

复合杂交改良西双版纳鲜食小糯玉米研究初报

李智海^{1,2}, 祖文龙^{3*}, 李 宁³, 杨倩梅⁴, 李红梅⁵, 祖文藻⁶, 唐海涛^{1*}

(1. 四川省农业科学院作物研究所, 成都 610066; 2. 西双版纳职业技术学院, 云南 景洪 666100; 3. 云南省西双版纳傣族自治州种子管理站, 云南 景洪 666100; 4. 云南省西双版纳傣族自治州农业科学研究所, 云南 景洪 666100; 5. 云南省西双版纳傣族自治州景洪市种子管理站, 云南 景洪 666100; 6. 云南省西双版纳傣族自治州农业广播学校, 云南 景洪 666100)

摘要:西双版纳鲜食小糯玉米是云南省地方特色玉米品种, 具有独特风味而受到消费者的青睐。近年来, 随着外来品种的进入和天然混杂, 西双版纳小糯玉米品种逐步退化, 原有风味逐渐丧失, 市场竞争力不断下降, 亟需对其进行遗传改良。本研究利用复合杂交的方法, 用当地优异地方品种与普通玉米优良自交系组成复合杂交种, 按照西双版纳小糯玉米育种目标进行选系并组配杂交组合。育成具有外形匀称、果穗结实饱满、穗型粒型一致、子粒排列整齐、子粒饱满、大小适中、色泽鲜亮、糯性较强、皮薄无渣、子粒柔嫩等西双版纳小糯玉米独特风味的杂交糯玉米新品种小糯2号。

关键词:复合杂交; 鲜食糯玉米; 小糯2号; 小糯玉米

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)04-0001-04

A Preliminary Report on Improving Small Fresh Waxy Maize in Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture by Composite Hybridization

LI Zhihai^{1,2}, ZU Wenlong^{3*}, LI Ning³, YANG Qianmei⁴, LI Hongmei⁵, ZU Wenzao⁶, TANG Haitao^{1*}

(1. Crop Research Institute of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066; 2. Xishuangbanna Vocational and Technical College, Jinghong 666100; 3. Seed Management Station of Xishuangbanna Dai Autonomous Prefecture, Jinghong 666100; 4. Xishuangbanna Agricultural Science Research Institute, Jinghong 666100; 5. Seed Management Station of Jinghong City, Jinghong 666100; 6. Xishuangbanna Agricultural Broadcasting School, Jinghong 666100, China)

Abstract: Small Fresh waxy maize in Xishuangbanna is a local characteristic maize variety in Yunnan province. In recent years, with the introduction of foreign waxy maize varieties and natural mixture, the small waxy maize varieties in xishuangbanna have been gradually degraded, the original flavor has been gradually lost, and the market competitiveness has been continuously reduced. Therefore, genetic improvement is urgently needed. In this study, the method of composite hybridization was used to make use of excellent local varieties and normal maize inbred line to form composite hybrids. The lines and hybridization was bred according to the breeding target of small waxy maize in Xishuangbanna. Xishuangbanna small waxy maize No. 2, a new type of hybrid waxy maize with unique flavor, was bred with uniform appearance, full bearing fruit, uniform grain shape, neat grain arrangement, full grain size, moderate size, bright color, strong glutinous nature, thin skin without residue, and tender grains.

Key words: Composite hybridization; Fresh waxy maize; Xishuangbanna small waxy maize No. 2; Small waxy maize

收稿日期: 2018-12-10

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0100102); 四川省财政创新能力提升工程专项资金(2016ZYPZ-014); 四川省科技支撑计划(2016NYZ029)

作者简介: 李智海(1968-), 男, 副教授, 主要从事农业职业教育教学及鲜食玉米研究工作。

通讯作者: 祖文龙, 男, 高级农艺师, E-mail: zwL741216@163.com
唐海涛, 男, 硕士, 研究员, E-mail: 13808068781@163.com

云南省西双版纳傣族自治州是世界糯玉米起源中心之一, 也是糯玉米多样性最丰富的地区^[1]。西双版纳小糯玉米是云南省地方特色玉米品种, 已有悠久的种植历史。西双版纳小糯玉米具有个头小巧、子粒饱满、香甜软糯、口味纯正、皮薄无渣、营养丰富等特点, 形成了独特的风味, 受到消费者的青睐而闻名国内外。近年来, 随着外来品种的进入和天然混杂, 西双版纳小糯玉米

品种逐步退化,原有风味逐渐丧失,市场竞争力不断下降^[2-4]。为此,西双版纳傣族自治州农业部门与四川农业大学合作,开展了西双版纳鲜食小糯玉米遗传改良。

复式杂交是指三个或三个以上不同个体(自交系)的杂交。复交的杂种综合了多个亲本(自交系)的优良特性,并通过表型选择,聚合目标性状优异等位基因,来达到对目的性状的改良,更易于从中选出优良的新品种^[5-7]。

1 材料与方 法

1.1 育种目标

西双版纳小糯玉米改良育种的目标应紧紧围绕保持独特风味的基础上,提高产量、改良农艺性状和抗逆性,提升加工品质。

育种目标要求:外观上果穗个头小巧、外形匀称、果穗结实饱满无秃尖;穗型粒型一致、子粒排列整齐、紧密度高无缝隙;子粒饱满丰美、大小适中且均一;色泽鲜亮、果穗无虫蛀及霉变、无损伤。蒸煮品质要求蒸煮后气味香浓、子粒晶莹透亮、糯性较强、甜度适中、皮薄无渣、子粒柔嫩,香甜宜人、风味独特。抗逆目标要高抗南方锈病、大斑病,抗或中抗小斑病、纹枯病、茎腐病;根系发达,秸秆韧性好,抗根倒和茎折;耐旱也耐阴湿;花丝在强日照、高温、高湿条件及阴雨天气条件下活力均强;雄花分枝5~8个,主轴长,散粉期长,花粉耐高温;抗虫性好,根部、茎秆和果穗无虫蛀^[8-12]。

1.2 改良方法

首先多途径收集本地优良小糯玉米种质资源进行鉴定与利用。其次按照杂种优势类群,进行新小糯玉米种质的合成与改良。通过单交、顶交、双列杂交以及复合杂交等方法,利用大群体、高密度、强胁迫,结合大田选择与食味品质鉴定相结合的方法,选育自身配合力高、产量高、适应性广,高抗多种病虫害、食味品质与加工性状优良的自交系。以优良自交系,按照“本地种质系×外来种质系”、“小糯玉米×其他类型糯玉米”的杂交模式配制杂交糯玉米新品种。通过多年、多点、多季的高密度、强逆境田间鉴定,结合食味品质与加工品质鉴定,选育符合育种目标的西双版纳小糯玉米新品种^[13-17]。

1.3 选育经过

1.3.1 原始材料

小糯玉米地方品种:西双版纳傣族自治州的

22个小糯玉米地方品种,通过田间农艺性状鉴定和鲜食期穗型、产量及食味鉴定,从中选择3个表现优良的地方品种:高紫糯、津黑糯、紫香与优良普通玉米自交系作为复合杂交的亲本。

优良普通玉米自交系:以优良玉米自交系48-2为复合杂交亲本之一。该系选自以优良杂交种(Mo17/340)为母本,另外6个优良杂交组合的混合花粉为父本进行人工授粉合成的育种用群体。优良玉米自交系48-2一般配合力高、品质优良、抗病性好、适应性广。以48-2为亲本之一,育成川单9号、正红2号、雅玉13、绵单6号等十余个杂交组合。该自交系株高200 cm,穗位高60 cm,总叶片数19叶,植株粗壮,下部叶较松散,上部叶短斜上举,叶色浓绿。四川雅安春播全生育期129 d。雄穗较大,主轴长30 cm左右,一般有10个左右分枝,护颖红色或绿色,颖尖及小穗节紫色,花药紫红,花粉量充足,散粉性好,一株散粉时间为8 d。花丝红色,间有白色,穗长18 cm,穗粗4.6 cm,秃尖0.33 cm,平均14.5行,每行33粒,桔黄粒,中间型偏硬,白轴^[18]。

1.3.2 选育过程

2010年春,用(高紫糯×津黑糯)×48-2与(高紫糯×紫香)×津黑糯进行复合杂交,在西双版纳景洪市,经3年7代自交分离选育定型,命名为WX25。其特征为:幼苗叶片绿色、生长旺,株型披散,抗倒力强;单株总叶片数16~17片叶,株高147 cm,穗位高70 cm;雄穗分枝数8~12个,花粉量大,花药黄色;果穗长13 cm,穗行12~14行,子粒紫色、硬粒型、白轴、千粒重150 g;全生育期90 d;抗性:抗大小斑病、纹枯病。

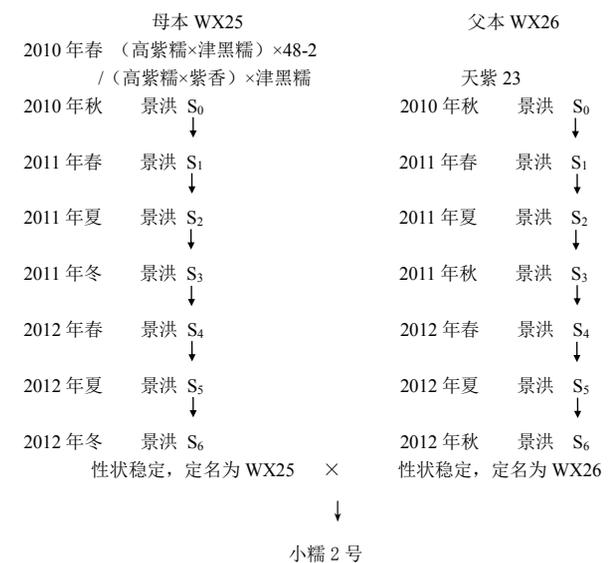


图1 复合杂交改良西双版纳小糯玉米技术路线图

以WX25为母本,以选自西双版纳外来商品糯玉米杂交种天紫23二环系的WX26为父本,组配杂交种西双版纳小糯2号(见图1)。

2 结果与分析

2.1 生物学性状

幼苗第一叶顶端圆到匙形、叶鞘花青甙显色无或极弱。叶片弯曲程度弱、与茎秆夹角小。植株叶鞘花青甙显色无或极弱,株高极矮、穗位矮。散粉期早到中,雄穗颖片除基部外花青甙显色无或极弱、侧枝弯曲程度无或极弱、与主轴的夹角小,雄穗最低位侧枝以上的主轴长度短到中、最高位侧枝以上的主轴长度短、侧枝长度短到中、一级侧枝数目多,花药、花丝花青甙显色无或极弱,植株茎秆“之”字形程度弱,锥形穗,子粒紫色糯质型,穗轴颖片花青甙显色无或极弱。成株叶片浓绿、株型半紧凑,抗倒伏力较强;单株总叶片数17~18片、株高170 cm、穗位高80 cm左右;雄花分枝18~22个、花粉量大、花药淡紫色;果穗长15~17 cm、穗粗4.3 cm、无秃尖、穗行数12~14行、行粒数35~40粒、子粒白一紫、硬粒型、白轴、百粒重31 g左右;出子率71.4%,子粒深度1.3 cm,高抗大斑病、小斑病、锈病,抗逆能力强,果穗大小均匀,出子率高,综合性状表现较好。夏季播种至收获80 d左右,冬季播种至收获126 d左右。

2.2 抗性

经云南省农业大学植保所2014~2015年2年人工接种鉴定,该品种高抗大斑病、小斑病,轻感

锈病、纹枯病、茎腐病。

2.3 品质

经农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)测定,总淀粉63.17%、支链淀粉93.1%、直链淀粉4.38%。食味品质2级。

按照鲜食玉米感官品质指标主要根据品种外观性状及气味、色泽、甜度(糯性)风味、柔嫩性、种皮厚度等蒸煮品质指标定其级别,小糯2号各项指标与当地生产上应用品种天紫23比较如下。

2.3.1 鲜食玉米感官等级

小糯2号感官评价:有本品种应有特性,大小一致,穗型粒型一致,子粒饱满、排列整齐紧密,具乳熟期应有的色泽;苞叶完整,新鲜嫩绿;子粒柔嫩、皮薄,无秃尖,无虫咬,无霉变,无损伤。对照品种天紫23感官评价:有本品种应有特性,大小基本一致,穗型粒型基本一致,少数子粒不饱满、排列整齐紧密,色泽稍差;苞叶较完整,新鲜嫩绿;子粒柔嫩性稍差、皮较薄,秃尖 ≤ 1 cm,无虫咬,无霉变,损伤粒少于5粒。小糯2号(29分)鲜食玉米感官等级评分优于对照品种天紫23(24分)。

2.3.2 鲜食玉米蒸煮品质

小糯2号蒸煮品质:气味浓郁,色泽鲜艳,糯性强,风味好,柔嫩性好,果皮厚度好。对照品种天紫23蒸煮品质:气味浓郁,色泽鲜艳,糯性较强,风味好,柔嫩性好,果皮厚度好。小糯2号(69分)鲜食玉米蒸煮品质优于对照品种天紫23(61分)(表1)。

表1 鲜食玉米蒸煮品质评分

性状	气味	色泽	甜度(糯性)	风味	柔嫩性	果皮厚度	蒸煮品质总分
评分范围	4~7	4~7	10~18	7~10	7~10	10~18	42~70
小糯2号	7	7	18	10	10	17	69
天紫23	7	7	15	8	9	15	61

2.3.3 鲜食玉米品质

小糯2号鲜食玉米品质总评分为98分,超过国家鲜食玉米品质一级标准。对照天紫23鲜食玉米品质总评分为92分(表2)。

表2 鲜食玉米品质等级指标

等级	1	2	3
指标(\geq 分)	90	75	60
小糯2号	98		
天紫23	92		

2.4 产量表现

2.4.1 新组合鉴定

2011年夏季、2012年夏季分别在四川省雅安市、西双版纳州景洪市基地进行小糯2号组合小区鉴定试验,小区面积为6.67 m²,鲜苞产量为16 792 kg/hm²,比对照天紫23增产2 414 kg/hm²,食用品质优良。

2.4.2 品比试验

小糯2号于2012年冬季在西双版纳州景洪市嘎洒镇进行品种比较试验,鲜苞产量为18 900 kg/hm²,较对照天紫23(产量16 800 kg/hm²)增产2 100 kg/hm²,增幅11.1%。

2.4.3 多点试验

该组合在云南省自行开展多点试验结果为:2012年春季品种试验,平均产量为14 961.0 kg/hm²,比对照天紫23增产1 680 kg/hm²,增幅12.6%;2013

年夏季生产试验,平均产量为14 952 kg/hm²,比对照天紫23增产12.4%,居所在组别第1位;2014年多点鲜食糯玉米品种试验均表现为优质、高产、稳产、抗病,总平均比对照增产9.6%(表3)。

表3 小糯2号多点试验产量

年份	试验点	对照品种	小糯2号产量(kg/hm ²)	对照产量(kg/hm ²)	比CK±%
2014年春	思茅区	天紫23	12 297.0	11 344.5	8.4
2014年春	孟连	天紫23	13 575.0	12 186.0	11.4
2014年夏	澜沧	天紫23	12 838.5	11 757.0	9.2
2014年夏	景洪	天紫23	13 936.5	12 376.5	12.6
2014年夏	勐腊	天紫23	13 879.5	12 294.0	12.9
2014年夏	勐海	天紫23	12 628.5	11 617.5	8.7
2014年夏	昆明	天紫23	11 647.5	10 825.5	7.6
2014年夏	开远	天紫23	13 065.0	12 108.0	7.9
2014年夏	文山	天紫23	12 789.0	11 809.5	8.3
2014年夏	双江	天紫23	13 081.5	12 034.5	8.7
平均			12 973.5	11 835.0	9.6

2.4.4 云南省区域试验

2015~2016年冬季参加云南省鲜食玉米品种区域试验,两季区试平均产量为10 579.5 kg/hm²,比对照珍糯玉1号减产10.5%;生产试验鲜苞折合产量11 262 kg/hm²,比对照珍糯玉1号减产0.6%,九个参试品种居第3位。按照云南省特殊用途玉米品种审定标准,2017年通过云南省新品种审定。

2.5 适宜区域

该品种属早熟品种类型,生育期短,适宜在云南省鲜食玉米区种植。

3 结论与讨论

西双版纳小糯玉米改良的重点在于保留原地方品种独特风味的基础上提高产量、改良农艺性状和抗逆性,提升加工品质。西双版纳小糯2号外形匀称、果穗结实饱满,秃尖小;穗型粒型一致、子粒排列整齐;子粒饱满、大小适中、色泽鲜亮。蒸煮前气味清香,蒸煮后气味香浓;糯性较强、皮薄无渣、子粒柔嫩,极大程度保留了西双版纳小糯玉米的独特风味。抗病性好,营养品质优良;根系发达,抗倒性好;在多年多点试验中,表现出优质、高产、稳产、抗病抗倒的优良特征。

利用复合杂交的方法,充分利用当地优异资源,组成复合杂交种进行选系,选育效率高、效果好。复合杂交选系法极大丰富了遗传基础,后代

分离严重,提供选择的机会多。复合杂交聚合了目标性状优异等位基因,通过表型选择,更易于选出优良的新品种。较群体改良而言,复合杂交大大减少了工作量,提高了选系速度和选择效果。从研究结果看,利用复合杂交培育高配合力亲本是一条有效途径^[19-20]。需要注意的是,复合杂交育种原始组配材料不宜过多,以最具有目标性状优异等位基因的3~5个优异种质资源为宜。

参考文献:

- [1] 荣廷昭,李晚忱,杨克诚,等.西南生态区玉米育种[M].北京:中国农业出版社,2003:46-51.
- [2] 陈艳琴,祖文龙,张绍茹,等.西双版纳特色小糯玉米品种改良试验初报[J].云南农业,2015(4):39-42.
- [3] 吴斌,李建,柯洁,等.西双版纳糯玉米地方品种遗传多样性分析[J].玉米科学,2013,21(2):17-23.
- [4] 李智海,宁德富,孔丽琼,等.小糯玉米品种比较试验初报[J].云南农业,2015(12):44-46.
- [5] 付立中,胡国宏,冯家中.试论糯玉米新的育种目标及发展战略[J].吉林农业科学,2007,32(3):23-25,31.
- [6] 何晶,景希强.多抗性玉米自交系丹341的选育与应用[J].玉米科学,1999,7(2):27-29.
- [7] 吴秒峰.杨树有性杂交方法[J].陕西林业科技,1973(12):28-33.
- [8] 赵佃英,李寅书,胡婷婷,等.鲜食糯玉米主要农艺性状的遗传相关及通径分析[J].吉林农业科学,2011,36(1):4-7.
- [9] 张文忠,王振华,宋殿珍,等.抗旱节水型玉米种质的构建及鉴定[J].安徽农业科学,2015,43(29):127-129.

(下转第93页)

参考文献:

- [1] PETERSON D M. Oat antioxidants [J]. *Journal of Cereal Science*, 2010, 33(2): 115-129.
- [2] MARIA S. Phenolic compounds in oats [D]. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2008.
- [3] Kilci A, Gocmen D. Phenolic Acid Composition, Antioxidant Activity and Phenolic Content of Tarhana Supplemented with Oat Flour[J]. *Food Chemistry*, 2014, 151: 547-553.
- [4] 陕方, 田志芳, 马晓凤, 等. 燕麦高纤食品基料加工技术及生理活性研究[J]. *食品科技*, 2004(5): 82-85.
- [5] Peterson D M, Emmons C L, Hibbs A H. Phenolic Antioxidants and Antioxidant Activity in Pearling Fractions of Oat Groats[J]. *Journal of Cereal Science*, 2001, 33(1): 97-103.
- [6] 李巨秀, 李利霞, 曾王旻, 等. 燕麦多酚化合物提取工艺及抗氧化活性的研究[J]. *中国食品学报*, 2010, 10(5): 14-21.
- [7] 杨玲娥, 康永锋, 马晨晨, 等. 超声波辅助提取番木瓜提取液抗氧化活性研究[J]. *吉林农业科学*, 2013, 38(1): 75, 79.
- [8] Galan A M, Calinescu I, Trifan A, et al. New Insights into the Role of Selective and Volumetric Heating during Microwave Extraction: Investigation of the Extraction of Polyphenolic Compounds from Sea Buckthorn Leaves Using Microwave-Assisted Extraction and Conventional Solvent Extraction[J]. *Chemical Engineering & Processing Process Intensification*, 2017, 116: 29-39.
- [9] 付晓燕, 吴茜, 胡正浩, 等. 传统溶剂提取与酶辅助提取燕麦多酚工艺的优化与比较[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(24): 277-281.
- [10] 李刚凤, 汪辉喜, 陈仕学, 等. 微波法浸提低档绿茶多酚工艺研究[J]. *粮食与油脂*, 2015, 28(1): 60-62.
- [11] 王敏, 陆兆新, 吕凤霞, 等. 响应曲面法优化酶法提取银杏叶总黄酮[J]. *食品科学*, 2007, 28(3): 117-121.
- [12] 欧阳辉, 田启建, 余估, 等. 酶法辅助提取绞股蓝中总黄酮工艺优化[J]. *中草药*, 2011, 42(5): 886-889.
- [13] Pan X J, Niu G G, Liu H Z. Microwave-Assisted Extraction of Tea Polyphenols and Tea Caffeine from Green Tea Leaves [J]. *Chem Eng Proc*, 2003, 42(2): 129-133.
- [14] 喻世涛, 熊国玺, 程书锋, 等. 复合酶辅助微波技术提取茶叶中茶多酚的工艺优化[J]. *湖北农业科学*, 2014, 53(9): 2130-2132.
- [15] 贾淑平, 燕子红, 买买提吐尔逊. 响应面法优化核桃青皮多酚复合酶-超声波提取工艺[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2016, 37(6): 75-80.
- [16] 包怡红, 王硕, 王文琼, 等. 超声波酶法提取红松树皮中多酚类化合物的研究[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(3): 232-236.
- [17] 夏甜天. 不同加工方式对燕麦多酚活性的影响及其营养粉的创制[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2018.
- [18] 吕俊丽, 游新勇, 任志龙, 等. 酶解水溶剂法提取莜麦多酚的工艺研究[J]. *中国粮油学报*, 2017, 32(11): 123-127.
- [19] 郝会芳, 王艳辉, 苗笑阳, 等. 枣核中多酚物质提取条件的初步研究[J]. *华北农学报*, 2007, 22(增刊): 48-51.
- [20] 夏甜天, 曹龙奎. 几种不同提取方法对燕麦总多酚含量的影响[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(20): 183-189.
- [21] 付晓燕, 隋勇, 谢笔钧, 等. 不同方法提取发芽燕麦酚类物质的含量、组成和抗氧化活性比较[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(15): 54-57.
- [22] 王华斌, 王珊, 傅力. 酶法提取石榴皮多酚工艺研究[J]. *中国食品学报*, 2012, 12(6): 56-65.
- [23] 刘仙俊, 范向前, 史起鹏, 等. 燕麦总多酚的微波辅助提取工艺研究[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(17): 55-58.
- [24] 吕俊丽, 任志龙, 游新勇, 等. 微波辅助提取莜麦酚类物质工艺的研究[J]. *粮食与饲料工业*, 2017(4): 26-29.
- [25] 陈东方. 酶解提高燕麦粉抗氧化活性的作用机制[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [26] Adom K K, Liu R H. Antioxidant activity of grains [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50(21): 6182-6187.
- [27] 舒红英, 罗旭彪, 王永珍. 绿茶中茶多酚的复合酶-微波法提取工艺研究[J]. *中草药*, 2011, 42(7): 1309-1312.
- (上接第4页)
- [10] 曾三省. 鲜食糯玉米的品种及其品质评价[J]. *上海农业科技*, 2002(1): 55-56.
- [11] 王晨. 天津地区鲜食玉米品种的品尝鉴评试验[J]. *天津农林科技*, 2018(1): 1-2.
- [12] 王国琴, 王鹏文, 辛德财, 等. 鲜食糯玉米新组合及其食味品质评价研究[J]. *天津农学院学报*, 2009, 16(2): 5-8.
- [13] 宁德富, 李智海, 孔丽琼, 等. 不同施钾水平对西双版纳玉米小黄糯生长、产量及品质的影响[J]. *浙江农业科学*, 2015, 56(10): 1538-1541.
- [14] 魏凤乐, 孙玲. 糯玉米的综合利用及栽培技术[J]. *吉林农业科学*, 1994(4): 16-17.
- [15] 高若禹, 刘鑫, 邓昆鹏, 等. 12份玉米自交系主要农艺性状配合力及杂种优势分析[J]. *东北农业科学*, 2016, 41(3): 14-17.
- [16] 高凡, 张建, 沈建荣, 等. 西双版纳糯玉米3414肥效试验研究[J]. *农业科技通讯*, 2014(8): 146-149.
- [17] 杨跃华, 刘俊峰, 孔亮亮, 等. 从糯玉米育种目标探讨糯玉米自交系选育[J]. *玉米科学*, 2007, 15(S1): 140-141, 145.
- [18] 刘礼超, 荣廷昭, 倪昔玉, 等. 玉米“三高”自交系48-2的选育研究[J]. *四川农业大学学报*, 1993, 11(4): 495-501.
- [19] 傅同良, 刘先友. 贵州糯玉米育种现状、种质创新及发展方向[J]. *种子*, 2008, 27(6): 77-81.
- [20] 朱协飞. 棉花复合杂交育成亲本主要产量性状的杂种优势及配合力分析[J]. *种子*, 2017, 36(10): 69-72.