



1. 一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法,其特征在于,包括以下步骤:
  - S1、利用西兰花育种材料与西兰苔育种材料于花期杂交,收获杂交种 $F_n (n=1)$ ,
  - S2、播种杂交种 $F_n (n=1)$ ,加代处理,经田间鉴定,选择农艺性状优良的单株于花期自交,获得自交种 $F_n (n=2)$ ;重复播种、自交,至获得自交种 $F_n (n \geq 4)$ ,并选择其中优良且稳定的自交系1124作为轮回亲本;
  - S3、将自交系1124的单株与西兰花胞质雄性不育源材料CMS051于花期杂交,获得杂交种子Y;
  - S4、播种杂交种Y,加代处理,经田间鉴定,选择农艺性状优良的不育系单株;
  - S5、将所述自交系1124作为回交父本与所述不育系单株进行m代回交转育,得到西兰花细胞质雄性不育系CMS1124;
  - S6、以所述细胞质雄性不育系CMS1124为母本,以优良且稳定的自交系1033为父本进行杂交组合配制,经田间鉴定,筛选出农艺性状优良的松散型西兰花杂交组合,即松散型西兰花新品种松绿55。
2. 根据权利要求1所述的育种方法,其特征在于,所述西兰花育种材料具有早熟、优质、抗病的农艺性状,所述西兰苔育种材料具有优质、抗病的农艺性状。
3. 根据权利要求1所述的育种方法,其特征在于,所述步骤S2中田间鉴定为筛选早熟、花球松、花茎长、蕾粒细、侧分枝萌发力强、抗病、抗逆性强、品质好的单株。
4. 根据权利要求1所述的育种方法,其特征在于,所述步骤S2中自交系1124的自交亲和指数 $\geq 4.5$ 。
5. 根据权利要求1所述的育种方法,其特征在于,所述步骤S2和S4中的加代处理为每年加代1-2代,方法包括于西兰花小苗5叶1心时采用低温处理后定植;所述低温处理包括白天8-12°C,夜晚3-5°C,培养10天。
6. 根据权利要求1所述的育种方法,其特征在于,所述步骤S5中m为4或5。

## 一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种农作物的育种,具体涉及一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法,属于西兰花育种技术领域。

### 背景技术

[0002] 松散型西兰花以其株型紧凑、生长期短、颜色绿、花茎长、花球松散、侧分枝萌发力强、品味佳、适宜密植、抗逆性抗病性强等特点而越来越受到种植户和消费者的欢迎。松散型西兰花主要以肥嫩的花蕾和花茎供食用,花蕾和花茎色绿翠美,肉质脆嫩,风味香甜,营养丰富,富含维生素A、B、C、E、蛋白质、花青素,矿物质等多种营养成分。此外,松散型西兰花还有健胃助消化、且富含花青素和抗癌物质,其中的抗癌物质高,是一种美味与保健完美结合的高品质、高档次的功能型绿色蔬菜。

[0003] 松散型西兰花有较强的杂种优势,目前生产杂交一代主要有两种途径:利用自交不亲和系和细胞质雄性不育系配制杂交种。但利用自交不亲和系制种要花费大量的人力和时间进行亲本繁殖(通过人工蕾期授粉),成本很高,推广面积受制种量制约。且亲本长期连续自交产生生活力退化,使一些优良的性状会丢失,杂交种的杂交率很难达到100%。而利用细胞质雄性不育系制种可以克服利用自交不亲和系制种的一系列缺陷。

[0004] 因此,有必要提供一种基于细胞质雄性不育系的早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法。

### 发明内容

[0005] 为解决现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法。

[0006] 为了实现上述目标,本发明采用如下的技术方案:

[0007] 一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法,包括以下步骤:

[0008] S1、利用西兰花育种材料与西兰苔育种材料于花期杂交,收获杂交种 $F_n(n=1)$ ,

[0009] S2、播种杂交种 $F_n(n=1)$ ,加代处理,经田间鉴定,选择农艺性状优良的单株于花期自交,获得自交种 $F_n(n=2)$ ;重复播种、自交,至获得自交种 $F_n(n\geq 4)$ ,并选择其中优良且稳定的自交系1124作为轮回亲本;

[0010] S3、将自交系1124的单株与西兰花胞质雄性不育源材料CMS051于花期杂交,获得杂交种子Y;

[0011] S4、播种杂交种Y,加代处理,经田间鉴定,选择农艺性状优良的不育系单株;

[0012] S5、将所述自交系1124作为回交父本与所述不育系单株进行m代回交转育,得到西兰花细胞质雄性不育系CMS1124;

[0013] S6、以所述细胞质雄性不育系CMS1124为母本,以优良且稳定的自交系1033为父本进行杂交组合配制,经田间鉴定,筛选出农艺性状优良的松散型西兰花杂交组合,即松散型西兰花新品种松绿55。

[0014] 上述西兰花育种材料具有早熟、优质、抗病的农艺性状,所述西兰花育种材料具有优质、抗病的农艺性状。

[0015] 上述步骤S2中田间鉴定为筛选早熟、花球松、花茎长、蕾粒细、侧分枝萌发力强、抗病、抗逆性强、品质好的单株。

[0016] 上述步骤S2中自交系1124的自交亲和指数 $\geq 4.5$ 。

[0017] 上述步骤S2和S4中的加代处理为每年加代1-2代,方法包括于西兰花小苗5叶1心时采用低温处理后定植;所述低温处理包括白天8-12°C,夜晚3-5°C,培养10天。

[0018] 上述步骤S5中m为4或5。

[0019] 加代处理是指每年加代1-2代。西兰花是绿体春化作物,与如大白菜种子春化不同,植株对低温春化要求不严,四季均可开花,采用5叶1心的小苗低温处理能加快春化速度,较普通栽培提早15-20天开花。

[0020] 具体方法为:将则收下的种子脱粒干净,去掉瘪籽、破子,晒干;12月初穴盘育苗,白天20-25°C,夜晚15-18°C,5叶1心时放置光照培养箱,白天8-12°C,夜晚3-5°C,培养10天后即可定植,田间利用水帘、风机、遮光网控制夏季高温、利用燃油控温设备提高冬季低温,常年温度控制在15-28°C之间。定植后55天可以抽薹开花,然后进行人工回交授粉。转育早代,细胞质雄性不育源材料较回交父本提前5天播种,如花期不遇,可去掉主枝,促其侧枝发育,调节花期,花期相遇时进行花期套袋杂交,5月底6月初收获;6月下旬再次播种,方法同上,11月底12月初即可收获,实现一年2代加代快速选育。

[0021] 本发明的有益之处在于:

[0022] 本发明的一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法,是利用温控设备加快细胞质雄性不育系配制杂交松散型西兰花的育种方法,具有以下优点:

[0023] (1) 雄性不育系为细胞质不育,随母性遗传,其不育性稳定,不育株率和不育度均为100%,蜜腺发达,花蜜多,柱状正常,开花结实性状良好,幼苗低温条件下不黄化,多代回交不退化,转育容易,生长势旺,组合力强;

[0024] (2) 育种材料是绿体春化作物,对低温春化要求不严,四季均可开花,只要避开高温和寒冷对开花结实不利影响外,利用降温和加温设备把棚内温度调到15-28°C,可保证育种进展顺利,缩短育种年限,加快育种进程,提高育种效率;

[0025] (3) 转育早代,不育系比保持系植株生长势强,具有种间杂交优势;

[0026] (4) 转育早代,不育系的晚抽薹比保持系强,因此转育早代不育系材料比保持系早播5天;

[0027] (5) 用不育系配制杂交种F1,种子产量高,制种成本低,省工;

[0028] (6) 不育系抗病性强,增产明显;

[0029] (7) 通过花期杂交后代分离,田间筛选早熟、多分枝、茎长、花球松散、优质、抗病、抗逆等高效基因,培育出目标性状突出、综合性状优良的松散型西兰花新品种。

[0030] 本发明的育种方法,材料获得简便,成本低廉,便于推广,市场前景广阔,具有很强的实用性和广泛地适用性。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明的育种流程图。

## 具体实施方式

[0032] 以下结合附图和具体实施例对本发明作具体的介绍。

[0033] 本发明中西兰花胞质雄性不育系代号CMS051, 优良且稳定的自交系回交父本即保持系代号1124, 细胞质雄性不育系代号CMS1124, 优良且稳定的自交系父本系代号1033。生物学性状参见表1-5。

[0034] 其中, 自交系1033可以根据需要在市场上购买到。

[0035] 一种早熟、优质、抗病松散型西兰花的育种方法, 步骤为:

[0036] S1、第一年3月下旬用2份日本引进(里绿、久绿)(不同类型、不同熟期、不同叶形和叶色)的早熟、优质、抗病的西兰花育种材料, 与1份日本引进(B-0105)优质、抗病的西兰花育种材料花期杂交, 得到10份不同类型的杂交后代, 于当年6月初收获杂交种F1。

[0037] S2、当年夏季(6月下旬)将10份不同类型的杂交种F1播种, 分别播种于72孔穴盘中, 蔬菜专用营养土育苗; 植株有5叶1心时, 将其放置在温度 $4.4 \sim 8.6^{\circ}\text{C}$ , 光照度2000XL的光照培养箱内春化处理10天后, 将植株在花盆内定植并摆放在大棚内生长。大棚内温度要控制在 $28^{\circ}\text{C}$ 以下, 若高温时需采用水帘、遮光网调节温度, 以利于植株生长, 在生长过程中多次鉴定植株的长势、抗病性、抗逆性以及其他综合性状。F1代由于收获种子数量不等, 种植株数56-75株。当年9月经田间观察、鉴定, 筛选8个早熟、花球松、花茎长、蕾粒细、侧分枝萌发力强、抗病、抗逆性强、品质好的优良单株花期自交, 11月初得到8份杂交种F2, 自交亲和指数 $\geq 1.5$ 。

[0038] 田间观察依据植株形态特征法, 内容包括植株无黄化, 无畸形叶, 叶色、叶形正常, 植株生长正常, 花球蕾粒发育正常, 花粉量大, 能正常结实。

[0039] 12月中旬播种杂交种F2于72孔穴盘中, 蔬菜专用营养土育苗; 植株有5叶1心时, 将其放置在温度 $4.4 \sim 8.6^{\circ}\text{C}$ , 光照度2000XL的光照培养箱内春化处理10天后, 将植株在花盆内定植并摆放在大棚内生长, 大棚内温度要控制在 $28^{\circ}\text{C}$ 以下, 若高温时需采用水帘、遮光网调节温度, 以利于植株生长, 在生长过程中多次鉴定植株的长势、抗病性、抗逆性以及其他综合性状。方法同上, 第二年3月下旬筛选7个早熟、花球松、花茎长、蕾粒细、侧分枝萌发力强、抗病、抗逆性强、品质好的优良单株花期自交, 6月初收获5份杂交种F3, 自交亲和指数 $\geq 2.5$ 。

[0040] 6月下旬将5份不同类型的F3播种, 分别播种于72孔穴盘中, 蔬菜专用营养土育苗, 7月植株移栽大棚内, 田间采用植株鉴定观察、鉴定, 筛选早熟、花球松、花茎长、蕾粒细、侧分枝萌发力强、抗病、抗逆性强、品质好的优良单株花期自交留种并编号, 11月底获得自交系10份杂交种F4, 自交亲和指数 $\geq 3.5$ 。

[0041] 方法同上, 12月初播种, 田间筛选优良单株7份花期自交, 第三年6月初收获6份杂交种F5, 自交亲和指数 $\geq 4.5$ 。并选择其中自交系1124作为轮回亲本。

[0042] S3、从日本等地引进多份西兰花雄性不育材料, 8月中旬在镇江农科所蔬菜基地种植, 经田间观察、鉴定, 发现1份材料(CMS051)在低温下幼苗不黄化, 生殖生长期花朵开放正常, 雄蕊均退化, 雌蕊正常, 蜜腺大, 花蜜多, 田间鉴定后选留优良单株假植于大棚越冬。

[0043] 次年4月上旬用6份不同类型(不同熟期、不同叶形和叶色)优良且稳定自交系1124与之花期套袋杂交; CMS051露出柱头后, 将自交系1124单株的花粉涂于其上, 柱头正常膨大, 得到6份不同类型的杂交后代, 于当年6月初收获杂交种Y。

[0044] S4、当年6月底将6份不同类型的杂交种Y及回交父本(自交系1124,自交亲和指数 $\geq 4.5$ )播种,待植株有5叶1心时,进行春化(条件与上述植株春化条件相同);春化后,将植株在花盆内定植并摆放在大棚内生长,大棚内温度调节同前述,以利于植株生长,在生长过程中多次鉴定植株的长势、抗病性、抗逆性以及其他综合性状。Y代由于收获种子数量不等,种植株数60~80株。在生长过程中多次鉴定各植株长势、抗病性、抗逆性以及其它综合农艺性状,在开花期间检查Y植株的育性,筛选不育株率和花朵不育度均为100%的不育株,其中1份材料(父本为自交系1124,自交亲和指数7.5)的不育株(不育系单株)在低温下幼苗不黄化,生殖生长期花朵开放正常,雄蕊均退化,雌蕊正常,蜜腺大,花蜜多,综合性状优良。

[0045] S5、将不育株与回交父本(自交系1124,种子分批多年播种)花期相遇时进行花期回交,第2年11月下旬获得种子BC1种子,

[0046] 将种子BC1于当年秋季(12月初)播种,待植株有5叶1心时,进行春化,春化后,将植株置于温度为15~28℃大棚环境中,大棚内温度调节同前述,开花时选取部分植株单株套袋自交检查其育性,发现不育率和不育度为100%,然后以BC1为母本与自交系1124回交,得到回交二代BC2种子。

[0047] 将BC2种子于第3年夏季(6月底)播种,待植株有5叶1心时时,进行春化(条件与上述植株春化条件相同),春化后,将植株置于温度28℃以下的大棚中,进行加代繁殖,即BC2与1124回交,得到回交三代BC3种子。

[0048] 第4年秋季(12月初)将BC3种子播种,进行春化,春化后将植株置于温度为15~28℃大棚中,开花后选部分植株套袋花期自交,检查不育率为100%,BC3与1124回交得到回交四代BC4。

[0049] 将BC4于第5年夏季(6月底)播种,春化,春化后,将植株置于温度28℃以下的大棚中,进行加代繁殖,11月下旬选育出1个综合农艺性状优良及不育性稳定的不育系CMS1124。回交父本(自交系1124)为相应的雄性不育系CMS1124的保持系1124。

[0050] 细胞质雄性不育系CMS1124,其不育系表现为雌蕊功能正常,无异源胞质的不良影响,有较好的经济性状,不育性稳定彻底,不育株率和不育度均达100%,具有较高的产量配合力。

回交转育	回交代数	形态变异趋向	变异程度	不育株率(%)	不育度(%)
[0051] 与西兰花 CMS051 回交转育	BC1	1124	45	100	100
	BC2	1124	68	100	100
	BC3	1124	87	100	100
	BC4	1124	96	100	100
	BC5	1124	99	100	100

[0052] 表1西兰花优良自交系1124与西兰花胞质雄性不育系CMS051回交转育后代性状

	回交转育	花冠直径 mm	花冠开放程度	花瓣大小 mm	花朵颜色	雌蕊长度 mm	雄蕊形状颜色	蜜腺	畸形雌蕊%	畸形种荚%	死花蕾情况%	抗病性
[0053]	1124	17.2 × 17.6	正常	10.2 ×6.9	黄色	9.2	饱满,黄色	大	0	0	0	强
	与西兰花 CMS051 回交后代 BC5	17.2 × 16.3	正常	10.5 ×7.1	黄色	9.0	长丝状,瘪,黄色	大	0.1	0.1	0.1	强

[0054] 表2西兰花优良自交系1124与西兰花胞质雄性不育系CMS051回交转育后代性状

	不育系	株高cm	开展度 cm	外叶 数片	定植 至收 获天	蕾粒 大小	单球 重kg	球高cm	球宽 cm	花球 松紧 度	抗 逆 性	抗病 性
[0055]	西兰花 CMS051	55~57	60~62	16.1	62	较细	0.32	13.5	16.2	较紧	强	强
	西兰花 CMS1124	54~55	57~58	14.2	55	较细	0.24	19.4	15.1	松	强	强

[0056] 表3西兰花雄性不育系的生物学性状

	不育系	低温 心叶 颜色	花冠直 径 mm	花冠 开放 程度	花瓣 大小 mm	花朵 颜色	雌蕊长 度mm	雄性 不育 性%	蜜腺	畸形 雌蕊%	畸形 种荚%	死花 蕾情 况%
[0057]	西兰花 CMS051	绿	16.5× 17.2	正常	10.1 ×6.3	黄色	7.8	100	大	0.15	0.2	0.1
	西兰花 CMS1124	深绿	17.2× 18.3	正常	10.5 ×7.4	黄色	8.1	100	大	0.1	0.1	0.2

[0058] 表4西兰花雄性不育系的生物学性状

		株高cm	开展 度cm	外叶 数 片	定植 至收 获天	花球 颜色	主花 球重 g	花茎 长cm	侧分枝 数(枝)	抗 逆 性	抗病 性
[0059]	西兰花 CMS1124	54~55	57~ 58	14.2	55	绿	240	19.2	10~15	强	强
	1124	53~55	56~ 58	14.3	55	绿	240	19.4	10~15	强	强
	1033	55~58	53~ 54	13.2	54	深绿	235	19.7	13~20	强	强

[0060] 表5西兰花雄性不育系保持系及父本系的生物学性状

[0061] S6、第6年3月下旬,不育系CMS1124与优良且稳定的自交系1033杂交组合61个,当年8月参加田间品种比较试验,进行田间鉴定、筛选,配合力测定,最终选育出性状优良的早熟、抗病松散型西兰花新品种松绿55(CMS1124×1033),该品种较翠玉(CK)早熟3天、采收期长5天、产量2195.3Kg/667m<sup>2</sup>,较翠玉(CK)2052.8Kg/667m<sup>2</sup>增产6.9%,抗病毒病,黑腐病性强、口感脆甜,综合农艺性状表现优良,见下表6、表7。

品种	株高 cm	开展 度 cm	花球 颜色	分枝数 /株	口感	主花茎长 /5 个 cm	侧分枝花 茎长/5 个 cm	主花球重 /5 个 g	全生育 期 d	采收期 d
[0062] 松绿 55	54	56	绿	21	脆甜	19.4	18.1	230.1	77	25
翠玉 (CK)	55	57	绿	19	略甜	18.5	17.6	210.3	80	20

[0063] 表6松绿55品种生物学性状

品种	产量 Kg/667 m <sup>2</sup>	比对照±%	病毒病 (TuMV)		黑腐病 (Br)	
			病情指数	抗病类型	病情指数	抗病类型
[0064] 松绿 55	2195.3	6.9	2.7	高抗	3.8	高抗
翠玉 (CK)	2052.8	—	7.2	抗	10.1	抗

[0065] 表7松绿55品种产量及抗病性

[0066] 松绿55特征特性:

[0067] 早熟,定植后55天即可开始采收。

[0068] 植株半直立、株高约54cm,开展度约56cm,侧分枝力强、主花球松散,主花球重约230g,花茎长约18-20cm,花茎粗约1.8cm,花球嫩绿,茎嫩绿,肉质脆甜,水焯后色泽翠绿,品质优,抗病性强,采收期长达25天。

[0069] 繁殖、制种技术要点:

[0070] 1、亲本繁殖:采用简易大棚采种,不育系与相应的保持系以1:2栽培。开花期在棚内放蜜蜂授粉,每个大棚2箱,花期过后拔除保持系。从不育系植株采种得到母本种子。父本采种棚在开花期通过蜜蜂授粉,提高采种质量。

[0071] 2、杂种一代制种技术:

[0072] (1) 严格隔离:在制种基地一定要采取严格隔离措施,最好是自然屏障隔离,隔离距离应在1000米以上。

[0073] (2) 播期调整:以本发明的不育系CMS1124为母本,优良自交系亲本1033为父本进行杂交制种。由于父母本的花期不一致,在制种时为了能使父母本花期相遇,提高种子产量,在播种时需要根据制种地气候条件调整父母本的播种期。

[0074] (3) 定植比例:一般情况下,父本与母本按照1:2进行定植。

[0075] (4) 田间管理:在江苏地区,一般9月中旬播种,72孔穴盘育苗,5-6叶直接定植简易大棚避雨栽培,气温达30℃以上时四周通风,开花前注意杂株的及时发现和拔除。开花期在棚内放蜜蜂授粉,每个大棚2箱,花期过后拔除父本系。加强田间病虫害的管理。

[0076] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,上述实施例不以任何形式限制本发明,凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

