



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104026000 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201410221013. 1

(22) 申请日 2014. 05. 23

(73) 专利权人 河南农业大学

地址 450002 河南省郑州市文化路 95 号

(72) 发明人 李潮海 李鸿萍 董朋飞 杨春收

孙启杰 宋航 杨艳

(74) 专利代理机构 郑州优盾知识产权代理有限

公司 41125

代理人 张绍琳 张真真

(51) Int. Cl.

A01H 1/02(2006. 01)

A01H 1/04(2006. 01)

审查员 王涛

权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种玉米单交种不间断改良的技术方法

(57) 摘要

本发明公开了一种玉米单交种不间断改良的技术方法,针对需要改良性状在基础群体中分别选出表现优异单株;下一季种成穗行,对穗行中优株自交,同时每一个优异父本穗行与优异母本穗行测交;将测交组合与原单交种进行产量和所改良性状的对比试验;根据鉴定结果将表现优异组合的亲本自交果穗种成穗行,对两亲本群体优异穗行均按“一优母多优父”的方式混合授粉,取混合授粉得到果穗的中部籽粒混合,构成新的基础群体进入下一轮选择。该技术目标集中,通过如此不间断循环选择,可应用于玉米单交种及单交种亲本群体综合性状或单一性状的改良且产量较原始单交种增产 5% 以上,其他综合性状较原始单交种也得到明显改良。

1. 一种玉米单交种不间断改良的方法,其特征在于步骤如下:

(1)基础群体构建:根据抗逆性、持绿性和丰产性的综合性状表现,分别在单交种两亲本单繁田中选出优异单株,取优异单株的优异果穗中部籽粒混合,构成两亲本交互轮回改良的基础群体;

(2)第一季:结合抗逆性和丰产性的综合性状及要改良的目标性状的具体性状表现,在两亲本基础群体中分别选出较优株自交,并对优株果穗室内考种,决选出优株中优穗;

(3)第二季:第一季得到的各优穗种子一部分室内保存,另一部分进行田间穗行鉴定,在每个穗行中选5~8个优异单株自交,同时每一个优异父本穗行分别与母本穗行测交,留下更优穗;

(4)第三季:对第二季得到的更优穗进行测交组合与原单交种的田间评比试验,同时对优穗再次穗行鉴定,结合测交组合综合性状及要改良的目标性状综合表现和第二、三季的穗行鉴定结果,分别选出两亲本群体中综合性状、目标性状均优良且配合力高的优异株系;

(5)第四季:对第三季得到的两亲本群体优异株系混合授粉,分别获得各穗行的混繁株,取各穗行混繁果穗中部籽粒等量混合,形成两亲本新一轮改良群体;

(6)以步骤(5)得到的两亲本新一轮改良群体为基础群体开始下一轮的不间断循环改良,直到综合性状和要改良的目标性状达到优良;

所述步骤(5)第四季中对两亲本群体优异株系混合授粉采用“一优母多优父”的混合授粉方法。

2. 根据权利要求1所述的玉米单交种不间断改良的方法,其特征在于:所述步骤(4)中的对第二季得到的更优穗进行测交组合与原单交种的田间评比试验采用多点三重复试验。

一种玉米单交种不间断改良的技术方法

技术领域

[0001] 本发明属于玉米育种技术领域,是一种“后育种阶段”优良玉米单交种不间断改良的交互轮回选择技术方法。

背景技术

[0002] 玉米是我国重要粮食作物,优良的玉米品种是影响玉米高产稳产的关键因素之一。在我国,每年获得国家及省级审定玉米杂交品种非常多,但综合性状优良,高产、稳产、多抗、广适、制种效益高的玉米品种并不多见,能够获得生产上大面积推广的玉米品种更是少数,有些品种在市场上活跃2-3年就销声匿迹,有些甚至没有推广就已被淘汰。造成这种现象的主要原因有:一是品种审定时,区域试验的生产条件优于农民的生产条件,因此在区域试验中表现较好的品种在大田生产中由于某些性状的不适应则表现较差,二是区域试验期间由于受气候影响一些品种的抗逆能力没有得到检验,三是一些品种在生产上应用几年后种性发生退化,由于逐年环境条件差异引起种性变异,连续多年应用于大田繁种的材料未经人工有目的的选择而导致种质劣性成分增加,群体综合抗性及一致性变差,影响其生产实用性。

[0003] 在我国普遍存在玉米品种研发和经营分离,多数育种家一味追求品种通过审定,而后转交于子公司开发经营,却很少重视品种推广过程中的持续优化改良提高工作,而对新审定或有大面积推广潜力的玉米品种改良也是很少有人关注。因此,在生产上采用有效方法对玉米品种进行不间断创造性的提纯保优以及持续性的优化改良,以期延长品种使用寿命,提升品种生产力,已成为“后育种时代”一项亟待研究解决的技术。以往一般以开放式授粉品种、综合种和利用玉米种族、品种、自交系混合而构成基础群体,这种群体的遗传变异丰富且变异幅度大,对测验种要求较高,因单一的测验种对群体的响应性小而不易充分发挥和利用群体资源,若测验种丰富性不够则易增大评价试验中的误差,因此育种目标不易集中,选育效果不易控制。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是针对以往玉米选育方法中育种目标不易集中,选育效果不易控制的问题,提供一种以单交种亲本优异姊妹系构建轮回群体,这种选育方法目标集中,选择效果容易控制,不仅可应用于单交种及其亲本群体综合性状的改良,且对某一性状的改良同样非常有效。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:一种玉米单交种不间断改良的技术方法,步骤如下:

[0006] (1)基础群体构建:根据抗逆性(抗病性、抗虫性、抗倒性)、持绿性和丰产性的综合性状表现,分别在单交种两亲本单繁田中选出优异单株,取优异单株的优异果穗中部籽粒混合,构成两亲本交互轮回改良的基础群体;

[0007] (2)第一季:结合抗逆性和丰产性的综合性状及要改良的目标性状的具体性状表

现,在两亲本基础群体中分别选出较优株,并对优株果穗室内考种,决选出优株中优穗;

[0008] (3)第二季:第一季得到的各优穗种子一部分室内保存,另一部分进行田间穗行鉴定,在每个穗行中选5~8个优异单株自交,同时每一个优异父(母)本穗行分别与母(父)本穗行测交,收获前对各穗行的综合表现及要改良的某一具体性状表现进行鉴定评价并分级记录,收获后再次对各优异穗行的优异果穗结实性考种记载,留下更优穗;

[0009] (4)第三季:对第二季得到的更优穗进行测交组合与原单交种的田间评比试验,同时对优穗再次穗行鉴定,结合测交组合综合性状及要改良的目标性状综合表现和第二、三季的穗行鉴定结果,分别选出两亲本群体中综合性状、目标性状均优良且配合力高的优异株系;

[0010] (5)第四季:对第三季得到的两亲本群体优异株系混合授粉,分别获得各穗行的混繁株,取各穗行混繁果穗中部籽粒等量混合,形成两亲本新一轮改良群体,如此循环,以亲本群体综合性状及某一具体性状改良为基础,产量增加为核心,对单交种综合性状及具体缺陷性状进行持续提高改良,在田间评价、室内考种、穗行及测配组合鉴定等每一次选择过程中以目标性状与综合性状均优异为标准;通过“选优—测配—混粉”这一循环,不断打破优良基因与不良基因连锁,增加有利基因重组机会,提高两亲本群体内数量性状有益基因频率,聚合优良基因,淘汰不良基因,从而改进群体自身性状,提升其综合表现和配合力进而形成持续性提高单交种产量潜力和产量稳定性的技术,不断增强单交种竞争优势,最大程度提高其生产潜力和生产适应性。

[0011] 所述步骤(4)中的对第二季得到的更优穗进行测交组合与原单交种的田间评比试验采用多点三重复试验。

[0012] 所述步骤(5)中的对第四季对两亲本群体优异株系混合授粉采用“一优母多优父”的混合授粉方法。

[0013] 本发明的有益效果:1)以玉米品种审定后性状持续改良为目标,采取两亲本优系群体间交互轮回选择方法,不断实现优良基因聚合,避免优良基因丢失漂变,同时通过优系互测提高两亲本的一般配合力和特殊配合力,不间断优化改良两亲本材料及其杂种后代的生产潜力,以提高杂交种市场竞争力,从而降低育种成本及品种推广风险。2)本发明是单交种亲本优系群体交互轮回选择技术,它与以往交互轮回选择在基础群体构建、选育目标等方面不同,以往轮回选择群体结构组成复杂,而本发明的轮回群体是由一个亲本材料的不同姊妹系构建,前者遗传变异丰富,但选择效果不宜控制,后者变异虽小但容易控制,对改良一个单交种的不良性状非常有效,运用该发明可以改良一个品种的任何一个不良性状,如产量性状、抗逆性状、抗病性状等。该技术方法创新性强,目标明确,高效简捷,适应于现代化商业育种。3)本发明对单交种改良效果显著,改良后,两亲本材料产量及产量构成性状、群体一致性均有明显提高,其中,母本群、父本群的产量分别提高5克/穗左右,均达5%显著水平。两群体穗部其他性状也得到提高。改良后两亲本材料所配杂交组合较原始单交种竞争优势强,达5%以上。由于该发明是利用系谱法控制双亲改良单交种,因此,改良后的单交种不仅保持了原有单交种的基本优良性状,且不良性状得到有效改良,综合性状得到不断优化。

附图说明

[0014] 图1为本发明实施例1的玉米单交种不间断改良的技术方法程序示意图(S0: 亲本自身,S1,S2: 自交一代、二代获得的亲本,MC0:父本基础群体,FC0:母本基础群体,MC1:完成一轮改良的父本群体

[0015] FC1:完成一轮改良的母本群体)。

[0016] 图2为实施例3中一轮改良后母本材料单穗正常籽粒与不正常籽粒的比例变化(FC0N:改良前基础群体正常籽粒单穗个数,FC0A:改良前基础群体不正常籽粒单穗个数,FC1N:改良后基础群体正常籽粒单穗个数,FC1A:改良后基础群体不正常籽粒单穗个数)。

具体实施方式

[0017] 实施例1

[0018] 本实施例对玉米单交种豫单603综合性状进行改良。

[0019] 本实施例以优良玉米单交种豫单603两亲本材料为研究对象,市售豫单603(原单交种)为对照种,对豫单603及其两亲本群体综合性状进行改良,同时针对豫单603母本穗行数少、籽粒偏大影响制种效益进行增加穗行数的改良。

[0020] 具体操作步骤如下:

[0021] 首先,豫单603两亲本基础群体的构建。根据抗虫性、抗病性、抗倒性、结实性、持绿性、农艺性状等综合性状分别在两亲本单繁田中选出优异单穗,取单穗中部籽粒混合,构成各自基础群体,即父本基础群体MC0和母本基础群体FC0;

[0022] 其次,两亲本基础群体隔离种植,分别在父本基础群体及母本基础群体中根据抗性、丰产性等综合表现,分别选出较优株自交,并对优株果穗室内考种,即对优穗的穗部性状或结实性进行选择,选择过程中均以穗行数多,排列整齐为目标,对较一般材料多出2~4行的果穗进行标记,并在系谱上记录,播种时分别种成穗行,在下一代结实性选择过程中坚持观察该性状,对穗行数多的果穗优先选出。以此决选出优株中优穗,分别获得父本群体自交一代果穗MS1及母本群体自交一代果穗FS1的种子。

[0023] 然后,留取一部分种子即(MS1和FS1)种子室内保存,另一部分播种于田间进行穗行鉴定,每个穗行中选择5~8个单株自交(获得得MS2和FS2的种子),同时测配,每一个优异父本穗行分别与每一个优异母本穗行进行测交试验,收获时鉴定记载每一个穗行(包括母本穗行、父本穗行)的平均表现,并分出1、2、3、4、5这5个等级,然后对自交果穗和杂交果穗分别收获。

[0024] 下一季进行测交组合田间评比试验同时对优穗再次鉴定,根据测交组合综合性状评比试验(采用多地点三重复试验以确保鉴定结果的可靠性)及两季穗行鉴定试验结果,分别选出两亲本群体中综合性状优良且配合力高的优异株系。

[0025] 最后,两亲本群体优异株系均按照“一优母多优父”的混合授粉方法分别获得各穗行的混繁株,收取各穗行优异混繁果穗中间部分种子等量混合,形成各自的第一轮改良后群体即MC1和FC1。

[0026] 下面是本实施例对豫单603及其亲本群体一轮改良后的效果。

[0027] 1.1本发明对豫单603两亲本群体产量性状的改良

[0028] 表1 对两亲本群体产量性状的改良

[0029]

品系	单穗粒重 / g ±标准差	较上轮增益 / %	平均每轮增益 / %
FC0	63.59±2.40		
FC1	72.42±1.07	10.42	10.42
ΔG	6.83		
t ₁ 值	4.5133		
t _{0.05}	2.7764		
MC0	74.33±1.91		
MC1	79.27±2.09	6.64	6.64
ΔG	4.94		
t ₁ 值	3.0159		
t _{0.05}	2.7764		

[0030] 以平均单穗粒重表示群体的产量,从表1可以看出,本发明一轮选择后母本群、父本群的产量分别提高了6.83克/穗和4.94克/穗,遗传增益分别为10.42%和6.64%。

[0031] 1.2本发明对豫单603两亲本群体穗部性状的改良

[0032] 表2 两亲本群体穗部性状的平均值及其选择增益

[0033]

性状	品系	平均值±标准差	较上轮增益%	平均每轮增益%	t值	t _{0.05}
穗行数	FC0	12.10±0.20				
	FC1	13.54±0.15	11.9	11.9	3.0682	2.7764
	ΔG	0.44				
	MC0	14.12±0.20				
	MC1	14.63±0.19	3.66	3.66	3.2447	2.7764
	ΔG	0.52				
行粒数	FC0	22.93±1.05				
	FC1	25.37±1.04	10.61	10.61	2.8502	2.7764
	ΔG	2.43				
	MC0	23.70±1.53				
	MC1	24.17±1.40	2.11	2.11	0.4173	2.7764
	ΔG	0.5				
百粒重 /g	FC0	29.54±0.60				
	FC1	29.51±1.16	-0.1	-0.1	0.0402	2.7764
	ΔG	-0.03				
	MC0	24.57±1.27				
	MC1	25.03±1.09	1.88	1.88	0.4771	2.7764
	ΔG	0.46				

[0034] 由表2知,本发明一轮改良后,母本百粒重减少0.03克,父本百粒重增加0.46克。从性状平均遗传增益看,母本穗行数和行粒数都显著提高,遗传增益分别为3.38%和10.61%,父本穗行数和行粒数也得到了改良,穗行数显著增加,平均每轮增益为3.66%。以上结果得出该选择方法对父母本穗行数改良效果显著。

[0035] 1.3本发明对两亲本群体改良后各性状变异系数的变化。

[0036] 表3 各改良群体农艺性状变异系数

性状	变异系数/%			
	FC0	FC1	MC0	MC1
单穗重/g	4.66	2.45	7.01	4.28
单穗粒重/g	3.65	1.47	2.58	2.63
穗行数	1.53	1.11	1.43	1.28
行粒数	4.58	4.10	6.45	5.81
[0037] 百粒重/g	2.04	3.94	5.16	4.36
穗粗/cm	2.03	4.52	4.16	2.27
秃尖长/cm	19.07	12.33	13.33	11.94
株高/cm	2.66	2.33	2.52	2.19
穗位高/cm	3.47	2.04	3.01	4.30
抽雄/天	3.33	3.24	2.91	1.99
吐丝/天	1.65	1.90	2.62	2.59

[0038] 由表3知,本发明一轮改良后母本单穗粒重变异系数减少,父本增加。其它农艺性状遗传变异系数变化趋势都不完全相同,这表明基础群体及改良群体遗传变异丰富,改良的同时保持了群体的遗传多样性。

[0039] 1.4 本发明对改良后优系组配杂交组合产量性状改良

[0040] 表4 单株产量较豫单603对照优势大于3%的杂交组合

杂交组合	单株产量/g	对照优势 603/%
8号	191.80	14.88
21号	202.78	13.23
6号	179.67	7.61
[0041] 4号	172.16	3.11
27号	186.60	4.19
豫单 603	175.93	
LSD _{0.05}	35.97	
LSD _{0.01}	49.93	

[0042] 由表4知,本发明一轮改良所配组合中,单株产量较对照豫单603高产3%有5个。其中高产7%以上有3个。

[0043] 1.5 后优系组配杂交组合穗部性状改良

[0044] 表5 5个最优组合穗部产量性状平均值

杂交组合	穗长/cm	行粒数	穗行数	穗粗/cm	百粒重
8号	19.80	37.67	14.78	16.07	33.74
21号	20.03	37.72	14.78	16.74*	34.96
6号	19.22	37.44	14.11	15.99	37.14
4号	18.48	36.06	14.56	16.03	33.45
27号	19.61	39.67	13.56	16.08	38.71
豫单603	19.32	38.22	14.36	16.01	35.42
LSD _{0.05}	1.97	3.25	1.17	0.64	2.26
LSD _{0.01}	2.74	4.51	1.62	0.89	3.14

[0046] 由表5知,本发明一轮改良所配组合中,有4个穗长超豫单603。行粒数有1个超过豫单603。穗行数3个超豫单603。穗粗有4个超豫单603,其中一个达到显著水平。百粒重有2个超豫单603。

[0047] 1.6本发明对改良后优系组配杂交组合农艺性状及物候期的改良

[0048] 表6 5个最优组合农艺性状及物候期平均值

杂交组合	株高/cm	穗位高/cm	抽雄期/天	吐丝期/天	散粉期/天	散粉-吐丝间隔期/天
8号	261.44	107.40	53.00	54.00	55.00	1.00
21号	257.22	112.40	54.00	55.00	56.00	1.00
6号	269.78	121.60	53.00	54.00	55.00	1.00
4号	264.67	108.00	53.00	56.00	56.00	0.00
27号	261.11	104.62	53.00	55.00	55.00	0.00
豫单603	274.53	124.00	52.00	53.40	54.20	0.80
LSD _{0.05}	14.71	7.27				
LSD _{0.01}	20.41	10.09				

[0050] 由表6知,本发明一轮改良后,5个优异组合株高、穗位高与豫单603相比均降低。而播种到抽雄、吐丝、散粉的天数与豫单603相比略有变化。

[0051] 实施例2

[0052] 本实施例对玉米单交种豫单608综合性状进行改良。

[0053] 本实施例以优良玉米单交种豫单608两亲本材料为研究对象,市售豫单608(原单交种)为对照种,对豫单608综合性状进行拔高改良。

[0054] 具体操作步骤如下:

[0055] 首先,豫单608两亲本基础群体的构建。根据抗虫性、抗病性、抗倒性、结实性、持绿性、农艺性状等综合性状分别在两亲本单繁田中选出优异单穗,取单穗中部籽粒混合,构成各自基础群体,即父本基础群体MC0和母本基础群体FC0;

[0056] 其次,两亲本基础群体隔离种植,分别在父本基础群体及母本基础群体中根据抗逆性、丰产性等综合表现,分别选出较优株自交,并对优株果穗室内考种,即对优穗的穗部性状或结实性进行选择,选择过程中均以穗行数多,排列整齐为目标,对较一般材料多出2~4行的果穗进行标记,并在系谱上记录,播种时分别种成穗行,在下一代结实性选择过程中坚持观察该性状,对穗行数多的果穗优先选出。以此决选出优株中优穗,分别获得父本群体自交一代果穗MS1及母本群体自交一代果穗FS1的种子。

[0057] 然后,留取一部分种子即(MS1和FS1)种子室内保存,另一部分播种于田间进行穗

行鉴定,每个穗行中选择5~8个单株自交(获得得MS2和FS2的种子),同时测配,每一个优异父本穗行分别与每一个优异母本穗行进行测交试验,收获时鉴定记载每一个穗行(包括母本穗行、父本穗行)的平均表现,并分出1、2、3、4、5这5个等级,然后对自交果穗和杂交果穗分别收获。

[0058] 下一季进行测交组合田间评比试验同时对优穗再次鉴定,根据测交组合综合性状评比试验(采用多地点三重复试验以确保鉴定结果的可靠性)及两季穗行鉴定试验结果,分别选出两亲本群体中综合性状优良且配合力高的优异株系。

[0059] 最后,两亲本群体优异株系均按照“一优母多优父”的混合授粉方法分别获得各穗行的混繁株,收取各穗行优异混繁果穗中间部分种子等量混合,形成各自的第一轮改良后群体即MC1和FC1。

[0060] 豫单608第二轮改良是以豫单608第一轮改良后产生的MC1和FC1为基础群体进行改良,具体实施步骤同第一轮改良的操作方法。

[0061] 下面是本实施例对豫单608及其亲本群体两轮改良后的效果。

[0062] 2.1本发明对豫单608亲本两轮改良后优系组配杂交组合产量性状改良

[0063] 表7 单株产量较豫单608对照优势大于5%的杂交组合

[0064]

杂交组合	单株产量/g	对照优势 608/%
7号	212.87	14.08
45号	206.25	11.23
8号	198.80	7.21
21号	191.20	3.11
33号	186.60	5.19
豫单 608	195.05	
LSD _{0.05}	35.97	
LSD _{0.01}	49.93	

[0065] 由表7知,本发明两轮改良所配组合中,单株产量较对照豫单608高产5%有4个。其中高产7%以上有3个。

[0066] 2.2本发明对豫单608亲本两轮改良后优系组配杂交组合穗部性状改良

[0067] 表8 5个最优组合穗部产量性状平均值

[0068]

杂交组合	穗长/cm	行粒数	穗行数	穗粗/cm	百粒重
7号	18.80	37.07	14.08	18.07	34.84
45号	19.03	37.02	14.78	17.74	34.97
8号	18.22	36.84	14.11	18.99	36.24
21号	17.48	35.06	14.56	16.03	37.45
33号	18.61	38.67	13.56	18.08	36.71
豫单 608	18.32	37.22	14.36	18.01	37.42
LSD _{0.05}	1.77	3.14	1.14	0.74	2.16
LSD _{0.01}	2.54	4.31	1.52	0.90	3.04

[0069] 由表8知,本发明亲本两轮改良后所配组合中,有3个穗长超豫单608。行粒数有1个超过豫单608。穗行数3个超豫单608。穗粗有3个超豫单608,其中一个达到显著水平。百粒重有1个超豫单608。

[0070] 2.3本发明对豫单608亲本两轮改良后优系组配杂交组合农艺性状及物候期的改良效果。

[0071] 表9 5个最优组合农艺性状及物候期平均值

[0072]

杂交组合	株高/cm	穗位高/cm	抽雄期/天	吐丝期/天	散粉期/天	散粉-吐丝间隔期/天
7号	271.44	108.40	50.00	53.00	53.00	0.00
45号	267.22	113.40	51.00	52.00	53.00	1.00
8号	279.78	121.60	50.00	51.00	52.00	1.00
21号	273.67	110.00	50.00	53.00	53.00	0.00
33号	271.11	106.62	50.00	52.00	52.00	0.00
豫单608	274.53	122.00	49.00	50.40	51.10	0.70
LSD _{0.05}	14.91	7.36				
LSD _{0.01}	20.50	10.01				

[0073] 由表9知,本发明亲本两轮改良后所配杂交组合,5个优异组合株高、穗位高与豫单608相比总体降低。而播种到抽雄、吐丝、散粉的天数与豫单608相比略有变化。

[0074] 实施例3

[0075] 本实施例对单一性状进行改良。

[0076] 本实施例包括玉米单交种豫单603及其亲本群体综合性状和单一性状的改良。本发明不仅对两亲本群体及杂交组合综合性状的改良有效,而且对两亲本群体或单交种某一性状的改良同样有效。豫单603母本材料存在籽粒果皮发育不完整的现象,本发明在每一次种子选留及鉴定过程中均把籽粒果皮发育作为目标性状。在每一次获得母本材料种子的过程中,均是有目的的选择果皮发育不完整籽粒少的果穗,且在脱粒时淘汰果皮发育不完整籽粒。例如,在获得母本改良群体种子,自交一代FS1种子及自交二代FS2种子的过程中,首先在室内考种选留母本材料果穗时,每一次均选取果皮发育不完整籽粒少的果穗,然后在每一次选留优穗种子时,选取果穗中部果皮发育完全正常的籽粒进入下一个环节。图2是本发明对豫单603母本果皮发育缺陷籽粒的改良效果。

[0077] 由图2知,改良前单穗果皮发育缺陷籽粒占单穗全部籽粒的13.56%,本发明一轮改良后比例降为1.19%,改良增益为89%,达极显著水平;改良后单穗正常籽粒数较改良前显著增加。

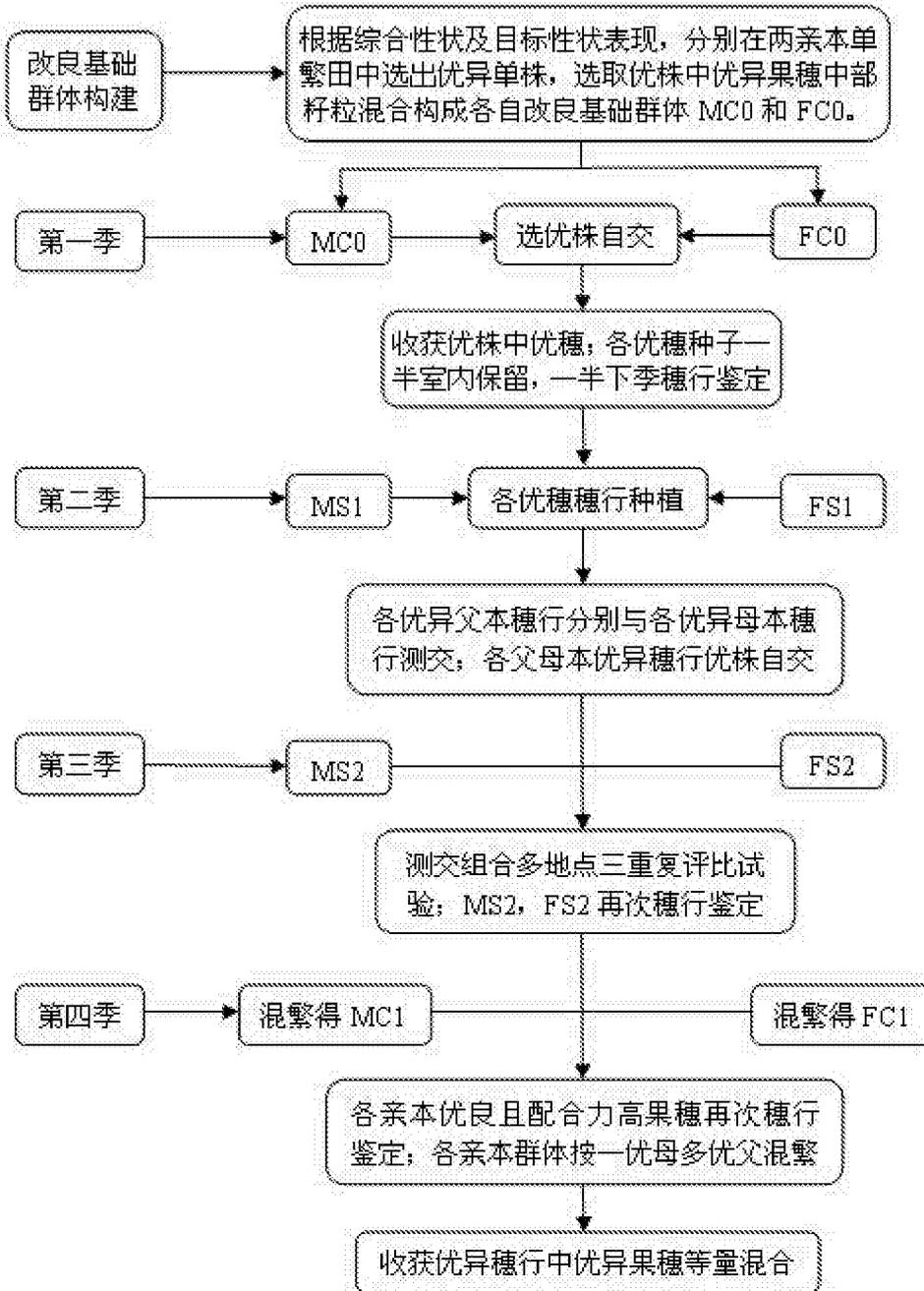


图1

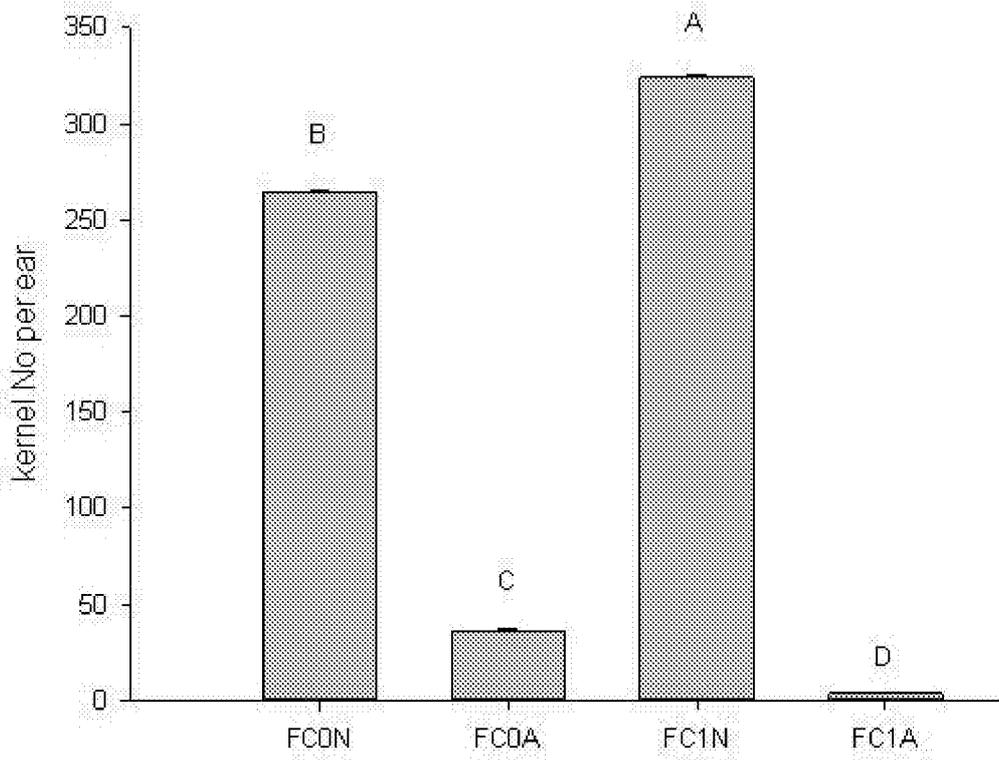


图2