮 301 的选育[J]. 中国甜菜, 1994(4): 13-15
- [25] 李文, 刘迎春, 刘革军, 等. 甜菜丰产型多倍体杂交种吉洮 303 的选育[J]. 中国糖料, 2004(4): 7-9
- [26] 虞德源. 甜菜新品种苏垦 8312 的选育[J]. 中国甜菜, 1995(1): 12-15
- [27] 李刚强, 贾世华, 张国富. 甜菜多倍体新品种呼育 302 的选育[J]. 中国甜菜, 1994(4): 10-12
- [28] 宫前恒, 董立, 白晨. 甜菜杂交种—内甜 201 的选育[J]. 中国糖料, 1997(2): 10-13
- [29] 付增娟, 白晨, 张惠忠, 等. 甜菜抗丛根病新品种内甜抗 203 的选育[J]. 中国糖料, 2008(1): 28-29
- [30] 邹如清, 刘锦锋, 张立明. 甜菜单粒型雄性不育杂交种新甜九号的选育[J]. 中国甜菜, 1995(3): 8-11
- [31] 武俊英, 宣俊亮, 秦树才, 等. 甜菜多倍体新品种——包育 302 的选育[J]. 中国糖料, 2002(4): 24-26