

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101843215 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201010195719. 7

CN 1926962 A, 2007. 03. 14, 全文.

(22) 申请日 2010. 06. 01

陈柔屹等. “玉草 1 号产量构成因素和最适密度研究”. 《种子》. 2009, 第 28 卷 (第 7 期), 第 80-81 页.

(73) 专利权人 四川农业大学

地址 625014 四川省雅安市雨城区新康路  
46 号

审查员 荆丹丹

(72) 发明人 周树峰 唐祈林 荣廷昭 潘光堂  
兰海 高世斌 张明强 郑名敏

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 关畅 任风华

(51) Int. Cl.

A01H 1/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1926963 A, 2007. 03. 14, 全文.

SU 1540055 A1, 1995. 05. 10, 全文.

CN 1245636 A, 2000. 03. 01, 全文.

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种饲草玉米的杂交制种方法

(57) 摘要

本发明公开了一种饲草玉米的杂交制种方法。本发明提供制种方法,为以大刍草为父本,玉米三交种为母本杂交配制饲草玉米 SC2 种子。所述杂交的步骤如下:1) 时间间隔播种父本和母本,获得具有花期间隔的父本和具有花期间隔母本;2) 对步骤 1) 获得的所述具有花期间隔母本进行激素喷施和去雄穗得到株高和穗位高降低的去雄穗母本;3) 剪切步骤 2) 获得的所述株高和穗位高降低的去雄穗母本的苞叶获得授粉前母本;4) 采集步骤 1) 获得的所述具有花期间隔的父本的花粉,将所述花粉授予步骤 3) 获得所述授粉前母本培养后得到饲草玉米 SC2 种子。本发明的实验证明,由本方法获得的饲草玉米 SC2 种子种植的植株是高品质的禾本科牧草。

1. 一种饲草玉米的杂交制种方法,以大刍草 (*Zea mays ssp. mexicana*) 为父本,以玉米三交种为母本,人工杂交,得到大刍草和玉米三交种的杂交种子;

所述人工杂交的方法包括如下步骤:

1) 播种父本和母本;

2) 对母本进行去雄,得到去雄母本;

3) 将步骤2) 获得的去雄母本从苞叶的高于穗轴顶端且距离穗轴顶端0.5-1cm处、垂直与穗轴的方向切割,将远离穗轴的苞叶和花丝切除;

4) 采集所述父本的花粉,并授予步骤3) 获得的母本,授粉后得到大刍草和玉米三交种的杂交种子;

所述玉米三交种由川单14和玉米自交系068杂交获得。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤3) 中的切割在所述步骤4) 中的授粉前的1-3小时进行。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于:所述步骤1) 中,播种父本的时期比播种母本的时期早8-10天。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:所述播种父本的时期比播种母本的时期早8天、9天或10天。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于:

步骤1) 中所述父本和所述母本的播种密度为每亩4000-4500株,株距为0.3-0.5米,行距为0.5-1米。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述播种密度为每亩4000株、4167株或4500株。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述株距为0.3米、0.4米或0.5米。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述行距为0.5米、0.8米或1米。

9. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于:所述步骤2) 中,在所述去雄前,包括如下步骤:当所述母本具10-11片展开叶且株高为150-160cm时,向所述母本喷施激素;

所述步骤2) 中,所述去雄的时期为在所述喷施激素后和在所述母本的雄花散粉前。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于:所述步骤2) 中,所述激素为“稀施美”,所述喷施的方式为每亩喷施35-45ml“稀施美”。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于:所述喷施的方式为每亩喷施35ml、40ml或45ml“稀施美”。

12. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于:所述步骤3) 中的切割在所述步骤4) 中的授粉前的1小时、2小时或3小时进行;所述切割的位置距离穗轴顶端0.5cm、0.8cm或1cm。

## 一种饲草玉米的杂交制种方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及生物领域中的一种饲草玉米的杂交制种方法。

### 背景技术

[0002] 饲料、饲草是畜牧业发展的基础,我国的饲料、饲草发展与发达国家和国内快速发展的畜牧业相比,都存在很大的差距。我国南方农区畜牧业的发展,长期以来依赖于高耗粮和收获籽粒后的秸秆,这种发展模式不仅难以满足南方大力发展畜牧业所带来的饲料需求的快速增长,而且无疑还将加重国家“粮食安全”问题。事实上,目前我国“粮食安全”承受的压力,已不再是食用口粮的短缺,而是转化为长期以来人畜共粮导致的肉、蛋、奶饲料粮的严重不足。近年来,为推动农村经济的快速发展,我国南方各省、市(区)在稳定生猪的基础上,已开始大力发展节粮型草食牲畜。“伊利”、“蒙牛”、“新希望”、“张飞牛肉”等龙头企业为扩大奶业或肉制品生产已先后进驻如四川眉山、邛崃、阆中等南方市县,进一步加剧了快速发展我国南方饲草产业的紧迫性。

[0003] 在我国西南如云、贵、川、渝、桂大部及湘西和鄂西等地区,土地大多分布在气候、土壤和交通条件较差的山地、丘陵和高原(约占全区土地面积的95%)以及江河沿岸的河滩,开发复垦难度大、投资多、利用难;加上很多地方阴雨寡照,不利于以收获籽粒为主农的作物生长;并且以作物生产为主的农业系统加重了水土流失,土壤肥力下降,生态日趋脆弱。该地区所具有的“阴雨寡照、雨量充沛、气候湿润、无霜期长、热能相对丰富”等生态条件,很适合发展以营养体生产为主的优质饲草。因此,在我国西南可以结合农业结构调整,充分利用该地区热量充足、雨量充沛的生态优势,将该区种植业结构由传统的“粮食-经济”二元结构调整调整为“粮食-经济-饲草”三元结构,把发展饲草作为一种新型产业,将其中一部分中低产田、地改为种草或草粮轮作,大力发展畜牧业。这样既可保护环境、改善土壤肥力,又能增加农民收入,提高农业的综合经济效益。同时,把牧草作为一种新型的经济作物,形成种草养畜和商品草生产共存的发展态势,不仅改变了农区以粮养畜结构,而且还能减轻牧区天然草场的压力,将我国“粮食安全”提高到“食品安全”的水平,达到农区、牧区双赢效果。

[0004] 高产、优质牧草的选育是发展高效畜牧业的前提和基础。但是,目前我国饲草业中大量使用的品种,如冬季的黑麦草,夏季的苜蓿和大刍草(墨西哥饲用玉米)等在相当程度上仍依赖从国外引进,而我国自身的饲草育种水平还很低,育成的品种不仅数量少,而且大多是直接驯化的野生种,产品质量不高,农艺生产性状不理想,远不能满足生产的需要。造成这种局面的主要原因是牧草种质资源研究不足,育种方法落后,良种繁育体系不健全等。基于上述背景分析,我们认为要推进我国西南种草畜牧业的发展,首先必须解决品种问题,就必须从创新育种材料、提升育种技术水平入手,加快优质、高产、多抗优良饲草新品种选育。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种饲草玉米的杂交制种方法。

[0006] 本发明提供的一种饲草玉米的杂交制种方法,以大刍草 (*Zea mays* ssp. *mexicana*) 为父本,以玉米三交种为母本,人工杂交,得到大刍草和玉米三交种的杂交种子。

[0007] 所述人工杂交的方法包括如下步骤:

[0008] 1) 播种父本和母本;

[0009] 2) 对母本进行去雄,得到去雄母本;

[0010] 3) 将步骤 2) 获得的去雄母本从苞叶的高于穗轴顶端且距离穗轴顶端 (0.5-1) cm 处、垂直与穗轴的方向切割,将远离穗轴的苞叶和花丝切除;

[0011] 4) 采集所述父本的花粉,并授予步骤 3) 获得的母本,授粉后得到大刍草和玉米三交种的杂交种子。

[0012] 所述步骤 3) 中的剪切在所述步骤 4) 中的授粉前的 (1-3) 小时进行。

[0013] 所述步骤 1) 中,播种父本的时期比播种母本的时期早 (8-10) 天,具体为 8 天、9 天或 10 天。

[0014] 步骤 1) 中所述父本和所述母本的播种密度为每亩 (4000-4500) 株,具体为每亩 4000 株、4167 株或 4500 株,株距为 (0.3-0.5) 米,具体为 0.3 米、0.4 米或 0.5 米,行距为 (0.5-1) 米,具体为 0.5 米、0.8 米或 1 米。

[0015] 所述步骤 2) 中,在所述去雄前,包括如下步骤:当所述母本具 10-11 片展开叶且株高为 150-160cm 时,向所述母本喷施激素;

[0016] 所述步骤 3) 中,所述去雄的时期为在所述喷施激素后和在所述母本的雄花散粉前。

[0017] 所述步骤 2) 中,所述激素为“稀施美”,所述喷施的方式为每亩喷施 (35-45)ml“稀施美”,具体为每亩喷施 35ml、40ml 或 45ml “稀施美”。

[0018] 所述步骤 3) 中的剪切在所述步骤 4) 中的授粉前的 1 小时、2 小时或 3 小时进行;所述剪切的位置距离穗轴顶端 0.5cm、0.8cm 或 1cm;

[0019] 所述玉米三交种由川单 14 和玉米自交系 068 杂交获得。

[0020] 本发明的实验证明,由本方法获得的饲草玉米 SC2 种子,播种后获得的植株具有较好的抗寒、抗旱能力、生态适应性强、产量高、品质优、适口性好,是高品质的禾本科牧草。本发明的方法生产饲草玉米种子具有技术简单、操作方便、制种产量高的特点。

[0021] 本发明具体具有以下几个方面的创新点

[0022] (1) 思路创新

[0023] 以往作物杂种优势的利用,大多基于作物籽粒产量的杂种优势,而杂种后代较强的营养生长优势没有得到充分的利用。本发明主要以杂种后代的营养体利用为主,只要杂种后代营养生长旺盛、营养体品质优即可,而不必考虑杂种后代的籽粒产量。从而拓宽了杂种优势利用的途径。

[0024] (2) 方法创新

[0025] 普通玉米与大刍草虽然能杂交,但他们的亲缘关系相对较远,杂交亲合力低,导致杂交结实率低,且杂交种子发芽率也较低。为此,本发明通过培育普通玉米与大刍草的中间桥梁材料,缩短亲缘关系,然后利用合成的中间材料作为母本与大刍草杂交,在保持它们杂种优势的前提下,提高杂交结实率。经过多年的染色体工程研究,获得了玉米-四倍体多年

生大刍草代换系 068, 该代换系材料与普通玉米有相同的染色体数目, 表型性状也恢复到普通玉米的特征, 且含有部分四倍体多年生大刍草的遗传物质。经多年选育, 已经成为较稳定的材料, 具有比一般普通玉米自交系易发芽、生长旺盛的特点, 该材料与大刍草直接杂交结实率得以大幅度的提高, 且它们 F1 代杂交种发芽率高, F1 代具有明显的营养体杂种优势, 产量远远超过双亲。

[0026] (3) 开拓了玉米近缘野生材料利用的新途径

[0027] 玉米的近缘野生材料大刍草长期生活在低纬度高海拔、阴暗潮湿的野外, 形成了发达的根系以及抗寒、抗病、耐涝等优良特性, 其中多年生大刍草它还具有较强的再生能力和无性繁殖能力, 在积雪及潮湿环境中依然生长良好, 并且有很强的抗病性。本发明通过大刍草与普通玉米杂交来选育饲草玉米, 可充分利用杂交后代生长旺盛、抗逆性强的特点来发展营养体利用为主的畜牧业。

[0028] (4) 种子生产方法创新

[0029] 部分大刍草之间也可以互相杂交, 后代具有较强的营养体杂种优势, 但存在制种技术要求高、制种产量低等诸多难以克服的困难。在本发明利用创造的代换系与普通玉米的杂交后代作为母本来生成饲草种子。利用普通玉米杂交种制种中的成熟技术, 具有制种技术相对简单、制种产量高的特点, 可较大幅度的降低饲草种子的生产成本。

#### 附图说明

[0030] 图 1 果穗调查指标示意图

[0031] 图 2 大刍草 (墨西哥饲用玉米) 的花粉管伸长及苞叶的剪切

[0032] 图 3 玉米花丝的伸长

#### 具体实施方式

[0033] 下述实施例中所使用的实验方法如无特殊说明, 均为常规方法。

[0034] 下述实施例中所用的材料、试剂等, 如无特殊说明, 均可从商业途径得到。

[0035] 实施例 1 生产饲草 SC2 种子

[0036] 在西双版纳秋季制种父本与母本。所述父本为大刍草 (*Zea mays* ssp. *mexicana*; 墨西哥饲用玉米, 编号为 mex; 公众可从墨西哥小麦玉米改良中心免费获得)。所述母本为玉米三交种, 是由川单 14 (购自四川川单种业有限责任公司) 与玉米自交系 068 (任勇, 饲草玉米生物学特性和饲用营养价值的研究, 四川农业大学硕士论文, 2006; 公众可从四川农业大学获得。) 杂交配制获得。

[0037] 1、播种父本和母本。

[0038] 所述父本的播种时间比母本播种时间提前 8 天; 所述父本与所述母本的播种比例为 1 : 3, 即 1 亩父本配套 3 亩母本; 父本和母本的株距均为 0.4 米, 行距均为 0.8 米, 每穴 2 株, 每亩 4167 株。

[0039] 为了获得较高的种子产量, 母本的适宜播期为 20/8-25/9 日, 父本的播期应相应的提前 8 天。播期太早, 授粉后温度太高, 不适宜灌浆。太晚, 低温又会影响到父本花粉的发育。

[0040] 2、对母本进行激素喷施和去雄穗

[0041] “稀施美”购自四川国光农化有限公司；

[0042] 当所述母本大口期时（即 10-11 片展开叶期），株高 150-160cm，每亩喷施 40ml“稀施美”可有效降低母本的株高和穗位，便于人工授粉和提高工作效率。

[0043] 由于该组合的母本株高较高，造成在实际的大田制种中，人工授粉不太方便，为此通过喷施植物激素的方法降低株高，以提高工作效率。在母本的不同发育时期，喷施矮壮素。试验所用激素为四川国光农化有限公司生产的“稀施美”。根据使用说明和植株的田间生长状况，每亩喷施 40ml，喷施一次。所选试验用地，为大田生产中植株生长状况一致，有代表性的地块。分别调查母本喷施前和喷施后的株高、母本喷施后的穗位高，共喷施 3 次。

[0044] 母本播种日期为 12/8 日，第 1 次喷施日期为 4/9 日。喷施前为 5-7 片叶完全展开，平均为 6.0 片叶完全展开 (n = 10)。株高为 50-65cm，平均为 56.3cm (n = 10)。开始进入拔节始期，第 1 节间已开始伸长，雄穗肉眼刚刚看到分化。

[0045] 第 2 次喷施日期为 14/9 日。喷施前为 8-9 片叶完全展开，平均为 8.9 片叶完全展开。株高为 120-130cm，平均为 125.7cm。摸不到雄穗，大口期。母本第 1、2 次喷施共用一个对照记为 CK1，该对照于第 1 次喷施前，平均为 6.1 片叶完全展开，株高为 59.1cm。该 3 个小区播种于大田的相邻地块，地力较为一致。

[0046] 第 3 次喷施日期为 18/9 日。喷施前为 10-11 片叶完全展开，平均为 10.2 片叶完全展开。株高为 150-160cm，平均为 158.6cm，发育时期为大口期。第 3 次喷施的对照为 CK2，喷施前，平均为 10.2 片叶完全展开，株高为 160-170cm，平均为 166.5cm，该两个小区播种于大田的相邻地块，地力较为一致。

[0047] 母本喷施 1 周后，叶色浓绿，上部叶片较宽、较短。收获前，对母本的株高和穗位进行调查，见表 1。

[0048] 表 1 母本（川单 14×068）每亩喷施 40ml “稀施美”前后的植株性状和产量

[0049]

处 理	4/9	14/9	CK1	18/9	CK2
喷施前株高(cm) n=10	56.3	125.7	59.1	158.6	164.7
喷施后株高(cm) n=100	204.2	193.3	207.8	200.1	234.3 (n=99)
喷施后穗位高(cm) n=	114.8	102.7	117.1	110.0	138.4 (n=99)
100					

[0050] 从表 1 中可以看出，喷施相同浓度“稀施美”，均不同程度的降低了株高和穗位。但不同发育时期喷施的效果差异较大，发育晚期的效果要好一些。具体从本试验喷施的 3 个时期来看，以 10-11 片展开叶，株高 150-160cm，大口期喷施最佳，在此时期喷施株高和穗位可分别降低 34cm、28cm。

[0051] 在母本的雄花散粉前，人工去掉雄穗。

[0052] 3、剪切苞叶

[0053] 大刍草（墨西哥饲用玉米）的花粉管伸长距离是影响其与普通玉米杂交结实性的关键性因素。远缘杂交不亲和性的原因之一就是花粉虽然能在柱头上萌发，但是花粉管伸

长距离达不到胚囊,这样也就完成不了雌雄配子的结合,而不能受精结实。

[0054] (1)、大刍草(墨西哥饲用玉米)的花粉管平均伸长距离为 20cm

[0055] 于不同播期的制种田中随机调查 500 个授粉后的果穗,测定玉米苞叶顶端到果穗基部能结实处的距离,即图 1 中所示 B 距离。

[0056] 表 2 不同播种日期花粉管的伸长距离 \*

[0057]

播 期	授粉高峰期	授粉高峰期 最低、最高温度 (°C)	花粉管 伸长距离(cm)
25/8	21/10-26/10	16-35	18.7 (n=500)
7/9	30/10-4/11	12-35	20.0 (n=491)
9/9	30/10-5/11	12-35	19.8 (n=499)

[0058] \* 调查日期为 12/12

[0059] 从表 2 可以看出大刍草(墨西哥饲用玉米)的花粉管伸长距离为 20cm 左右,其中 7/9、9/9 日播种材料花粉管伸长距离有相当高的吻合性。相比之下,25/8 播种的稍短些,可能与调查时期较晚(12/12 日)苞叶尖端腐烂掉一部分有关。25/8 日播种材料授粉高峰期的最低温度为 16°C,不会影响到花粉管的伸长,表明在正常条件下,大刍草(墨西哥饲用玉米)的花粉管平均伸长距离为 20cm。虽然 7/9、9/9 日播种材料授粉高峰期的温度有所降低,但伸长距离较 25/8 变化不大,这表明 12°C 的短暂低温不会影响到花粉管的伸长。若果穗基部到苞叶尖端距离大于 20cm(即图 1 中所示  $A+B > 20\text{cm}$ ),则果穗基部会出现秃尾,如图 1 中所示距离 A 所示。当  $A+B < 20\text{cm}$  时,果穗结实较好(图 2E)。由此可见,大刍草(墨西哥饲用玉米)的花粉管平均伸长距离为 20cm。

[0060] 其中图 1 为果穗调查指标示意图:A 秃尾距离;B 花粉管伸长距离;C 苞叶顶端到穗轴顶端的距离;图 2 为墨西哥大刍草的花粉管伸长及苞叶的剪切,A 花粉管伸长距离为 20cm,苞叶顶端到穗轴基部大于 20cm 时,果穗则出现秃尾;B 苞叶顶端到穗轴顶端大于 7cm 时,果穗几乎不结籽粒;C 剪掉苞叶后的授粉结实情况;D 为 C 图中去掉苞叶后的果穗。

[0061] (2)、玉米苞叶顶端到穗轴顶端的 7cm 决定了果穗能否受精结实

[0062] 在调查中发现若果穗的苞叶较长,特别是苞叶顶端到穗轴顶端的距离较长时,果穗会结实较少甚至不结实。因此我们调查了苞叶顶端到穗轴顶端的距离即图 1 中所示距离 C 和果穗结实性的关系。

[0063] 表 2 不同播期不结籽粒果穗苞叶顶端到穗轴顶端的距离

[0064]

播期	授粉高峰期	授粉高峰期 最低、最高温度 (°C)	苞叶顶端到 穗轴顶端距离 C(cm)
25/8	21/10-26/10	16-35	7.5 (n=26)
7/9	30/10-4/11	12-35	8.1 (n=8), 8.8 (n=60)*
9/9	30/10-5/11	12-35	7.3 (n=16) , 7.8 (n=177)*

[0065] 表中 \* 所示为另一次调查结果。

[0066] 结果如表 2 所示,从表中可以看出,当苞叶顶端到穗轴顶端的距离大于 7cm 时,花粉管则很难伸长到果穗的最上部,这时的果穗几乎结不了任何种子(图 2B)。这似乎与花粉管伸长的平均距离为 20cm 有矛盾,这可能是玉米果穗不同部位花丝的生理状况不同,导致了花粉管在花丝的不同部位伸长距离的不同,从而影响到了花粉管的伸长。即花粉管在不靠近穗轴花丝中的最长伸长距离为 7cm。当此距离大于 7cm 时,即使授粉多次也很难保证结实性较好,并与人工授粉次数无关(授粉 1 次和 4 次,数据没有显示)。

[0067] (3)、苞叶的总长度决定了果穗基部秃尾的长度

[0068] 于不同播期的大田中随机选取授粉后的果穗,测定果穗的穗长、秃尖、秃尾等穗部性状,结果见表 3。

[0069] 表 3 不同播期果穗性状

[0070]

播 期	苞叶顶端 到穗轴顶端 距离 C (cm)	秃尖 (cm)	秃 尾 A (cm)	穗长 (cm)	苞叶总长 (穗长+C) (cm)	A 与 苞叶总长 的相关性
1/8 (n=100)	3.9	0.7	3.0	19.2	26.9	0.862**
21/8 (n=98)	4.9	0.9	3.3	19.2	28.2	0.912**
23/8 (n=97)	4.9	0.9	4.3	19.7	29.7	0.914**
25/8 (n=191)	4.7	0.8	4.9	20.2	30.5	0.924**
7/9 (n=86)	4.5	1.6	3.9	20.4	30.4	0.866**
9/9 (n=100)	4.1	1.3	3.0	20.9	29.2	0.997**
平均	4.5	1.0	3.8	20.0	29.3	0.887**

[0071] \*\* 为在 0.01 水平上显著,调查日期为 12/12

[0072] 由表中可以看出,从 6 个不同的播期来看,果穗基部的秃尾,即尾部不结籽粒的长度与果穗苞叶的总长度均呈极显著的正相关。其中 9/9 日的相关系数达 0.997,总的相关系数为 0.887,也达极显著水平。秃尾的长度为 3.8cm,而秃尖的长度仅为 1.0cm,进一步说明大刍草(墨西哥饲用玉米)花粉管的伸长距离不长,较难达到果穗基部,从而引起基部授粉不好。而苞叶顶端到穗轴顶端的平均距离为 4.5cm,若人工剪掉此段苞叶,可以把花粉管的

伸长距离向下延伸,减少秃尾的长度,达到增产的效果。

[0073] 因此根据大刍草(墨西哥饲用玉米)花粉管伸长距离只有 20cm 的特性,在实际的生产过程中采取了人工剪苞叶的技术,把这 20cm 整体下移,以提高结实性。具体措施是授粉当天的上午 8:00-12:00,具体为授粉前 1 小时,剪去苞叶,下午人工授粉。剪苞叶的长度,剪切位置为高于穗轴且距离穗轴 0.5cm。去的太多剪到穗轴,影响到产量;剪的太少,又达不到预期的效果。玉米花丝长的较快,在温度高于 17.5℃ 的条件下,6h 内花丝的平均伸长距离为 1.3m(图 3C),花丝直径为 1.2cm,而直接剪花丝的果穗,由于生长的比较膨松,直径为 1.8cm。这样在授粉时候需要的花粉量就较多。图 3 玉米花丝的伸长:A 刚刚剪苞叶的果穗;B 温度高于 15℃,剪苞叶 6h 后的花丝;C 剪苞叶果穗,6h 后的花丝;D 剪花丝果穗,6h 后的花丝。

[0074] 剪掉苞叶后的授粉结实情况,见图 2C、2D。由此可见适当剪掉苞叶是提高普通玉米和大刍草(墨西哥饲用玉米)杂交结实性的关键技术。

[0075] 4、授粉获得饲草玉米 SC2 种子

[0076] 在父本散粉时,人工采集父本花粉,根据天气状况父本花粉的采集时间以 11:00-16:00 为宜,最好能在上午采集花粉。用小的丝网去掉颖壳,把父本花粉放于授粉器中,授于母本花丝,获得饲草玉米 SC2 种子。

[0077] 5、饲草玉米 SC2 种子的统计数据

[0078] 2009 年秋在云南西双版纳的制种,部分制种高产田达 330 公斤/亩,已接近部分普通玉米杂交种的制种水平。

[0079] 杂交结实率指父本和母本杂交后,能结实的种子占受精卵总数的百分率,具体计算方法为每个果穗上能结实的种子数占受精卵总数的百分比,实验重复 3 次,计算平均数,经统计,结果为 82.2%,说明提高了杂交结实率。

[0080] 饲草玉米 SC2 种子播种获得的饲草玉米 SC2,为禾本科一年生草本植物,植株直立丛生,植株生长快速,根系发达,形似玉米,分蘖 2-5 个,主茎粗 1.99-2.28cm,叶片长 93-109cm,宽 8.8-11.4cm,不刈割时株高可达 3m 以上;雄花属圆锥花序,主轴长 36.8cm,分枝 27.5 个左右;雌花属穗状花序,雌穗多而小,着生在距地面 5-12 节以上的叶腋中,具有较好的抗寒、抗旱能力,生态适应性强,产量高,品质优,适口性好,是高品质的禾本科牧草。

[0081] 杂交种子发芽率指某批次种子中能够发芽种子占种子总数的百分比,具体计算方法为取 100 粒种子,在合适的条件下发芽,计算每次的发芽率,重复 3 次,计算平均数,经统计,结果为 89.3%。

[0082] 实施例 2 生产饲草 SC2 种子

[0083] 所述父本为大刍草(*Zea mays ssp. mexicana*;墨西哥饲用玉米,编号为 mex),所述母本为玉米三交种,是由川单 14 与玉米自交系 068 杂交配制获得。

[0084] 1、播种父本和母本。

[0085] 所述父本的播种时间比母本播种时间提前 9 天;所述父本与所述母本的播种比例为 1 : 3.5,即 1 亩父本配套 3.5 亩母本;父本和母本的株距均为 0.3 米,行距均为 0.5 米,每穴 2 株,每亩 4000 株。

[0086] 为了获得较高的种子产量,母本的适宜播期为 20/8-25/9 日,父本的播期应相应的提前 9 天。播期太早,授粉后温度太高,不适宜灌浆。太晚,低温又会影响到父本花粉的

发育。

[0087] 2、对母本进行激素喷施和去雄穗

[0088] 当所述母本大口期时（即 10-11 片展开叶期），株高 150-160cm，每亩喷施 35ml“稀施美”可有效降低母本的株高和穗位，便于人工授粉和提高工作效率。在母本的雄花散粉前，人工去掉雄穗。

[0089] 3、剪切苞叶

[0090] 授粉当天的上午 8:00-12:00，具体为授粉前 2 小时，剪去苞叶，下午人工授粉。剪苞叶的长度，以剪苞叶处距离穗轴 0.8cm。

[0091] 4、授粉获得饲草玉米 SC2 种子

[0092] 在父本散粉时，人工采集父本花粉，根据天气状况父本花粉的采集时间以 11:00-16:00 为宜，最好能在上午采集花粉。用小的丝网去掉颖壳，把父本花粉放于授粉器中，授于母本花丝，获得饲草玉米 SC2 种子。

[0093] 5、饲草玉米 SC2 种子的统计数据

[0094] 统计方法和结果与实施例 1 相同。

[0095] 实施例 3 生产饲草 SC2 种子

[0096] 所述父本为大刍草 (*Zea mays ssp. mexicana*；墨西哥饲用玉米，编号为 mex)，所述母本为玉米三交种，是由川单 14 与玉米自交系 068 杂交配制获得。

[0097] 1、播种父本和母本。

[0098] 所述父本的播种时间比母本播种时间提前 10 天；所述父本与所述母本的播种比例为 1：4，即 1 亩父本配套 4 亩母本；父本和母本的株距均为 0.5 米，行距均为 1 米，每穴 2 株，每亩 4500 株。

[0099] 2、对母本进行激素喷施和去雄穗

[0100] 当所述母本在大口期时（即 10-11 片展开叶，株高 150-160cm（请核实）），每亩喷施 45ml“稀施美”可有效降低母本的株高和穗位，便于人工授粉和提高工作效率。在母本的雄花散粉前，人工去掉雄穗。

[0101] 3、剪切苞叶

[0102] 授粉当天的上午 8:00-12:00，具体为授粉前 3 小时，剪去苞叶，下午人工授粉。剪苞叶的长度，以剪苞叶处距离穗轴 1cm。

[0103] 4、授粉获得饲草玉米 SC2 种子

[0104] 在父本散粉时，人工采集父本花粉，根据天气状况父本花粉的采集时间以 11:00-16:00 为宜，最好能在上午采集花粉。用小的丝网去掉颖壳，把父本花粉放于授粉器中，授于母本花丝，获得饲草玉米 SC2 种子。

[0105] 5、饲草玉米 SC2 种子的统计数据

[0106] 统计方法和结果与实施例 1 相同。

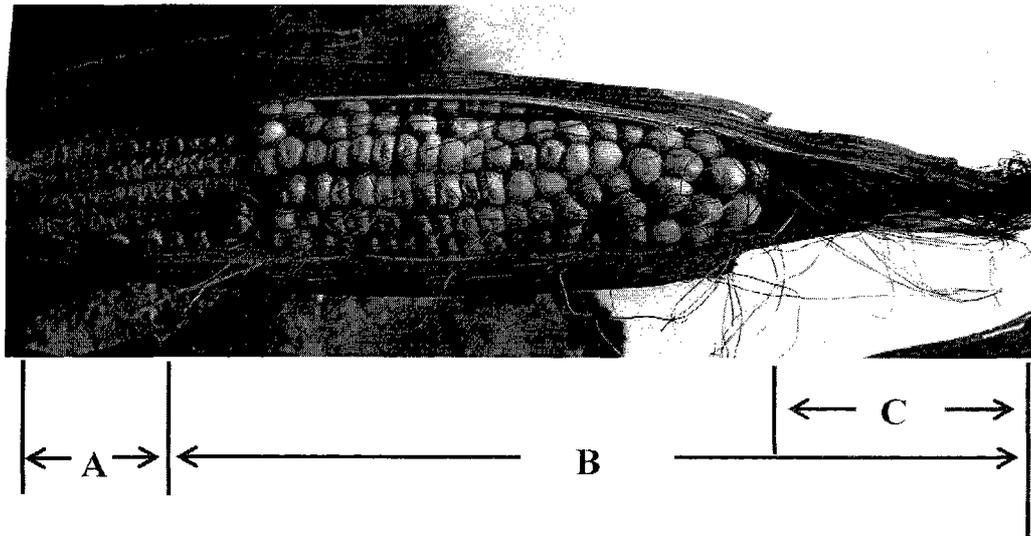


图 1

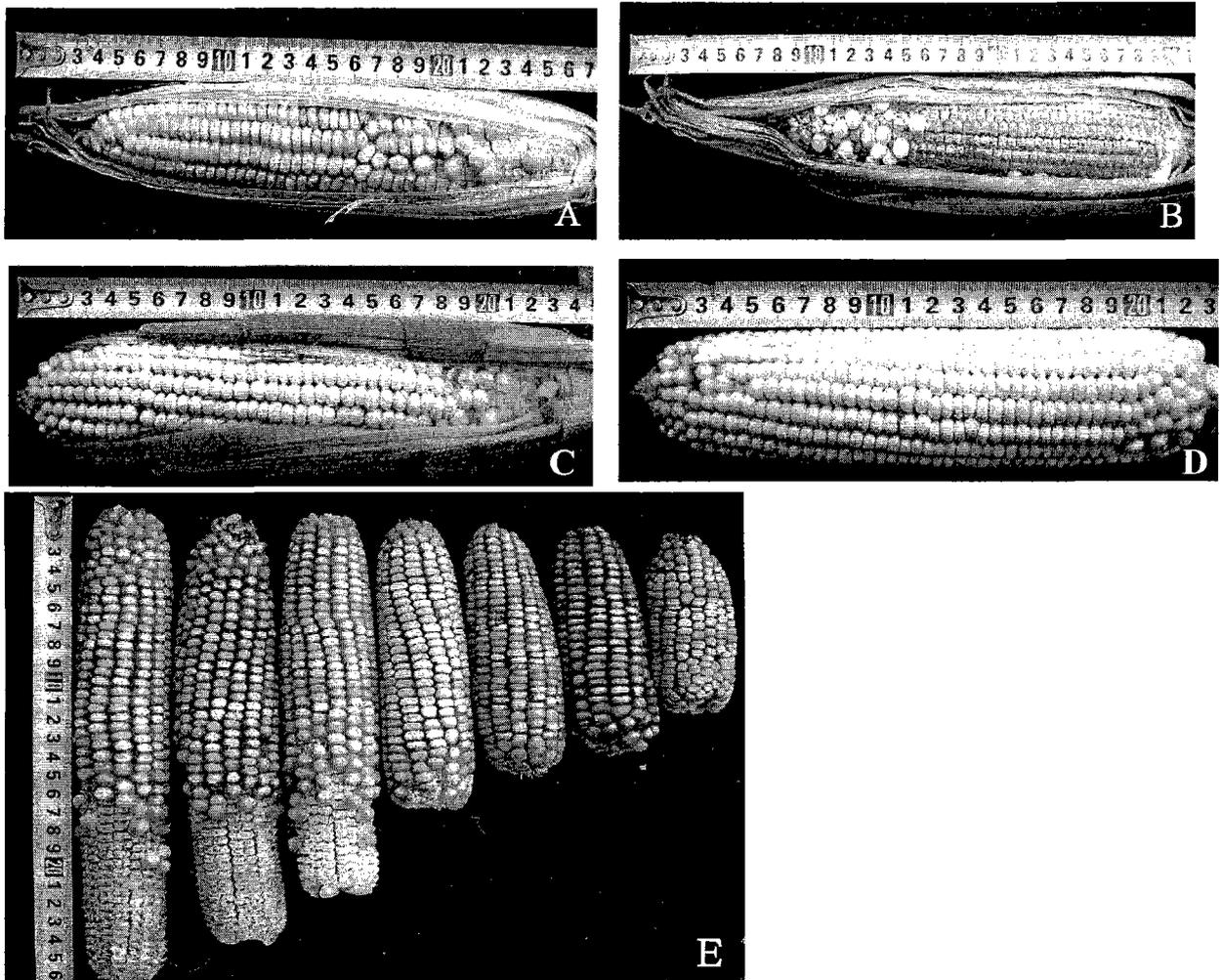


图 2

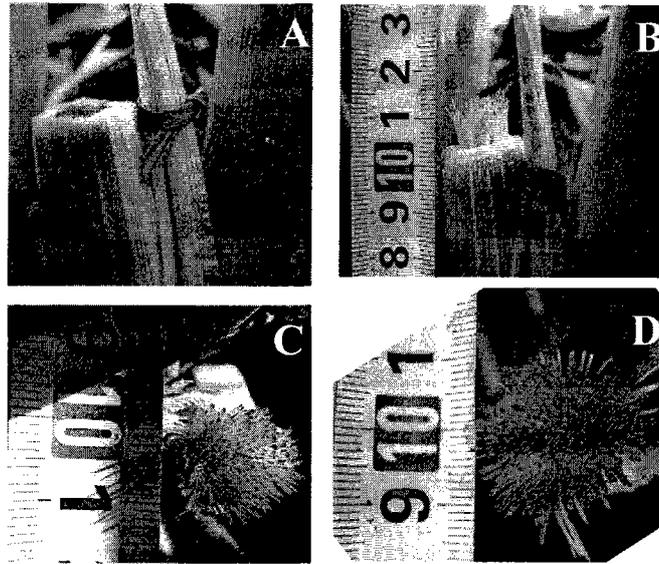


图 3