

提高马铃薯开花结实率的技术研究进展

吴静¹ 杨小华¹ 乔冰洁¹ 徐宝连¹ 王佃强²

(¹ 济宁市农业科学研究院, 山东济宁 272131; ² 山东省邹城市看庄镇农业综合服务中心, 邹城 273502)

摘要: 马铃薯开花结实率低是影响马铃薯杂交育种的重要因素。通过查阅文献, 综合分析马铃薯开花结实率低的原因, 马铃薯本身开花习性是决定因素, 另外还有遗传因素、环境因素、田间管理因素相互作用, 共同影响马铃薯的开花结实率。在分析原因的基础上, 综述了国内外专家学者在提高马铃薯开花结实率工作上采取的各种措施, 包括植物激素调节、优化杂交技术、人工诱导技术、温室杂交。这些措施在一定程度上提高了马铃薯的开花率和结实率, 但也存在着不易操作、受环境因素影响大等问题。在未来的工作中, 还是需要不断探索杂交方法, 改善杂交技术, 探究能提高马铃薯开花结实率的新技术手段。

关键词: 马铃薯; 开花率; 结实率

Advances in Research on Techniques for Improving Flowering and Seed Setting Rate of Potato

WU Jing¹, YANG Xiaohua¹, QIAO Bingjie¹, XU Baolian¹, WANG Dianqiang²

(¹ Jining Academy of Agricultural Sciences, Jining 272131, Shandong;

² Zoucheng Kanzhuang Integrated Agricultural Service Center, Zoucheng 273502, Shandong)

我国是马铃薯生产大国, 马铃薯产业在我国的农业生产中占据重要地位。自马铃薯主粮化战略实施以来, 马铃薯已成为继水稻、小麦、玉米之后我国的第四大粮食作物, 对于粮食安全而言, 马铃薯产业的可持续发展具有重要意义。然而马铃薯发展的基础是优良的品种, 尤其随着社会需求的提高, 对马铃薯品种的多元化要求越来越高, 马铃薯育种工作迫在眉睫。细胞工程和基因工程的快速发展, 在马铃薯种质资源的拓宽和改良上起到了作用, 但常规育种仍然是目前马铃薯育种的主要方法^[1-3]。常规育种的关键是杂交技术, 马铃薯是自花授粉作物, 结实率低是马铃薯杂交的关键问题。在马铃薯杂交育种工作中, 常出现亲本不开花、花朵发育不良、落花落果等现象, 致使马铃薯的杂交坐果率只有2%左右, 马铃薯的开花习性、花粉孕性、结实率等与遗传因素有关, 但受环境条件的影响更大。近年来, 国内外专

家通过植物激素的调节、栽培方法的改进、杂交技术的改变等多方面研究对马铃薯开花结实率的影响, 以期研究出提高马铃薯开花结实率的技术。通过查阅文献资料, 针对马铃薯开花结实率低的问题概述能提高马铃薯开花结实率的技术研究进展, 为马铃薯育种者提供技术参考^[4-5]。

1 马铃薯开花结实率低的原因

1.1 马铃薯开花习性 马铃薯的开花习性对其结实率有很大的影响。马铃薯的花芽由顶芽分化而成, 大部分马铃薯早熟品种开花早、花量少、花期短, 只开1层花。中晚熟品种开花晚、花序多、花期长, 第1层花开放后, 第2层和第3层花序陆续开放。不同马铃薯品种容易花期不遇, 杂交不成功。由于马铃薯的特性, 大多数品种开花后雌蕊就成熟, 雄蕊在1~2d后成熟, 而少数品种在开花时柱头与雄蕊同时成熟, 或者开花前雄蕊就成熟散粉, 这也会影响杂交结实^[6]。

1.2 亲本材料的遗传因素 马铃薯的开花习性、坐果结实率等性状因品种而异, 品种不同, 表现也不

基金项目: 山东省现代农业产业技术体系薯类创新团队项目(SDAIT-16-15)

通信作者: 徐宝连

同。马铃薯在生产中属于无性繁殖,病毒在块茎中逐年累积,病毒量越来越大,其有性繁殖机能不断退化,导致亲本材料不现蕾、花器官发育不全,开花少、落花落蕾、花粉活力弱或无活力等。

1.3 环境因素 光照 马铃薯多为长日照类型,日照时数以每天 12~14h 为宜。花蕾的分化也需要充足的光照,光照对花期短、开花少的品种影响更明显。温度 马铃薯喜冷凉的气候,既怕低温,又怕高温。马铃薯开花最适宜温度为 15~17℃,12℃时马铃薯能形成花芽,但不开花,温度高于 23℃,影响杂交,温度高于 26℃花粉死亡、活力丧失。湿度 马铃薯杂交的适宜湿度为 80%~90%,湿度低于 65%,杂交效果差,湿度低会导致花粉败育、落花落果。有的马铃薯品种即使开花,花粉是可育的,杂交后如果不能保证水分供应,处于干旱条件,结实率也会大大降低^[7-10]。种植区域 同一个马铃薯品种在不同地区栽培,开花习性表现也不一样,在一个地区表现花期长、花粉活力强,坐果率高,如果种植在另一个地区可能出现花量少、坐果率低,甚至不开花的现象。

1.4 田间管理因素 在马铃薯田间生长期,由于马铃薯亲本材料的花期不遇,不能进行有效的杂交工作。在马铃薯的开花结实期,需要补充养分,因为这个阶段是马铃薯营养生长和生殖生长竞争养分最激烈的时期,如果施肥跟不上或施肥量不足,则无法满足植株对养分的需求而造成落花、落果的现象。

2 提高马铃薯开花结实率的技术研究

2.1 植物激素调控 利用植物激素的生理作用,可以促进马铃薯开花,提高坐果率^[11-12]。李佩华等^[13]先利用不同方法对父本的花粉活力进行测定,花粉活力高于 50% 的材料适宜作父本。在母本孕蕾期用 6-BA 20mg/L+GA3 50mg/L 喷施顶部,能提高马铃薯的开花率,并延长花期,降低花柄节离层现象,从而减少落花落果,提高马铃薯的结实率,使马铃薯最高结实率达到 71.57%。吴巧玉等^[14]的研究表明用 50mg/L 的 GA3 处理马铃薯不同品种,不现蕾或开花性弱的材料能开花,开花率达到 50%;而且 GA3 能使开花性强的材料提前开花。白小娟等^[15]研究表明杂交后第 3 天喷 10mg/L 的 2,4-D 能提高临薯 17 号的杂交结实率。国际马铃薯中心研究指出:在花序刚肉眼可见时,将 20mg/L 激动素和 50mg/L 的 GA3 混合液喷洒植株顶部,能增加马铃薯开花数

量和花粉量,而且花粉萌发率也显著提高^[16]。王虹^[17]研究 7 种植物生长调节剂对马铃薯坐果的作用,在促进马铃薯坐果方面均有效果,复硝酚钠对促进马铃薯实生果的坐果效果最好,对氯苯氧乙酸和 1-萘乙酸、GA3 效果也不错,6-糠氨基嘌呤(激动素)和 6-BA 虽然效果也显著,但与上面 4 种相比效果较差,氯吡苯脲效果最差。1-萘乙酸和复硝酚钠的适宜浓度均为 600~800mg/L,对氯苯氧乙酸适宜浓度为 100mg/L,GA3 适宜浓度为 60~100mg/L,氯吡苯脲适宜浓度为 60~80mg/L,6-BA 适宜浓度为 60mg/L,6-糠氨基嘌呤(激动素)适宜浓度为 40~80mg/L。

2.2 优化杂交技术

2.2.1 优选亲本 选择性状优良、不带病毒、无退化的亲本材料,有条件的选择脱毒马铃薯品种作为杂交亲本。选择天然结实率高的材料作为母本;选择花粉量大且活力强的材料作父本;同时做好亲本花期的选择。

对于植物而言,营养生长和生殖生长本身就是一对矛盾体,两者存在竞争的关系,要提高马铃薯的开花结实率,就要调节马铃薯的生殖生长,因此在技术措施上要抑制营养生长,促进生殖生长^[18-19]。

2.2.2 优化授粉方法 首先选择成熟的父母本,父本花粉活力强,花粉量足,母本柱头要成熟,成熟的柱头为浅绿色,分泌黏性液体;其次授粉时间要把握好,适宜的授粉温度是 18~23℃,最佳空气湿度为 80%~90%,阴天全天可进行授粉,晴天在早上或傍晚进行;最后需要进行重复授粉、多次授粉。王琳等^[20]为解决马铃薯杂交结实率低的问题,改善配套设施条件,选择优良亲本,根据亲本的开花习性合理安排播种期,运用科学方法进行花粉的收集和保存,根据育种目标,精确配制组合,授粉采用重复授粉等使马铃薯结实率提高到 60%。重复授粉的时间间隔最好控制在 8~12h 之间。魏明等^[21]研究表明,重复 3 次授粉,马铃薯结果率达到 91.3%。

马恢等^[22]在研究中表明父本花粉活性最好的时期分为 3 个时期:花药顶端 1/5 开裂、3/5 开裂和全部开裂。开花前 24h 至花冠开放后 48h 之间是母本柱头适宜授粉时期。凡是在 17:00~18:00 授粉的结实率一致表现良好,而上午授粉的结实率表现较差。

2.2.3 加强授粉期的管理 马铃薯杂交授粉期也是地下部块茎的膨大期,存在地上部和地下部营养竞争,因此在此时期要加强肥水管理,施足肥料,保证植株对养分的需求。小水勤浇,保证空气湿度。或者采取去掉匍匐茎和块茎的方法减少营养物质向块茎的输送,促进地上部植株开花结果。田间管理工作也要做好。陈晨等^[23]研究表明马铃薯花芽分化越早,块茎开始形成就越早,营养物质向块茎积累的时间越长,马铃薯产量就越高。因此在马铃薯花期要注重施肥,注意氮磷钾肥和有机肥的合理配施。

马铃薯植株进行剪枝打叉时每个马铃薯母本植株留3~4个花序进行杂交,选定杂交的花朵后,把花序上其余的花朵去掉,杂交后将母本上除杂交枝外的侧枝全部剪去,可以集中营养进行生殖生长^[24]。

2.2.4 保果 马铃薯杂交授粉后,即使果实膨大、结实良好,也存在落果的现象,因此保果也是重要的一个环节。杂交后,采用茎部环状剥皮、轻微折茎、刨土取薯以及花柄离层处涂抹 α -萘乙酸钠羊毛脂等方法都有保果作用。羊毛脂用 α -萘乙酸钠化开,在做过杂交的母本花柄节处环涂一圈。潘晓春^[24]研究表明用2,4-D 5mg/L涂过以后再涂羊毛脂,杂交结实率更高;授粉后,用0.2%萘乙酸钠羊毛脂涂抹花柄节处,可以抑制花柄节离层产生,从而起到防止落果的作用。需要注意的是不可涂抹过多,以防假果的产生。

2.3 人工诱导的方法

2.3.1 封雄法 此法是利用植物油处理杂交母本的雄蕊。用带细长嘴的小塑料瓶盛少许植物油,在马铃薯母本花冠刚开放但粉囊顶孔尚未破裂时,把植物油涂抹在花药的顶端,并使植物油渗入花药内粘住花粉,避免花药开裂时花粉掉到柱头上进行自交授粉;采用封雄法进行杂交授粉,杂交结实率比去雄法可提高1~2倍。

2.3.2 砖块法 荷兰在马铃薯育种上广泛应用砖块法,即将马铃薯种薯播于摆到营养钵中带孔的砖块上,用基质或蛭石覆盖种薯,种薯发芽后,根系通过砖块上的孔吸收土中的养分和水分。根据根系的生长情况,分次把覆盖物拨去,最后根系完全外露,便于观察,及时去除匍匐茎和块茎,这样在保证正常营养吸收的同时不损伤根系,使营养集中输送给生殖生长,促进开花结实^[25]。

2.3.3 人工加倍技术 张丽娟^[26]通过染色体加倍,探索提高马铃薯结实率的可能性。采用0.3%的秋水仙素处理野生马铃薯幼苗,达到染色体加倍的目的。结果显示,经过加倍处理的杂交组合收获的浆果种子数多于不经加倍处理的,说明通过人工多倍体对提高马铃薯结实率是有效的。

2.3.4 嫁接法 用番茄作砧木,马铃薯作接穗。番茄不会产生匍匐茎和块茎,不存在养分竞争,养分集中供给作为接穗的马铃薯,可以减少因养分不足而造成的落花、落蕾。苏云^[27]以二倍体野生种材料为砧木,栽培品种为接穗,以获得的嫁接株为母本、砧木野生种为父本进行杂交,结果表明嫁接法可以提高坐果率和单果结实率。

2.3.5 离体杂交法 选择刚开放的母本花序,将花序下方0.4m处剪下,插入盛水的瓶中置于温室内。保持白天温度20~22℃,夜间温度15~16℃。杂交时,每个花序保留2~3朵花蕾,进行去雄授粉。离体杂交法易于控制室内的温度和湿度,为马铃薯杂交结实创造良好的环境条件,比一般田间杂交结实率提高5~10倍^[1,7]。离体杂交法虽然可以控制环境条件,但在马铃薯浆果发育期间,茎的末端腐烂快,从而堵塞维管束组织,对种子的成熟不利。

2.3.6 气雾栽培法 此法属于营养液栽培法,适用于马铃薯脱毒试管苗,试管苗炼苗后固定于支持物上,根据马铃薯生长的不同时期对养分的需求配制营养液,向根部喷施营养液。气雾栽培法比传统的栽培方式更有优势,首先选用的是马铃薯脱毒苗;其次使用的营养液能满足马铃薯各个时期对养分的需求,更能保证马铃薯浆果和种子的生长;再者,气雾栽培法控制在温室内,小范围的气候能够调控。适时根据根部发育的情况,及时摘除膨大的块茎,使更多的养分促进生殖生长,提高开花数量和坐果率。对待杂交的父母本在出苗后进行根部灌水,尤其是杂交后再灌根,能提高结实率。

2.3.7 套麦秆法 麦秆剪成2cm左右长度,将其套在已授粉的雌蕊上隔离花粉,这样可以免去雄,减少对母本花朵的伤害,从而提高杂交结实。对杂交的花序挂牌,写上父母本和日期,杂交成功后待杂交浆果长到1cm左右就可以进行套袋操作,用网袋套上杂交果,可避免自然掉落^[28]。

2.4 温室杂交 利用温室内环境可控的优势,在温

室内进行杂交授粉,从而提高马铃薯的开花坐果率。温室内需要密切关注蚜虫,及时预防、科学防治。姚琪^[29]研究设施温室环境对马铃薯杂交结实的影响,结果表明,人工授粉的温度控制在18~23℃之间,授粉后4h内温度保持在20~30℃之间,早大白×新大坪组合的坐果率达到39.2%;人工授粉的湿度控制在75%~90%之间,授粉后4h内保持湿度在70%~85%之间,早大白×新大坪组合的坐果率达到47.1%;在土壤含水量为田间持水量70%~90%时,母本柱头的可授性最强。何二良等^[30]在网室内对4个组合进行杂交,有3个组合的杂交结实率高达69.7%,结果表明在网室内高湿度条件下,马铃薯杂交可获得更多的浆果。

3 小结

影响马铃薯开花结实率的因素很多,包括马铃薯品种特性、环境条件、田间管理等多方面。要提高马铃薯的开花结实率就要全面考虑,统筹安排,从亲本的选择、杂交技术的优化、田间管理的加强,结合植物调节激素的应用和人工诱导等多方面提高马铃薯的开花结实率^[31-33]。

随着社会需求的增加,马铃薯品种的更新较快,消费者的需求也在变化。育种者要以市场需求为目标,注重优良材料的保存,利用好一些马铃薯野生种特性,进行马铃薯杂交育种,我们需要不断探索新的杂交方法,改良更新杂交技术,从而提高马铃薯杂交结实率^[33]。马铃薯结实率是杂交育种成败的关键,而杂交育种在马铃薯育种中是最基本的方法,马铃薯育种过程中可以通过技术方法的改进来提高杂交效果,从而培育出高产、优质、抗病的新品种^[34-35]。

参考文献

- [1] 徐建飞,金黎平. 马铃薯遗传育种研究现状与展望. 中国农业科学, 2017, 50 (60): 990-1015
- [2] 蒙蕊学,刘晓云,马强,甄继雄. 马铃薯杂交育种技术初探. 内蒙古农业科技, 2009 (4): 38-39
- [3] 李启立,蒋慧琳. 我国马铃薯杂交实生籽育种技术研究进展. 农技服务, 2011, 28 (2): 144-145, 152
- [4] 王绍林. 马铃薯杂交实生籽制种技术研究. 中国马铃薯, 2007, 21 (1): 46-48
- [5] 王艺. 马铃薯杂交组合实生薯留种试验. 中国马铃薯, 2005, 19 (3): 148-152
- [6] 张艳萍. 影响马铃薯杂交结实率的原因及应对措施. 现代农业科技, 2008 (11): 100-103
- [7] 田兴亚,秦昕,李冬梅,刘鑫磊,宋晓惠. 提高马铃薯杂交成功率的技术研究 // 中国作物学会马铃薯专业委员会. 中国作物学会马铃薯专业委员会 2002 年年会论文集, 哈尔滨: 中国作物学会马铃薯专业委员会, 2002
- [8] 柯剑鸿,焦大春,周见,杨波华. 马铃薯有性杂交结实研究. 种子, 2017, 36 (12): 64-66
- [9] 师理,纳添仓,阮建平. 马铃薯杂交结实率低的原因及对策. 青海农林科技, 2004 (1): 26-27
- [10] 王淑菊,秦昕,石瑛. 马铃薯开花和杂交坐果的理论以及气雾栽培法促进开花坐果的可行性. 中国马铃薯, 2002, 16 (2): 113-115
- [11] 项洪涛,冯江,郑殿峰,王立志,洛育,王彤彤,赵宏亮,李璇,杨纯杰. 植物生长调节剂对马铃薯产量和品质的调控研究进展. 中国农学通报, 2018, 34 (15): 15-19
- [12] 谢婉. 提高西藏马铃薯杂交结实率的技术措施探讨. 西藏农业科技, 2016, 38 (4): 26-28
- [13] 李佩华,杨亚辉,彭正松. GA 和 BA 激素调控对马铃薯杂交结实的影响. 西南农业学报, 2020, 33 (5): 947-951
- [14] 吴巧玉,何天久,夏锦慧. 赤霉素对马铃薯生长及开花的影响. 广西农业科学, 2014 (3): 20-22
- [15] 白小娟,任佐录,朱琳花. 提高马铃薯品种临薯 17 号杂交结实率的方法研究. 安徽农业科学, 2016, 44 (19): 15-17
- [16] 徐成勇. 四川省马铃薯杂交育种的障碍及解决途径. 中国园艺文摘, 2013 (1): 35-38
- [17] 王志虹. 植物生长调节剂对马铃薯坐果与膨果的作用. 晋中: 山西农业大学, 2018
- [18] 牟文平,罗仁革,方军,徐志勇. 川北山区马铃薯开花与产量研究. 中国农学通报, 2014, 30 (24): 270-276
- [19] 张小川,王效瑜,吴林科,王收良,余帮强,张国辉. 提高马铃薯杂交结实率的技术措施探讨. 科技视界, 2014 (29): 336
- [20] 王琳,王效瑜. 马铃薯有性杂交结实率提高技术. 现代农业科技, 2015 (15): 93
- [21] 魏明,朱维贤,刘卫民,邹万君,张丽芳,蒋瑜,汪忠明. 云南高原马铃薯杂交实生种子制种技术研究. 西南农业学报, 2010, 6 (23): 1818-1823
- [22] 马恢,郭振国,温利军,高永龙. 生态因子对马铃薯杂交结实的影响及杂交技术的研究. 马铃薯杂志, 1999, 13 (2): 81-82
- [23] 陈晨,张永成,田丰,张凤军,韦梅琴. 施肥对马铃薯花芽分化进程及其相关生理指标的影响. 中国农学通报, 2014, 30 (6): 113-118
- [24] 潘晓春. 提高定西市马铃薯育种杂交结实率的途径. 中国马铃薯, 2007, 21 (5): 300-301
- [25] 罗磊,李亚杰,李德明,姚彦红,王娟,马瑞,李丰先. 北方干旱地区提高马铃薯杂交结实率的有效措施. 中国种业, 2019 (4): 78-80
- [26] 张丽娟. 利用人工加倍技术提高马铃薯种间杂交结实率初探. 中国马铃薯, 2003, 17 (1): 24-25
- [27] 苏云. 异源嫁接对马铃薯种间杂交亲和性的影响及其胚发育动态研究. 张家口: 河北北方学院, 2020
- [28] 李先平,包丽仙. 马铃薯杂交技术规程及影响因素分析. 农业科技

“十三五”期间内蒙古现代农作物种业发展研究

张 蕾

(内蒙古师范大学经济管理学院,呼和浩特 010022)

摘要:农作物种业事关国家粮食安全,对推动农业现代化意义重大。“十三五”期间,内蒙古自治区全面实施种业振兴行动,现代农作物种业发展取得了显著进步。在实现“种业科技自立自强、种源自主可控”总目标,推动内蒙古自治区农作物种业高质量发展的过程中,内蒙古农作物种业尚存在种质资源保护和利用不足、科技创新实力有待提升、种子企业产业化发展能力较弱、种业市场监管体系有待健全等突出问题。在国家实施民族种业振兴,大力推动现代种业发展的契机下,内蒙古自治区要增强种质资源保存能力,打牢种质资源基础;深化产学研用融合发展,提升种业创新能力;引导企业产业化经营模式变革,培育种业龙头企业;强化知识产权保护,优化种业发展市场环境。

关键词:粮食安全;种质资源;育繁推一体化;知识产权保护

Research on the Development of Modern Crop Seed Industry in Inner Mongolia during the 13th Five-year Plan

ZHANG Lei

(School of Economics and Management, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022)

国以农为本,农以种为先。作为国家战略性基础产业,种业对促进农业稳定发展,保障国家粮食安全意义重大。党的十八大以来,我国种业发展取得了显著成效。目前,农作物良种覆盖率达96%以上,自主选育品种面积占比超过95%^[1]。水稻、小麦两大口粮作物品种已实现完全自给,水稻和棉花商业化育种技术达到国际前沿水平,良种对粮食增产贡献率已超过45%^[2]。整体而言,我国种业处于安

全状态,但消费者对于食物的需求与粮食供给总量不充分、结构不均衡之间的矛盾依然存在^[3]。人多地少的农业资源状况决定了我国粮食增产将主要依靠科技进步促进单产提升,这其中高品质的良种成为保障农业生产“提质增效”的关键^[4]。放眼全球,现代生物育种技术已成为全世界作物育种的最新主流,国际种业巨头同时采用了现代信息技术和智能技术开展数字育种。与之相比,我国在现代生物育种关键技术突破领域总体处于不利竞争地位^[5]。全面实施种业振兴行动方案,打好种业“翻身仗”,促进现代种业高质量发展,成为农业生产亟待解决的

基金项目:内蒙古社会科学基金2022年度项目(2022AY17);内蒙古师范大学基本科研业务费专项资金资助(2022JBQN060)

通讯,2009(4):119-121

[29] 姚琪. 设施温室环境对马铃薯杂交结实的影响. 延吉:延边大学, 2021

[30] 何二良,郭天顺,王廷杰. 网室内马铃薯杂交组合结实率试验及评价. 农业科技通讯,2010(7):59-62

[31] 高扬. 关于马铃薯种子培育技术的研究. 种子科技,2022(14):30-33

[32] 王志文. 马铃薯育种现状及改良策略. 种子科技,2019(18):

151-152

[33] 王丹,张志成,林团荣,于卓. 马铃薯杂交育种技术研究. 种子, 2021,40(4):139-141

[34] 张圆,方玉川,汪奎,马文伟. 陕西省马铃薯育种现状及发展意见. 南方农业,2020,14(19):57-59

[35] 徐成勇,刘彬,何友国,张荣,刘民英,曾智,潘涛. 凉山州马铃薯杂交育种的障碍及解决途径. 中国马铃薯,2005,19(5):44-47

(收稿日期:2023-05-22)