

刘凌云,包丽仙,卢丽丽,等. 马铃薯脱毒原原种基质栽培研究概况[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):89-91.

马铃薯脱毒原原种基质栽培研究概况

刘凌云,包丽仙,卢丽丽,普红梅,王 颖,杨琼芬

(云南省农业科学院经济作物研究所/云南省马铃薯工程技术研究中心,云南昆明 650205)

摘要:综述了基质筛选、移栽密度、营养配比以及生长调节剂使用 4 个方面对基质栽培生产马铃薯脱毒原原种的影响及所取得的研究结果。基质栽培中,基质选择要因地制宜,本着低成本、高效益的原则;移栽密度需与营养配比相结合,以保证植株光合作用,提高结薯粒数;生长调节剂的使用上,需注意基质残留等问题对原原种生产造成影响。未来研究要注意各因素之间的相互影响、相互作用机理,特别是其植物生理和分子生物学原理,以提高基质栽培生产马铃薯脱毒原原种的能力。

关键词:马铃薯;脱毒原原种;基质栽培

中图分类号: S532.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0089-03

马铃薯是世界第四大粮食作物。中国作为马铃薯生产的第一大国,马铃薯栽培正成为种植结构调整和增加农民收入的一项重要战略选择^[1]。传统生产中利用马铃薯块茎进行无性繁殖的方法,由于病毒侵染和植株衰老等因素,会造成种薯的退化,失去利用价值。因此,利用脱毒技术生产合格脱毒种薯,是保证马铃薯生产稳定高效的基础,而在脱毒种薯生产技术体系中,脱毒原原种生产是最为重要的核心环节。

马铃薯原原种是采用茎尖剥离培养所获得的脱毒试管苗进行生产,主要方式有基质栽培和气雾法栽培。其中,基质栽培与马铃薯生物工程技术结合紧密,将脱毒试管苗或扦插苗

定植于网室内的基质中,可以不受季节限制,光、温、水、肥均可实现人工调控,因此应用最为广泛。原原种的基质栽培试验研究比较多,主要集中于基质筛选、栽培密度以及营养调节等方面。

1 原原种栽培基质筛选

基质能起到固定和支持植株、为植株根系提供稳定协调的水、气、肥环境的作用^[2]。马铃薯原原种生产对基质的要求主要是疏松性和透气性,基质间的物理特性的差异对原原种的移栽和生产都有一定的影响。常见的基质主要是以蛭石或者蛭石添加草炭为主^[3]。研究显示,蛭石和草炭比例为 1:1 时,马铃薯单株结薯量为 1.7 个^[4]。蛭石珍珠岩混合的配比也较常见,董淑英等研究显示,蛭石与珍珠岩比例为 1:1 时,单株结薯数可达 2.1 个,大于 1 g 的有效结薯数为 426.2 个/m²,产量达 1 372.2 g/m²^[5]。蛭石、珍珠岩属于透气孔隙较大的基质,容易混合均匀,保水保肥性好,草炭透气性稍逊于以上 2 种,但有机质含量较高,因此这几种类型的基质配比都有益于原原种的结薯。在规模化的工厂生产中,出于经济成本以及环保价值的考虑,也有使用其他类型材料作

收稿日期:2013-04-17

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAD06B00);云南省科技计划(编号:2011AB015);云南省马铃薯工程技术研究中心项目(编号:2011DH018);云南省马铃薯育种及种薯繁育技术创新团队项目(编号:2011CH133)。

作者简介:刘凌云(1985—),女,贵州毕节人,硕士,研究实习员,主要从事马铃薯脱毒原原种生产研究。E-mail:lingyun600@163.com。通信作者:杨琼芬,硕士,研究员,研究方向为马铃薯脱毒种薯繁育技术研究。E-mail:yqiongfen@yahoo.com.cn。

试验发现棉花再生幼苗移栽成活率与其大小和健壮程度关系密切,苗高超过 6 cm、根系发达的幼苗,移栽容易成活。苗高超过 6 cm 的幼苗茎部木质化程度较高,在移栽的高湿环境中不易腐坏,移栽也较易成活。2 个试验品系 03298 和 WC 的体细胞胚胎发生再生植株能力较强,再生幼苗植株在无激素培养基中培养即可产生健壮根系,也有利于移栽。张小明等也发现棉花再生幼苗移栽成功的关键在于幼苗具有健壮的根系^[2]。另外,棉花再生幼苗移栽后的培养环境对幼苗成活也极为关键。我们建议将移栽的棉花再生幼苗置于室内培养室培养,维持在 25~30℃ 相对稳定的温度范围内,这样不仅移栽成活率高,而且幼苗生长快、生长健壮。

参考文献:

[1]郭余龙,李名扬,裴 炎,等. 陆地棉体胚发生及再生植株移栽

[J]. 西南农业大学学报,1999,21(6):514-517.

[2]张小明,孙济中,刘金兰,等. 陆地棉体细胞植株再生及其移栽技术研究[J]. 作物学报,1994,20(2):210-216+259.

[3]王清连,张宝红,刘 方. 棉花再生植株移栽方法的研究[J]. 河南职技师院学报:综合版,1999,27(1):4-6.

[4]李燕娥,焦改丽,吴 霞,等. 转基因再生棉苗移植法探讨[J]. 中国棉花,1999(7):22.

[5]陈天子,吴慎杰,李飞飞,等. 新疆棉花 4 个主栽品种的体细胞胚胎发生及植株再生[J]. 作物学报,2008,34(8):1374-1380.

[6]Zhang B L, Yang Y W, Chen T Z, et al. Island cotton *Gbvel* gene encoding a receptor-like protein confers resistance to both defoliating and non-defoliating isolates of *Verticillium dahliae*[J]. PLoS One, 2012, 7(12):e51091.

[7]王 伟,陈宛新,朱 祯,等. 转基因棉花高效定植方法的研究[J]. 植物学报,1999,41(10):1072-1075.

为基质的报道。固体废弃物如粗砂、牛粪、糠醛渣、木屑、菌菇渣、松针土等均可在实际生产中运用。甘肃张掖等地将糠醛渣、锯末、菇渣以及牛粪按比例混合制成混合基质使用,其单株结薯数、单株重分别为 2.63 粒/株、21.57 g/株,比对照传统蛭石栽培分别提高 0.47 粒/株和 8.15 g/株,而投资效率较蛭石栽培增加了 16.62 元/m²^[6]。湖南农业大学的研究也显示,使用炭化谷壳、珍珠岩、菌渣、椰子毛与细河沙,混合比例为 1:1:1:1:1 时,扦插苗 100% 成活,块茎重也可达 38.97 g/株。

基质筛选研究还包含着其理化性质的分析测定。基质的孔隙度、保水性、阳离子交换量、可溶性盐总量及 pH 值对无土栽培的结果都会有一定影响^[7]。费乌瑞它、夏波蒂 2 个材料脱毒苗的最适宜结薯的栽培基质 pH 值为 6,在 pH 值为 5~6.5 之间差异不显著^[8]。由此表明马铃薯基质栽培以弱酸性条件最为适宜,此酸碱度区间下马铃薯植株叶片生理代谢协调,叶绿素及酶活性最高,结薯数量也相对较高。另有报道采用双基质栽培,即在苗床底部铺营养土,其上覆盖基质的方法,既可以提高基质的营养供给,也兼具了保水透气性,在原原种薯产量上具有比较明显的优势^[9]。

2 原原种移栽密度

原原种是以繁殖系数来说明生产能力的,提高种薯利用率的要求是单位面积上结薯数量多而体积均匀。因此,种植密度不仅是提高原原种扩繁系数的首要原因,也是决定其产量高低的一个重要因素。有研究表明,在一定范围内,随着种植密度的增大,产量也随之增加^[10]。种植密度的大小与选择是否采取扦插有关,不同的品种试验差异性也比较显著。在直接移栽脱毒苗的生产中,于滨的研究表明,克新 18 号原原种的最佳栽培密度是行株距为 66 cm×17 cm,此密度下结薯数为 6.77 粒/株,可获得较多的群体产量^[11]。

茎段扦插试验中,鄂薯 5 号的最佳种植密度在 9 万~10 万株/hm² 之间。李勇等研究表明,适合荷兰 15 号、尤金的扦插密度为 400 株/m²,而克新 13 号为 286 株/m²。随着扦插密度的增加,单位面积的结薯数量表现为先增多后减少,且扦插密度与单株结薯数成反比关系^[12]。鲍菊的试验显示,以提高结薯粒数为指标,需将扦插密度与培土次数相结合。以 5 cm×5 cm 的扦插密度为例,需要结合 4 次基质培土措施,产量可达 640.67 粒/m²^[13]。因此在实际生产中,找到满足扦插苗使用量与单株结薯数关联的合适数值点,不仅决定单位面积原原种结薯数量达到最大,而且决定生产用苗量的多少,影响生产成本和人工效率等实际问题。

在脱毒原原种生产中,栽培密度对马铃薯植株成活率、叶片光合作用有着重要的影响,最终会在原原种的结薯产量(单株结薯数和单块薯重)中体现出来。

3 原原种栽培基质的营养配比

植物生长发育离不开营养元素,植物生长发育的各因素是通过调节内源激素来实现的,内源激素的表达与营养调节管理有着密切的关系。在马铃薯生产中,营养元素的供应对植株养分吸收利用以及块茎产量都具有显著关系。营养水平的研究在脱毒原原种基质栽培研究中比较普遍,尤其集中于气

雾栽培。在基质栽培中,由于基质本身有机质含量很少甚至不具备营养,原原种生长所需的营养元素就几乎全部来自营养液和肥料的施用。2001 年中国农业科学院蔬菜花卉研究所就马铃薯原原种温室生产研制了专用营养液配方,即 IVF 营养液,其氮、磷、钾比例为 N:P₂O₅:K₂O=1:0.42:1.63^[14]。而袁安明认为 N:P₂O₅:K₂O=1:0.57:1.22 对马铃薯扦插苗的营养生长具有积极作用,并且可提高微型薯产量^[15]。

营养元素配比和栽培密度有紧密关系。肖桂云等研究表明,氮、磷、钾肥施用量随种植密度呈曲线相关趋势^[16]。李承永研究表明,原原种对氮、磷、钾的吸收速率从幼苗期到块茎膨大期均逐渐上升^[17]。成都农林科学院桑有顺以中薯 2 号微型薯为材料进行的营养液配比试验显示,以烟草复合肥为基础,添加尿素的营养液配方用于马铃薯苗期,氮肥的增加有助于马铃薯植株前期发苗早,而结薯期则采用控氮方式,增施 KH₂PO₄,磷、钾肥含量的增加有利于原原种块茎的膨大^[18]。肖旭峰等认为,氮、磷、钾肥对产量存在正向互作,多元回归分析后得出最佳优化组合施肥方案为 N 274.23 mg/L、P₂O₅ 59.94 mg/L、K₂O 603.46 mg/L^[19]。其中氮素营养与产量有密切关系。有研究证明,单位叶面积的含氮量与叶片光合作用成线性关系,为达到理想的结薯产量,氮素营养的研究显得更为突出。吴红玉等对早熟品种的研究显示,纯氮施肥量在 105 kg/hm² 时,基肥与追肥的比例为 5:2 有利于植株结薯,结薯率平均为 1.2~1.4 粒/株;基肥:追肥=2:1 时,单粒重达到最高值^[20]。该研究揭示了在基质栽培中不仅要充分注意氮肥作为基肥的提苗效果,也要重视后期追肥对微型薯数量调控的意义。

除大量元素外,目前微量元素在脱毒原原种生产上的报道比较少见。仅有张武研究锌对微型薯生产的影响^[21],以及郭景山等在试验中运用多元微肥配方的^[22]报道。

4 原原种栽培中生长调节剂的使用

在防虫温室生产原原种,由于移栽或扦插的密度较高,植株徒长的情况很容易发生,这样会造成结薯少甚至不结薯,影响原原种的产量。因此对马铃薯植株生长需要进行适当的调节控制。生长调节剂在脱毒试管苗生产中运用得十分广泛,GA₃、B₉、IBA、NAA、6-BA、多效唑、泛酸钙、烯效唑、水杨酸、香豆素等激素在微型薯试管苗的培养和壮苗应用中有着很多报道^[23~28]。相比之下,大棚原原种生产中应用到的生长调节剂种类较少,多见于多效唑的使用报道。一般认为,多效唑抑制植物体内赤霉素和生长素,加速脱落酸和乙烯合成,抑制植物纵向生长而促进横向生长及分蘖,在调控马铃薯植株营养生长过剩方面效果较好。张绍荣的研究显示,多效唑处理较对照表现为植株增高缓慢、叶片加厚、叶色变深等特性,喷药 15 d 后株高、茎粗等指标显著高于对照。该研究还表明,多效唑处理浓度为 100~250 mg/L 时,结薯数能够随着多效唑处理浓度增加而增加。实际生产中该浓度可以作为控制马铃薯原原种植株徒长的多效唑有效使用浓度^[29]。白金达在不同栽培密度、不同 KH₂PO₄ 及多效唑使用浓度的正交试验中表明,多效唑溶液喷施后马铃薯植株株高显著小于对照,且小于 3 g 的种薯所占比例少于对照^[30]。除多效唑外,甲哌噻、B₉ 等也可起到对原原种营养生长调控作用。张小红的试验对比

了 3 种生长调节剂的调控作用,认为施用 85% 的 B9 可溶性粉剂 3 000 mg/kg,喷施 3 次效果明显,而甲哌噻喷施较易引起叶片变黄衰老^[31]。赤霉素在调节马铃薯植株生长方面的效果与以上几种激素相比,主要表现在促进扦插生根以及延长马铃薯植株生长期方面^[32]。王廷杰认为,以“费乌瑞它”为材料,喷施 100 mg/L 赤霉素较喷清水对照增产 53.8%^[32]。

5 小结

综上所述,利用基质栽培生产马铃薯脱毒原原种,对提高植株结薯数量起到决定作用的因素是多方面的,这与基质选择、移栽密度大小、基质营养液配比、生长激素的施用情况密切相关。好的基质组成,除需具备能够有效增产、同时材料易于获得的特点外,还应考虑绿色无公害的效应。移栽密度对结薯粒数有一定的影响,一定范围内扦插密度的增高,结薯数相应增高,但密度的选择应结合其他因素,尤其与基质中营养元素施用紧密有关。实际生产中,组培苗的直接移栽已经慢慢被剪尖扦插所取代,在扦插密度不断增加的趋势下,更应注意到密度必须与适当的施肥相配合,注意营养和叶面积的调控,充分保证植株的光合作用,以达到增加结薯粒数、提高繁殖系数的目的。基质栽培马铃薯原原种需肥规律与大田栽培有着同一性,可以参考马铃薯一般需肥规律进行营养液的配制。在当前气雾法生产已经逐步完善的基础上,更加可以利用气雾法对肥料调控和营养液配制的成果,对传统的基质生产进行完善。在生长调节剂的使用上,除了与植株农艺性状、产量结合分析,也要就基质残留的激素对后茬原原种生产、种薯繁育体系的影响进行监测和研究,保证其对后茬原原种种薯生产没有不良影响。

今后的研究中,除了以农艺性状、产量性状等直观特征进行试验分析之外,更应注重分析基质栽培中各个单一因素之间的相互作用原理、相互影响及表现,特别是从植物生理学和分子生物学基础上,揭示原原种结薯和高产的本质。随着研究的日益深入,脱毒种薯繁育将在马铃薯生产中显示出更大的应用价值。

参考文献:

- [1] Huang J, Rozelle S, Pray C, et al. Plant biotechnology in China[J]. Science, 2002, 295: 674 – 677.
- [2] 刘伟, 余宏军, 蒋卫杰. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 4 – 7.
- [3] 孙慧生, 杨元军, 王培伦, 等. 脱毒微型薯快速利用与生产的模式、效果和问题[M]//陈伊里, 屈冬玉. 高新技术与马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002: 131 – 136.
- [4] 卜春松, 金黎平, 谢开云, 等. 不同基质对马铃薯微型高效生产的影响[J]. 种子, 2003(5): 103 – 105.
- [5] 董淑英, 崔潇, 李瑾, 等. 基质类型对脱毒马铃薯微型薯生产的影响[J]. 山东农业科学, 2008(9): 35 – 36.
- [6] 裴晖平, 王多成, 盛萍, 等. 不同废弃物混合基质对脱毒马铃薯原原种生长发育和经济效益的影响[J]. 长江蔬菜, 2010(20): 66 – 69.
- [7] 程斐, 孙朝晖, 赵玉国, 等. 芦苇末有机栽培基质的基本理化性能分析[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(3): 19 – 22.
- [8] 李丹, 王丽, 刘玉汇, 等. 基质酸度对马铃薯植株生理特性及

- 微型薯结薯能力的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 35(5): 51 – 55.
- [9] 胡振兴, 李薇, 张玲, 等. 脱毒马铃薯试管苗栽培基质的优化比较试验[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(4): 219 – 220.
- [10] 吴永秀, 陈荣华. 脱毒马铃薯最佳种植密度探索[J]. 耕作与栽培, 2007(2): 17, 53.
- [11] 于滨, 马力. 马铃薯克新 18 号原原种不同栽培密度对产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(2): 101 – 102.
- [12] 李勇, 高云飞, 刘伟婷, 等. 马铃薯脱毒试管苗在不同扦插密度条件下的产量性状和经济参数的分析[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(3): 133 – 138.
- [13] 鲍菊, 赵佐敏, 冷云星, 等. 马铃薯试管苗扦插密度及培土次数对大棚温室微型薯数量的影响[J]. 耕作与栽培, 2008(4): 29 – 30.
- [14] 连勇. 马铃薯脱毒种薯生产技术[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 59.
- [15] 袁安明, 张小静. 氮磷钾配比对马铃薯脱毒微型薯生长和产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2012, 26(4): 225 – 227.
- [16] 肖桂云, 王荣芳, 赵庆洪, 等. 不同种植密度及氮磷钾施用量对马铃薯产量的影响[J]. 现代农业科技, 2008(2): 18 – 20.
- [17] Li C Y, 李承永, 毕德春. 不同世代脱毒马铃薯氮磷钾吸收规律的研究[J]. 山东农业科学, 2007(1): 72 – 74.
- [18] 桑有顺, 冯焱, 于莉娟, 等. 不同扦插密度与施肥模式对马铃薯微型薯产量的影响[J]. 西南农业学报, 2009, 22(5): 1374 – 1376.
- [19] 肖旭峰, 刘明月, 周庆红, 等. 氮磷钾肥施与马铃薯微型薯产量的相关性[J]. 西北农业学报, 2012, 21(09): 69 – 73.
- [20] 吴玉红, 郝兴顺, 陈进, 等. 氮肥基追肥比例对马铃薯微型薯生产的影响[J]. 中国马铃薯, 2012, 26(6): 354 – 357.
- [21] 张武, 任瑞玉. 锌对马铃薯微型薯原原种生产的影响[J]. 甘肃农业科技, 1994(3): 30.
- [22] 郭景山, 李文刚, 曹春梅, 等. 多元微肥对马铃薯生长发育的影响[C]. 中国作物学会. 马铃薯产业与粮食安全, 2009: 288 – 290.
- [23] 李风云. 植物生长调节剂对马铃薯脱毒试管苗微繁的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(3): 29 – 32.
- [24] 杨琼芬, 白建明, 隋启君, 等. 马铃薯组培技术中的壮苗研究[J]. 云南农业科技, 2006(1): 21 – 23.
- [25] 丰锋, 叶春海, 李映志, 等. 生长调节物质、碳源和光周期对山薯试管薯形成和生长发育的影响[J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(6): 1045 – 1049.
- [26] 肖旭峰, 刘明月. 不同生长调节剂对马铃薯微型薯结薯的影响[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(1): 14 – 16.
- [27] 曾述容, 付文进, 对三汗, 等. 植物生长调节剂及诱导方式对马铃薯试管薯的影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(15): 3 – 5.
- [28] 肖关丽, 龙雯虹, 郭华春. 多效唑和温光对马铃薯组培苗内源激素及微型薯诱导的影响[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(8): 21 – 26.
- [29] 张绍荣, 龙国, 龙卫金, 等. 多效唑浓度对脱毒马铃薯原原种生产的调控效果[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(2): 61 – 64.
- [30] 白金达, 何卫, 李天, 等. 诸因素基质栽培对马铃薯种薯生长和产量的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23(2): 469 – 474.
- [31] 郝文胜, 耿景阳, 赵永秀. 赤霉素在马铃薯种薯繁育中的应用[J]. 中国种业, 2008(4): 20 – 21.
- [32] 王廷杰, 赵跟虎, 蒲建刚, 等. 早熟马铃薯脱毒扦插苗施赤霉素效果试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2003(12): 20 – 21.