

春油菜区 Pol CMS 油菜杂交制种技术

范连益¹ 汪丁兵² 惠荣奎¹ 张明洋³

(¹ 湖南省作物研究所,长沙 410125; ² 湖南省古丈县农业农村局,古丈 416399; ³ 湖南康源裕隆农业科技有限公司,长沙 410125)

摘要: Pol CMS 是指波里马细胞质雄性不育,是油菜杂种优势利用的主要途径。从基地选择、播种期确定、播种方法、水肥管理、病虫害防治、花期调节、除杂去劣、辅助授粉、收获贮存等方面,总结了 Pol CMS 油菜品种在青海、甘肃等春油菜产区实施杂交制种的技术要点,为波里马细胞质雄性不育杂种优势利用系统杂交油菜种子高质高产生产提供了技术参考。

关键词: 春油菜产区;波里马细胞质雄性不育;杂交制种

The Key Technology of Pol-CMS Hybrid Seed Production in Spring Rape Area

FAN Lianyi¹, WANG Dingbing², HUI Rongkui¹, ZHANG Mingyang³

(¹ Hunan Crops Research Institute, Changsha 410125; ² Agricultural and Rural Bureau of Guzhang County, Guzhang 416399, Hunan; ³ Hunan Kangyuan Yulong Agricultural Technology Co., Ltd., Changsha 410125)

油菜的杂种优势强,杂交种增产效果显著(10%~30%),种子繁殖系数高,生产成本相对较低,

基金项目: 湖南省科技创新计划项目(2021NK1004);国家现代农业产业技术体系建设项目(CARS-12)

是我国继杂交水稻之后杂种优势利用发展最快的大宗作物。据朱吉凤等^[1]统计,2001-2017年审定的244个油菜品种中,常规品种仅为40个,杂交种占比83.6%;何平等^[2]报道,2017-2020年我国登记的

作物相比差距较大,生产上还可以利用绿豆生育期短、适播期长、抗旱耐瘠薄、固氮养地等特性,与主要农作物、果树间、套、轮作。通过科学地发展绿豆产业,不仅能满足国民对绿豆的需求,在产业扶贫与乡村振兴上做出贡献,对实现产业提质增效,种植业结构调整和农业农村现代化振兴也具有重要意义。

参考文献

- [1] 程须珍,童玉娥. 中国绿豆产业发展与科技应用. 北京:中国农业科技出版社,2002
- [2] 程须珍,王述民. 中国食用豆类品种志. 北京:中国农业科学技术出版社,2009
- [3] 程须珍. 绿豆生产技术. 北京:北京出版集团公司,2016
- [4] 梁双波,程汝宏. 小杂粮在中国种质结构调整中的地位与发展策略. 河北农业科学,2005,9(2): 93-95
- [5] 田静,程须珍,范保杰,王丽侠,刘建军,刘长友,王素华,曹志敏,陈

红霖,王彦,王坤. 我国绿豆品种现状及发展趋势. 作物杂志,2021(6): 15-21

- [6] 胡卫丽,朱旭,许阳,杨厚勇,郭军,杨鹏程,刘廷甫. 绿豆新品种宛绿7号. 中国种业,2021(12): 131-132
- [7] 赵雪英,张春明,闫虎斌,李莹,张耀文. 绿豆机械化栽培技术集成及适宜品种筛选. 山西农业科学,2014,42(10): 1095-1097
- [8] 夏先飞,陈巧敏,肖宏儒,杨光,宋志禹,梅松. 我国食用豆机械化收获技术发展现状及对策. 中国农机化学报,2019,40(5): 22-28
- [9] 张泽燕,赵雪英,张耀文,闫虎斌,朱慧珺. 适宜机械化收获的绿豆新品种(系)选育. 种子,2020,39(12): 116-119
- [10] 高伟,朱慧珺,张泽燕,赵雪英,闫虎斌,郝青婷,张耀文. 并绿9号绿豆新品种选育及全程机械化栽培技术研究. 东北农业科学,2020,45(5): 18-20,49
- [11] 朱旭,胡卫丽,许阳,杨厚勇,杨鹏程. 绿豆新品种宛绿2号的选育及轻简化栽培技术. 中国种业,2020(7): 77-78
- [12] 朱旭,胡卫丽,杨厚勇,许阳,向臻,杨玲,杨鹏程. 南阳盆地适宜机械化收获绿豆品种(系)农艺性状分析. 作物杂志,2021(4): 93-98

(收稿日期: 2023-07-11)

油菜品种 1074 个,其中常规品种 143 个,杂交种占比 86.7%。可见杂种优势利用是当前我国油菜品种选育与应用的主体方向,杂交油菜的推广应用,促进了我国油菜单产的提升、面积的扩大和总产的迅速增加,产生了巨大的经济、社会效益。

我国的杂交油菜研究一直处于国际先进水平^[3],杂种优势利用途径较多,有利用细胞质雄性不育、细胞核雄性不育、温光敏雄性不育、自交不亲和、化学杀雄等诸多方法。育种成效最为显著的是细胞质雄性不育,其中,由华中农业大学发现(1972 年)、湖南省作物研究所(1976 年)实现三系配套的油菜波里马细胞质雄性不育(Pol CMS)被国际上公认为“第一个有实用价值的油菜 CMS 类型”。目前我国三系油菜杂交种中仍有 60% 以上是 Pol CMS 杂种。湖南省作物研究所利用 Pol CMS 系统选育了沔油系列品种 30 余个,其中沔油 737 在全国 14 个省(市)大规模推广应用,表现丰产稳产且适机性良好,自 2014 年起至今,近十年来一直为全国单一品种年推广面积最大的品种(全国农技推广中心统计),丰油 730 等品种也多次入围全国油菜品种年度推广面积前十之列。

波里马细胞质雄性不育(Pol CMS)系统对我国油菜杂种优势利用起到了无可替代的作用,但该系统应用中也存在着一个不容忽视的问题,其在杂交制种过程中,不育系在花芽分化阶段受低温影响产生微量花粉,自交结实造成杂交种子纯度下降。杂交制种过程中因不育系温敏或非恢复系花粉污染形成的不育株,不仅影响杂交种子质量,同时也限制了油菜品种杂种优势的发挥与高产的获得。李冬肖等^[4]研究表明,杂交种纯度每下降 1%,杂交油菜的产量下降 0.2%~0.4%。曾章丽等^[5]研究发现,种子纯度每降低 1%,油菜产量下降 0.5% 左右,当种子纯度为 90% 时,减产幅度在 5% 以上。在水稻、玉米等作物杂交种纯度对产量的影响程度研究上也发现,杂交种纯度与产量二者存在显著的线性关系^[6-7]。针对 Pol CMS 三系杂交油菜制种中存在的这一问题,湖南省作物研究所进行了大量的杂交制种技术研究,采取“南繁北制”技术,将杂交制种基地移至青海、甘肃等春油菜产区,成功破解了 Pol CMS 不育系低温微粉影响杂交种子纯度这一产业制约瓶颈,将 F₁ 杂种纯度质量提升到了 90%~95%

以上,远优于国家油菜杂交种种子纯度质量标准,为品种产量优势的发挥奠定了基础。现将 Pol CMS 系统品种在春油菜产区杂交制种技术要点总结如下以供参考。

1 制种基地选择与隔离条件

1.1 基地选择 制种区应地势开阔,地形平坦,交通便利,方便管理。制种地块应做到规整,集中连片,排灌方便,肥力中上。严禁选择重茬田或倒茬年限不够的田块用于制种,制种田应至少 2~3 年内未种植过油菜或其他十字花科作物。

在甘肃民乐和青海海东、贵德等地,当年供种适宜制种区域海拔 2000~2200m。当海拔升高至 2400m 以上时,油菜收获期将延迟至 9 月上旬,会影响当年对南方地区供种;海拔 3000m 以上地区,甘蓝型油菜难以正常成熟;海拔低于 2000m 以下时,花期高温与空气干燥等因素影响油菜授粉受精,部分不育系甚至出现闭蕾等现象,导致制种产量下降;海拔低于 1900m 时,对制种产量影响更大。因此,杂交制种基地的选择除考虑海拔高度外,还需结合考虑当地的气候条件、油菜花期温度、空气湿度等,以达到高质、高产、高效。

1.2 隔离条件 制种区周边具备空间隔离或自然隔离条件。空间隔离距离 1500m 以上,隔离区内可种植小麦等非十字花科作物,也可种植制种父本。

2 整地与播种

2.1 田块耕整 根据制种区灌溉条件(冬水、春水)及油菜播种方式(顶凌播种、覆膜栽培),在土壤封冻前或土壤解冻后及时耕整,使土壤达到深、细、碎、平、净,墒情适宜、上虚下实的待播状态,以利蓄水保墒。

2.2 规范播种

2.2.1 播期 春播制种播种期确定的主要考量因素是出苗期温度(冻害)及土壤墒情(灌溉条件)。据研究,在墒情适宜的条件下,油菜种子萌发最低温度约 3~4℃,播种至出苗天数(Y)与出苗期日均温(X)的关系为 $Y=74.1/(X-1.4)$ ^[8]。春油菜产区地域环境较复杂,海拔高度、气候条件不一,应综合当地气温、土壤墒情、灌溉条件、历年倒春寒发生情况等决定播种期。相对于种子萌动阶段和真叶期,油菜子叶期对低温的耐受性相对较差,因此,应结合天气预报与当地历年倒春寒发生规律,将子叶展开期

与当地晚霜频发期、低温寒潮期尽量错开,避免菜苗受冻。

播种稍晚虽然降低了油菜苗期冻害的风险,但会影响油菜种子收获时期(前期叶片相差1片,后期花期相差5d左右),且油菜花荚期易受高温影响,结实差,产量下降严重。因此,决定制种播种期需平衡考虑前期低温对菜苗的冻害与后期高温对结实影响两大因素。为保障当年供种需求,在适宜播种期内应尽早播种,以利菜苗生长发育,提高制种产量。播期过晚有可能遭遇秋季早霜危害,影响油菜成熟度,需采取一定的技术措施促其发育与成熟,如慎用氮肥,避免油菜贪青晚熟;花角期喷施0.2%的磷酸二氢钾溶液,促进籽粒灌浆成熟;父本终花后及时割除,增加母本通风透光量等。

青海顶凌播种区一般2月中下旬至3月上旬播种,此时土壤夜冻昼消,土表解冻深度3~4cm。甘肃民乐等覆膜播种区一般4月上中旬播种。同一制种区内播期尽量保持相近,以确保区域内的油菜生长发育相对一致,方便后期田间管理及除杂、收获等工作。

2.2.2 播种 非覆膜制种区采用7行小麦播种机经调节后播种油菜,每幅播种1行父本、3行母本,行比2:6,等行距播种,行距30cm;覆膜制种区采用小粒穴播机膜上播种,父母本行比2:4或2:6,等行距或宽窄行播种,宽窄行方式下,父母本间行距40cm,母本间及父本间行距20~25cm。为降低自生苗与杂草对制种的影响,推荐覆膜栽培;播种深度2~3cm;播种行向宜与油菜花期当地主要风向垂直;播种机行走时播行要直,下籽均匀;田头播种到位,不横窜,不转圈,严防父母本混杂。参照当地油菜播种密度,防止密度过大引起倒伏,根据预设密度调节播种机播种量,以播量调控密度。一般每667m²用种量为父本100g、母本200g,留苗2万株左右,其中父本0.5万~0.6万株,母本1.5万~2.0万株,肥力高、灌溉方便的田块稍稀,肥力差、灌溉困难的田块可稍密。在父本行头播种少量蚕豆、玉米、麻子等高秆作物作为标记,以利后期母本化杀控粉时不串行、不错行,以及除杂、割父本时能准确识别父本行。

3 肥水管理

3.1 水分管理 土壤墒情是影响春油菜产区播

种出苗以及菜苗生长发育的主要因素之一。一般来说,冬水田由于冬前泡水充足,春季翻耕后直接播种,土壤墒情及出苗效果均较好,不会因春季无水灌溉或等水灌溉而耽误最佳播种出苗时期,但冬水田由于受整地不平以及冬季大风、干燥等因素影响,常导致局地土壤墒情不匀,从而影响出苗的整齐度。青海的顶凌播种区一般采用灌冬水的方式。

冬泡但墒情不足的田块和春水田在播种后灌溉及时且水分充足,有利于一播全苗且出苗整齐一致,但存在着灌溉后地温下降,延迟出苗期,或播种后因无水或等水灌溉而影响出苗等问题。油菜现蕾抽薹期、花荚期等需水关键期需及时灌溉。目前,甘肃民乐等地已由政府投资修建了水肥一体化灌溉设施,对该地区农作物需水及节水工作起到了极大的支撑保障作用。

3.2 施肥 一般土壤每667m²施纯氮10~12kg、五氧化二磷5~6kg、氧化钾4~6kg。可直接使用油菜专用复合肥、氮素含量相对较高的含硫三元复合肥或氮、磷、钾单质化肥按一定配比混合肥。西北春油菜产区土壤中硼含量较高,基肥可不施硼肥,但干旱可能导致油菜对硼吸收不良而影响产量,因此推荐在油菜薹花期每667m²喷施0.1%~0.2%的硼砂水溶液40~50kg。全部肥料可作基肥一次性施入,也可将磷钾肥作为基肥一次性施入,氮肥70%作基肥,30%作薹肥施用;底肥每667m²施腐熟有机肥或土杂肥1500~2000kg,与化肥拌匀后在土壤耕整前施于土面,随土壤耕整翻入土中;薹肥结合降雨或灌溉施尿素7kg左右。

4 病虫害防治

4.1 虫害防治 春油菜产区油菜虫害以三甲(跳甲、茎象甲、露尾甲)、油菜角野螟(茴香薄翅野螟)、蚜虫、菜青虫等鳞翅目昆虫的幼虫为主,防治方法如下。

4.1.1 播前土壤处理 播种前每667m²用5%辛硫磷颗粒剂、5%毒·辛颗粒剂或3%毒死蜱颗粒剂2~3kg兑细沙土30kg,配成毒土后撒于土表,结合播前整地耙耱混入土中。

4.1.2 药剂拌种 油菜种子用噻虫嗪(锐胜)湿拌种剂拌种,晾干后播种。

4.1.3 药剂防治 跳甲 可选用辛硫磷、溴氰菊

酯或菊马等喷雾防治,喷雾时注意从田块周边到内部喷洒,避免成虫逃逸。茎象甲 在成虫产卵前(油菜抽薹前),选用锐胜可溶性粉剂、乐斯本乳油、康宽、敌敌畏乳剂、锐劲特悬浮剂等农药喷雾防治。也可在茎象甲成虫出土时(油菜抽薹前)灌水,使大量成虫被泥浆或水淹致死。露尾甲 花蕾期发现有露尾甲为害时,用敌敌畏乳油、氯氰菊酯、乐斯本等喷雾防治。油菜角野螟 播种前结合土壤耙耱和地下害虫防治,杀灭土壤中的越冬虫茧。在成虫羽化期,可在田边草丛根处投放杀虫颗粒剂或喷雾高浓度的农药毒杀成虫,降低危害。在油菜盛花期至角果形成初期(幼龄幼虫期),用噻虫嗪可湿性粉剂或康宽(氯虫苯甲酰胺)悬浮剂等,于晴天傍晚对油菜田和田间周围的杂草进行喷雾防治。其他虫害 蚜虫、菜青虫、小菜蛾、夜蛾等可在发现后用菊酯类、有机磷类、阿维菌素等药剂进行防治。小菜蛾的防治注意交替用药,以防产生抗药性。

4.2 病害防治 春油菜产区因气候干燥,病害相对较轻,主要病害有菌核病、病毒病、白锈病等。菌核病的防治可选用咪鲜胺、氟唑菌酰羟胺等药剂于油菜盛花初期进行防治。田间发现白锈病产生的“龙头”,需及时剪除并带出田外销毁。

4.3 草害防控 春油菜区制种田以阔叶杂草为主,苗后除草易导致油菜药害,故以封闭除草为主。覆膜栽培区土壤耕整完成后,用氟乐灵或仲丁灵封闭,施药后结合覆膜浅旋混土,覆膜后 5d 以上播种;非覆膜栽培区土壤耕整完成后,每 667m² 用 48% 的氟乐灵乳油 100~150mL 兑水 40kg 土表喷雾,并立即浅旋 2~5cm 混土,施药后间隔 5d 左右再播种。注意严格按照药剂使用说明要求施用除草剂,不得随意加大用药量,施药后注意间隔时间,以防药害。

4.4 三喷一防 薹花期结合病虫害防治,每 667m² 喷施 0.2% 的硼砂 +0.2% 的磷酸二氢钾 +2% 的尿素及防病治虫药混合液 40~50kg,可增角、增粒、增粒重。

5 加强父本培管

在制种操作中,父本密度可略稀于母本。在苗期加强对父本的肥水管理,促其旺长、多分枝、长花期、足花粉量,以利提高制种产量。杜绝为了片面

追求产量而随意加大行比或认为父本最终要割除,差一点、少一点无所谓的错误做法与观点,以确保制种产量与质量处于最佳平衡状态,实现效益的最大化。

6 花期调节

需要调节父母本花期的组合,按播差期父母本分期播种。本着“宁可父等母,不可母等父”的原则,以父本较母本早开花 1~2d 为最佳。为保障母本花期与父本花期完全重叠,还可将 2 行父本分 2 期播种,2 期间隔 5~7d。对于冬泡田等土壤墒情较好的田块,父母本错期播种效果明显,但对于土壤较干旱,需等播种完毕后统一灌水的田块(即所谓的“干播湿出”),土壤墒情则成为制约种子出苗的主要因素,错期播种效果并不理想,需在后期配合实施其他花期调控措施。

密切关注父母本生长发育情况,如存在花期不遇,可在始花前通过打顶方式进行调节。打顶深度视花期相差天数决定,花期相差时间越长,打顶越深,以留下来的侧枝上的花蕾大小与另一亲本相近为宜。为确保父本花期能良好地覆盖母本花期,即便父母本花期前期相遇良好,也可对父本进行隔株/隔行打顶,以延长父本整体花期。其他花期调节措施还有对发育较早亲本偏施氮肥、根边深松,以延缓其发育进程,以及采用激素类药剂进行调节等。南方冬油菜品种在春播区制种,两亲本因对外界环境的适应性表现不同,发育进程与其在南方生长可能存在差异,需经 1~2 年的试种后再确定大面积制种技术方案。

7 除杂去劣

除杂去劣是贯穿油菜制种全程的技术措施,也是确保油菜种子质量的关键技术环节。在油菜苗期,可结合除草、间苗,将不具备制种亲本典型特征特性的杂株、畸形株、病劣株去除。始花至初花阶段,组织人力逐行逐株检查,拔除父母本行中的异型株、自生苗,母本行中的可育株等。角果期根据制种母本角果的典型特征,将异型角果植株清除。在制种田始花前,组织人力对隔离区、制种区内所有除制种亲本外的其他十字花科植物全部清理干净,包括小麦等其他作物田块内自生的油菜,田间地头、排水沟边等区域生长的其他十字花科植物。重茬田块或倒茬时间不够的田块自生苗较多,需在制种亲本开花前

将自生苗全部清理干净或将全田油菜粉碎旋耕还田作绿肥。

8 辅助授粉

大面积制种可通过放蜂辅助授粉增加制种产量,但需注意控制蜜蜂数量^[9]。据冯俊等^[10]报道,长势中等的田块,0.33~0.40hm²田配置1箱强盛蜂群(1个巢箱,1个继箱,15框足蜂)。安放地点应兼顾隔离需求,置于制种区中央位置,距制种区外围500m以上,防止蜜蜂远距离飞行,采集其他十字花科植物花粉而引起串粉。放蜂一般在隔离环境清理干净、田间除杂达标、油菜初花后盛花前进行。如开花初期母本存在微粉,需待母本无微粉后再放蜂,转入的蜂群需关箱净身5d左右,让蜜蜂身上携带的非父本花粉丧失活力,蜂群于父本终花前2~3d及时转出。隔离带内不得放置蜂群,隔离区外大田油菜放蜂,需放置在距隔离区远端边缘500m以外。采用无人机辅助授粉能大幅提高授粉效率,无人机飞行高度控制在高于植株0.5m左右。

9 父本割除

在父本终花前1~2d及时割除父本并移出制种地,以防收获时父本种子混杂到杂交种内而降低种子质量,同时也有利于母本行的通风透光,降低母本后期病害的发生率,提高制种产量和种子的商品性。也可于油菜种子成熟后分别收获父母本上的种子,父本种子用于榨油,母本所结种子为杂交种子。

10 适时收获

种子收获可采取人工收获与机械联合收获两种方式。人工收获 母本75%~80%左右角果变黄时割晒,割倒的油菜有序摆放于田间,经5~7d后熟与干燥,角果能轻易碾开时脱粒。脱粒在彩条布或油布上进行,禁止在土场上直接进行,以防灰沙影响种子质量。父本与母本同期收割的,由两批人员分别进行,严防混杂。父本割倒后运出田外,拉回场上或统一堆放于非制种田内晾晒,脱粒后作为商品菜籽用于榨油。机械联合收获 当角果基本变黄,主枝下部角果枯黄时,使用油菜联合收割机(或小麦收割机改装)进行收割。机收时注意调节清选风速与风量,因春油菜产区气候干燥,油菜收获期籽粒含水量较低,风速过大易导致种子因碰撞而破损,加大

损失率。

11 晾晒与贮存

脱粒后的种子务必及时晾晒至种子含水量9%以下,晾晒时应在水泥地上先垫上彩条布,或厚晒勤翻,防止中午阳光灼伤种子,影响种子发芽率。晒干的种子经精选后封包存贮。注意种子袋内、外标签的完整性与正确性。晾晒贮存过程中,严防与其他品种种子混杂。

参考文献

- [1] 朱吉凤,张俊英,蒋美艳,江建霞,杨立勇,王伟荣,李延莉,周熙荣. 中国冬油菜育成品种产量和主要性状变化趋势. 上海农业学报, 2020,36(2): 13-18
- [2] 何平,王会,罗莉霞,付丽. 油菜品种登记现状分析. 中国种业,2021(8): 26-29
- [3] 傅廷栋,沈金雄,易斌. 杂交油菜的遗传与育种. 武汉:湖北科学技术出版社,2010
- [4] 李冬肖,王钊. F₁不育株率对油菜杂交种产量的影响. 中国油料, 1996,18(2): 9-10
- [5] 曾章丽,陈大伦,张瑞茂,李敏,汤晓华. 甘蓝型油菜隐性核不育两型系杂交种纯度与产量的关系. 贵州农业科学,2007,35(2): 34-35
- [6] 李成德. 水稻杂交种纯度对稻谷产量的影响分析. 陕西农业科学, 2007(4): 38-41
- [7] 李成德. 玉米杂交种纯度与大田玉米产量关系的研究. 作物杂志, 2004(2): 46-48
- [8] 刘后利. 实用油菜栽培学. 上海:上海科学技术出版社,1987
- [9] 侯燕,侯剑,韩宏仕,杨雪东. 杂交油菜制种中提高母本结实率的研究VI. 蜜蜂放养对制种结实率和产量的影响. 贵州农业科学,2008, 36(1): 22,26
- [10] 冯俊,孙瑞建. 蜂群在杂交油菜制种中的应用技术. 种子世界, 2003(1): 29

(收稿日期:2023-07-12)

欢迎订阅

《杂交水稻》是由国家杂交水稻工程技术研究中心和湖南杂交水稻研究中心主办的专业技术刊物,中国标准连续出版物号:ISSN 1005-3956,CN 43-1137/S。双月刊,大16开本,逢单月出版,每册定价15元,年价90元。邮局订阅:邮发代号42-297;直接向本刊编辑部订阅,需另加挂号费每个订户全年18元整。地址:(410125)湖南省长沙市芙蓉区远大二路736号;电话:0731-82872955,82873060;网址:https://zjsd.cbpt.cnki.net;E-mail:zjsdzs@163.com。