

三系杂交菜心制种规程

刘继辉 吴凯亮 贺东方 丘智慧

(广州乾农农业科技发展有限公司, 广东广州 510315)

摘要:主要针对雄性不育系杂交菜心在南北方制种时南北气候的差异性和雄性不育特性存在的问题,提出了解决方法,并从耕种的播种时间地点的选择、播种方式和花期调整,田间水肥管理、病虫害防治,授粉时的多个方法提高授粉率,种子的收获方式和验收标准等多个方面对雄性不育杂交菜心的制种规程进行了总结,为杂交菜心的种子生产作简要参考。

关键词:菜心;雄性不育;杂交;制种

Rules for Seed Production of Three-Line Hybrid Flowering Chinese Cabbage

LIU Jihui, WU Kailiang, HE Dongfang, QIU Zhihui

(Qiannong Agricultural Technology Development Co., Ltd., Guangzhou 510315, Guangdong)

菜心是十字花科(Cruciferae)芸薹属芸薹种白菜亚种的一个变种,学名 *Brassica*, 又称菜薹,是我国南方地区重要的蔬菜之一,俗话说“宁可三日无肉,不可一日无蔬”,菜心在两广及港澳人心中被誉为“蔬菜之冠”。据统计,2020年宁夏菜心种植面积为1.51万 hm^2 ,宁夏菜心年产量超过32万t,年产值超20亿元^[1];2020年广州菜心的年种植面积为1.68万 hm^2 ,占叶菜类种植面积的24%,占蔬菜总种植面积的12%^[2];据广东省农业农村厅副厅长于陈东于2022年12月连州菜心调研结果显示,仅连州菜心种植面积已约4666.67 hm^2 ,较往年增加近666.67 hm^2 。菜心是广东省栽培面积最大、周年生产供应及出口创汇的重要蔬菜,在华南地区其他地方及东南亚、西北三省、华东地区以及西南地区种植面积也较为广泛^[3]。目前我国已成为菜心供应大国,每年出口至美国、日本等多个国家。

雄性不育系杂交菜心与常规菜心相比,由于使用隐性雄性不育,常常大比例出现不育系中有可育株^[4]、花畸形^[5]或因Ogura不育系伴随蜜腺不发达^[6]、花香味弱等导致昆虫不愿意到不育系花上授粉等情况,使不育系结荚不佳,花期拉长,不好配对花期

等,进而导致杂交菜心制种成本过高。但因其具有明显的高抗性、口感更佳、商品性好等特点^[7],且选育的品种不存在自交种,整齐度好,具有较强的杂种优势、商品产量高,可以充分保护自主知识产权^[8],通过杂种优势,可以更加多向全面地满足不同人群对于口感、产量和色泽等的要求,还可以满足不同区域的种植需求^[9]。面对制种成本高的问题,可通过精量播种等方式减少用种成本。因此,推广杂交菜心对于目前的蔬菜产业发展势在必行。菜心制种的主要产地为甘肃地区,自2020年至今由于受到大田玉米制种每亩所保产值越来越高的冲击,常规菜心制种产值过低,农户不太乐意接受,而杂交菜心制种产值较高,因此其制种面积也越来越大。到2023年甘肃地区常规菜心的制种已经寥寥无几,杂交菜心制种成为主力。前人对于杂交菜心的制种提出的规范性规程较少,本文根据工作经验,浅谈杂交菜心的制种规程,以作参考。

1 耕种

1.1 选地 以排灌方便、含有机质丰富的沙质土壤土地最佳,西北繁种目前最大的问题是缺水,选择有水源的土地是首要标准。同时要求连片3年没有播种过十字花科菜心、白菜、青梗菜等,谨防重茬留生苗;隔离区要求直径2000m范围内,没有同花期的

其他同科属作物种类,小面积则可采用温室大棚或临时纱网罩。同一个品种不可在同一位置连续制种,避免留生父本等,影响种子质量。

1.2 播种时间 菜心为长日照作物,对于光照要求不是太严格,主要在于温度,菜心最适合发芽和成苗的温度是 25~30℃、最适合花芽分化和抽薹的温度是 20~25℃^[10]。目前菜心种子的繁制地主要为西北地区和华南地区,但由于气候差异,两个区域播种时间存在较大区别。西北地区全年低温多高温少,一般 10 月至翌年 3 月多冰雹、霜降,综合菜心品种的熟性,西北地区一般为 3 月开始播种;华南地区高温多雨,春季无法制种,主要为秋播,为避免花期高温和多雨,一般在 9 月中下旬开始播种。

1.3 播前整地 根据品种特性确定父母本行比,一般为 1:2~4,一般株距为 20~25cm,行距为 25~30cm。西北地区整地时,需底肥和沙土一起打碎,将地整平,铺设滴灌管带后覆盖地膜。铺设地膜时,需要用薄土将地膜完全覆盖,避免被风吹起导致地膜与地面之间存在空隙,发芽后种苗被地膜蒙住,无法正常出苗。华南地区播种多为人工条播,将底肥和土一起打碎,起畦,畦宽 150cm 左右,将畦面整理平整,在畦面开出宽约 10cm、高约 10cm、长度为畦面长的播种沟,并在畦面上铺滴灌管带或喷灌管带,隔 10m 左右需要 1 条深排水沟。

1.4 花期配对 根据杂交亲本生育期情况调整错期,一般为两期父本,例如一个品种父本和母本从播种到开花需要天数相同,则第 1 批父本早于母本播种 2d 左右,早 2d 则为避免天气等问题导致雄花迟,花期错期,且父本开花稍早于母本,可有效避免前期母本受其他花粉影响;不育系在授粉不良的情况下,首花到尾花时间会延长,因此,第 2 批父本应该在原有的错期上相应推迟 2~3d,即第 2 批父本可以迟于母本播种 2~3d。若父本从播种到开花时间比母本多 N 天,即第 1 批、第 2 批父本在原有的错期基础上提早 N 天播种;若父本从播种到开花时间比母本少 N 天,即第 1 批、第 2 批父本在原有的错期基础上推迟 N 天播种。

1.5 播种方式及用种量 西北地区多用精量播种机播种,根据花期配对及行比情况,用播种机直接刺穿地膜播种,播种时要注意清理干净播种机,避免造成机械混杂。需要提前关注天气情况,若

播种后短时间内存在极低温风险,应该适当推迟播期。父本用种量一般为 75~100g/667m²,母本 200~250g/667m²,根据父母本比例可自行调节。

华南地区大面积种植时,播种多采用人工撒播,为避免太密,可在种子中拌一定量的沙子或去壳黄小米,混匀后撒播。播种时应注意切勿将母本撒到父本行或将父本撒到母本行。小面积播种采用育苗移栽,移栽时间一般为菜心 4~5 片叶时,过早不易成活,过迟容易造成早抽薹开花。移苗时需要带根土移栽,并浇足定根水,在拔苗和种苗时,切勿将父母本混错,尽可能选择强壮大苗,淘汰小苗。为避免收种时父母本混杂,母本行和父本行必须做标记,且有界限,可采用拉绳隔开、插标记牌、父本行头点油漆等方法。

2 田间管理

2.1 水肥管理 菜心生长速度快、周期较短、根系浅且不发达,但生长过程中需要的生物量高,转化率低,因此需要强肥水管理才能获得优质高产^[11-12]。施足基肥,每 667m² 可施用腐熟有机肥 4000kg 或复合肥 35kg 或猪粪等农家肥 800kg,翻耕时与土壤混匀。其次在生长期及时追肥,一般在苗期、抽薹期和初花期追肥,不同生育期施肥量有所不同。在幼苗 2~3 叶或移苗成活以后撒施氮肥,每 667m² 施复合肥 5kg 或喷施 95% 磷酸二氢钾 1200 倍稀释液,之后 10d 左右撒施 1 次速效肥或复合肥 7kg。抽薹期时每 667m² 可重新撒施 1 次复合肥 20kg,并少量多次施硼肥和叶面肥,也可喷施 95% 硼砂 500 倍液和 95% 磷酸二氢钾 800 倍液,满足其养分需求,保证优质高产。追肥应把握勤施、早施、薄施,前期轻施、中后期重施的原则。每次追肥宜在早晨或下午气温较低、光照较弱时进行,追施后立即浇水。注意撒施时,避免肥料落在花蕾和叶片上,以免灼伤,多采用顺根撒或者喷施。

菜心从出苗到种子收获过程中都不可缺水,但水也不宜过多。华南地区一般在 9 月中下旬开始播种,9~12 月华南地区雨水较为频繁,因此要格外注意排水,避免多雨引发病虫害。不下雨时只要保证土壤湿润即可。西北地区天气干燥,又是沙质土不易保水,因此需要勤淋水直到结荚,以保证水分充足,土壤湿润,一般每 7~10d 淋 1 次。在结荚初期到种荚成熟变黄之前,应尽可能少浇水,不旱不浇,否则容易返青,久花不成熟。种荚颜色逐渐变黄时,种

子已经灌浆结束到了后熟阶段,应该保持干燥,不可再浇水,以促进种子成熟。

2.2 病虫害管理 华南地区普遍高温高湿,病虫害严重。病害主要有软腐病、霜霉病、根肿病和菌核病等,虫害主要有菜青虫、地老虎、黄曲条跳甲、小菜蛾等。西北地区全年干旱,虫害相对较少,但近几年地老虎相对严重。菜心病害在高温高湿时发病较为迅速且严重,因此不可让田间湿度过大,需及时开沟排水、除草间苗,保证田间通风,重施基肥,巧施磷肥,早施返青肥,促使壮苗。发病时应及时将发病植株、叶片和周围杂草等清出,集中放置统一消杀。

2.2.1 软腐病 软腐病发病初期可喷施 50% 多菌灵可湿性粉剂 400 倍液,或 29% 吡啶·啉菌酯悬浮剂 400 倍液,或 3% 中生菌素可湿性粉剂 700 倍液,或枯草芽孢杆菌水剂 800 倍液,间隔 5~7d,连续喷施 2~3 次。特别注意,软腐病发病多从根部开始,因此需对准根部病害部位喷药。

2.2.2 霜霉病 霜霉病发病初期可喷施 75% 百菌清可湿性粉剂 500 倍液,或 80% 烯酰吗啉水分散剂 800 倍液,或 25% 瑞毒霉可湿性粉剂 800 倍液,或 4% 杀毒矾可湿性粉剂 500 倍液,间隔 5~7d,连续喷施 2~3 次。霜霉病首先多在叶背产生霜状霉层,严重时可蔓延到叶面,因此需喷施叶子两面。

2.2.3 根肿病 根肿病主要危害根部,病毒来自土壤中的病残体或种子,适宜在酸性缺钙的土壤中活动,低洼地和水改旱菜地发病较重。可采用 70% 甲基托布津可湿性粉剂 800 倍液,或 60% 百菌通可湿性粉剂 600 倍液,或 50% 多菌灵可湿性粉剂 500 倍液灌根,每周 1 次,连续 2~3 次。

2.2.4 菌核病 菌核病在多雨潮湿时会迅速蔓延,多发生于种荚、茎秆、叶片上,每 667m² 可用 1:2 的草木灰、熟石灰混合粉 25~30kg 撒于根部四周,在抽薹初期至盛花期发病较多,需格外注意。可用 70% 代森锰锌可湿性粉剂 500 倍液,或 50% 多菌灵或 40% 纹枯利可湿性粉剂 1000 倍液喷洒植株茎基部、老叶和地面上,发病初期开始用药,间隔 7~10d,连续喷施 2~3 次。

2.2.5 菜青虫和小菜蛾 菜青虫和小菜蛾防治可喷施 50000IU/mg 苏云金杆菌悬浮剂 800 倍液,或 4.5% 高效氯氟氰菊酯乳油 1000 倍液,或 5% 啉虫脲乳油 800 倍液,间隔 7~10d,重复 2~3 次。菜青

虫及小菜蛾在低龄时危害轻,危害速度和幅度随虫龄增加,防治要在低虫龄时,避免后期防治困难。

2.2.6 黄曲条跳甲 黄曲条跳甲防治可喷施 100g/mL 溴虫氟苯双酰胺悬浮剂 1500 倍液,或 20% 氯氰·仲丁威乳油 1000 倍液,或 4.5% 高效氯氟氰菊酯乳油 1000 倍液,或 3% 阿维菌素微乳剂 1200 倍液。由于在华南地区无越冬现象,可终年繁殖且繁殖量大、速度快,从出现到危害严重时间较短且存在逆境短迁徙等特征,喷药要在傍晚时效果最佳,防治需早且勤,一般间隔 5~7d,根据危害程度确定喷施次数。

2.2.7 地老虎 地老虎藏于土中,多以植物根茎为食,可采用毒饵、喷施药剂两种方式。毒饵制作方法:将豆饼或花生麸或麦麸 20~25kg 打碎过筛并炒香后,用 4.5% 氯氟氰菊酯乳油稀释 300 倍搅拌,以粉末刚好湿润为佳,然后按每 667m² 用量 5kg 于傍晚撒在作物行间,或用 20% 噻虫胺可湿性粉剂拌沙子撒于作物间,药沙比为 1:50。喷施多采用 40% 地虫消悬浮剂 400 倍液,或 4.5% 高效氯氟氰菊酯乳油 600 倍液,或 5% 啉虫脲乳油 400 倍液等药剂。需要注意地老虎容易躲藏在周边杂草及秸秆中,喷药时需要将周围杂草及秸秆一同清除。

为了避免后期打药会杀死蜜蜂等授粉媒介,在现蕾期间必须针对以上病虫害进行 1 次全面消杀。同时在尾花时需要将蜜蜂箱等密封搬走,并进行全面病虫害检查及消杀。

3 授粉

3.1 去除可育株 不育系中多存在可育株,且可育株比例高的达 50%,在原母种提纯过程中,需要增加不育系和保持系的杂交代数,并在此过程中不断去除不育系中可育株,提高不育系的纯度,在生产过程中也要经常巡田,及时去杂去变异。

3.2 去除畸形株 不育系中多存在花畸形,导致授粉困难、空壳率高等现象,在扩原母种及制生产种时,若发现,也要及时去除(2020~2023 年期间,在本单位南沙区基地,发现复合型多絮花不育系单株(图 1),用其与保持系杂交留种,发现其有较高的遗传性)。

3.3 辅助授粉 Ogura 雄性不育系往往蜜腺发育不完全或不发达,其花香味较淡,蜜蜂不太愿意去授粉,西北地区气候干燥,不易发生病虫害,可在蜜蜂授粉的同时喷施一定浓度的淡蜂蜜水或花味香精,



图1 不育系复合花序

以达到吸引蜜蜂的作用。南方地区由于高温多雨,病虫害滋生较为快速且频繁,切勿使用此方法,但可采用鸡毛掸、棉花棒等工具辅助授粉。非 Ogura 不育系授粉效果较好于 Ogura 不育系,也可以使用蜜蜂授粉增加产量,但为避免蜜蜂携粉足上还带有活性花粉,需要将蜜蜂关在没有十字花科作物的密闭空间净身 2d 才可放入田中,一般 0.13hm² 左右放置 1 箱蜜蜂,过多容易引发蜜蜂排异性打架,过少容易造成授粉不良。若从一个十字花科品种田到杂交菜心制种田,需要换衣服(包括帽子、衣服、鞋子等),以免携带花粉进入。

4 种子收获

4.1 割除父本 为保证后期收种时的纯度,不可让父本成熟,当母本尾花时需要割除父本行,并将所有割下的父本行带出田外。小田块可采用镰刀割除,大面积生产可以采用手持式割草机。割完后需仔细检查,不可有父本遗留。西北地区田间杂草(灰灰草、野苋菜、鼠尾草等)普遍存在,为收获高标准的优质种子,务必在清除父本的同时检查田间情况,及时将杂草彻底清除干净,以免收割混入杂籽。

4.2 收割母本 南方地区多为小田块,且因为整体高温高湿,容易造成成熟度一致性差等问题,因此,一般不采用收割机收割,多采用人工收割,收割时间为大部分种荚变成黄色时。收割不可过早,容易造成种子后熟不够,影响种子质量;也不可太迟,容易造成爆荚,导致减产。选择晴天将菜心人工割倒后放置于无孔洞的塑料薄膜或彩条布等运到晾晒产地,晾晒及后熟 5~7d 后脱粒。小样种子可采用人工敲打脱粒。数量多时可厚铺,用车辆来回碾压脱粒,

厚度一般在 50~60cm,根据碾压的车辆适当调整,太厚不易脱粒干净,太薄容易压碎种子。西北地区多采用小麦收割机收割,因此,收割时要根据实际情况适当后熟,以增加千粒重。

4.3 种子处理 清除秸秆后用彩条布或篷布晾晒,晾晒时要求不落地、不沾泥,种子厚度不可超过 3cm。水分达标后及时精选,使用风筛比重机和螺旋筛各筛选 2 遍。繁制出来的种子必须分户随机抽样,分成 3 份封样存档,作为田间纯度检查的原始材料和核对依据。种子包装袋应有 3 层,内外为纤维袋,中间一层塑料袋,内外标记明示。

4.4 验收标准 要求种子外观饱满结实、不发霉、不破损,光洁度好,色泽正常。种子标准纯度 $\geq 98\%$,净度 $\geq 99\%$,发芽率 $\geq 95\%$,含水量 $\leq 7\%$ 。

参考文献

- [1] 马梅. 宁夏菜心产业发展现状、存在问题及对策研究. 宁夏农林科技, 2022, 63 (6): 58-60
- [2] 陈汉才, 吴增祥, 林悦欣, 沈卓, 黎庭耀, 杨易, 周轩, 张艳. 广东菜心、芥蓝研究现状与展望. 广东农业科学, 2021, 48 (9): 62-71
- [3] 刘自珠, 张华, 刘艳辉, 孙怀志, 彭谦. 菜心胞质雄性不育系的选育及利用. 广东农业科学, 1996 (5): 13
- [4] 张德双, 李佩荣, 张凤兰, 余阳俊, 赵岫云, 于拴仓, 汪维红, 苏同兵, 辛晓云, 卢桂香. 菜薹乳白色花变体的遗传规律研究及瓣化型细胞质不育系的应用. 中国蔬菜, 2019 (2): 29-34
- [5] 徐玉颖. 芥菜胞质雄性不育系结荚性状的筛选鉴定与研究利用. 武汉: 华中农业大学, 2019
- [6] 薄永明, 巫水钦, 杨筠文, 张庆, 胡雅花, 杨文祥, 钱剑锐, 吕路生, 曾立红, 张志明. 叶菜类细胞质雄性不育系的种质创新和品种选育与推广. 2015
- [7] 赵利民, 柯桂兰. 菜薹杂交种秦薹 1 号的特性及栽培技术. 湖北农业科学, 2001 (6): 52
- [8] 张德双, 张凤兰, 余阳俊, 赵岫云, 于拴仓, 汪维红, 苏同兵, 李佩荣, 卢桂香. 菜薹(菜心)亲本材料的创制及新品种 18A1 菜心的选育. 中国蔬菜, 2020 (5): 77-80
- [9] 张学芬, 王亚秀, 和禹廷, 刘小愿, 张妮南, 张鲁刚. 花叶菜心杂种优势分析. 中国瓜菜, 2022, 35 (7): 56-61
- [10] 刘艳平, 贾雪莉, 王凯, 刘春芝. 菜心秋种技术. 河北农业, 2012 (7): 20
- [11] 吴亦飞, 丁苗蓂. 菜心四季栽培技术. 湖南农业·种植园地, 2021 (2): 18-19
- [12] 张婷, 李晓林. 生物有机肥替代化肥对菜心产量和效益的影响. 甘肃农业科技, 2022, 53 (7): 69-71

(收稿日期: 2023-10-16)