马铃薯的繁殖技术

田中 智

（农林水产省种苗管理中心北海道中央农场）

用营养体繁殖的马铃薯是以块茎代替种子进行繁殖的。而近年来，开发了用实生种子繁殖的栽培法、以茎叶为繁殖源的组织培养法，以及扦插繁殖等快速繁殖技术，希望这些方法能够尽快达到实用化。一直延用到现在的块茎繁殖法，优点是种薯大、生长快，缺点是繁殖率低，每10英亩土地需要180～200公斤种薯；若用实生种子繁殖，则10英亩土地只需10克种子就可以了。利用快速繁殖法（组织培养、扦插），一年时间就可以繁殖100～1 000倍。快速繁殖的优点是能把小面积的脱毒种苗在短时间内大量繁殖，应用到早期普及新品种和繁殖脱毒种苗上是非常有效的。

本杂志61卷12号概要地叙述了快速繁殖法，其优点是繁殖率高，缺点是需一定的劳力和设备，而且生产的种苗太小。特别是在容器内生产的小薯，重量都在1克以下，直接在大田栽培是有困难的。因此，为了生产上栽培利用，应一方面力求生产脱毒种苗，一方面沿用常规的繁育体系来繁殖脱毒种薯。由于快速繁殖法繁殖率高，缩短了繁育年限。本文叙述了一个在原原种生产上引入了快速繁殖技术的种苗管理中心的繁殖技术和繁殖后的问题，以供参考。

1 繁殖法的种类

马铃薯的繁殖技术如图1所示，除了利用种薯、组织培养和扦插等营养体繁殖的方法外，还有利用实生种子进行繁殖的方法。

种薯繁殖法：通常播种重量为40～50克的种薯使其繁殖8～15倍（约10倍）。以下所提到的各种繁殖法最终也应用本法生产种薯。种薯具备的条件是：具有品种的特征特性、无病、发芽力强、大小适当。现在是按照原原种——原种——生产用种这样一个体系进行种薯生产，供大田栽培使用。

容器内繁殖法（组织培养）：即在三角瓶等玻璃容器内繁殖的方法。发根移植法是把经发根培养的幼小植物移到营养钵里，驯化后再移植到大田。由于苗太小，产量不高。但此法可以大量生产种苗。块茎形成法是培养幼小植物使其在玻璃容器内形成微型薯（Micro—tuber，简称MT）。这种方法的优点是在短时间内能生产出块茎，缺点是薯块太小。

扦插繁殖法：根据插条部位的不同分别名之为茎扦插、叶扦插、芽扦插和叶芽扦插（芽带一节间）。发根移植法一般是利用茎扦插，将发根后的插条移植到大田中去的栽培方法。这样，可收获一些块茎。块茎形成法则是利用叶芽扦插（一个节间一片叶），使插条腋芽上产生小块茎的方法，在短期间内可生产出块茎，但繁殖率不高。

实生种子繁殖法：一些发展中国家通过采用此法，试图用实生种子代替高价的进口种薯。在中国已经把实生种子生产种薯付诸于实践。此法是播种种子到苗床上，育成苗

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

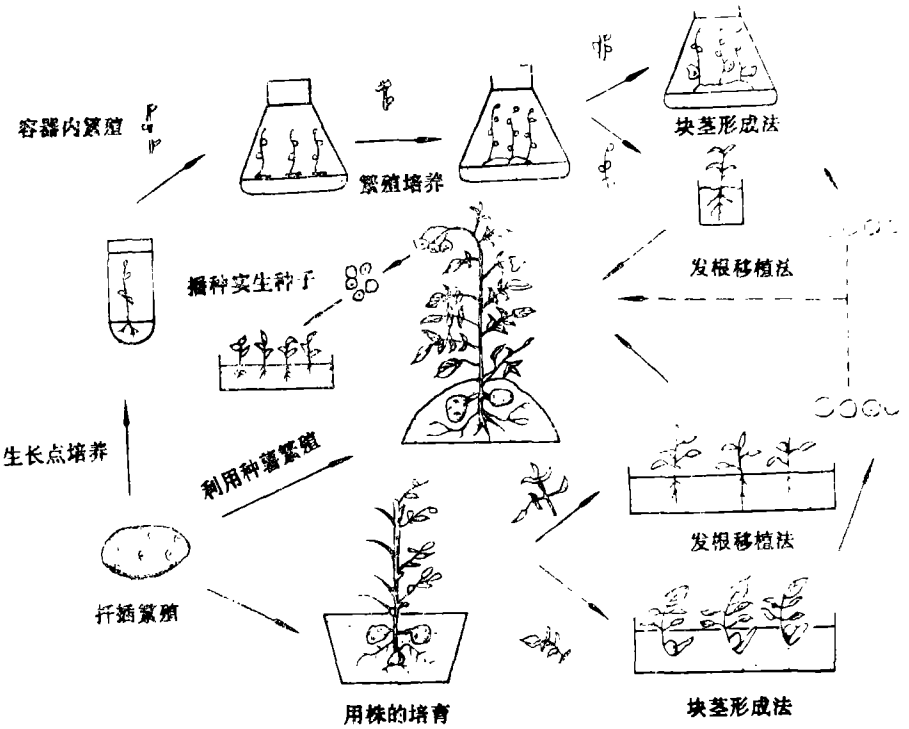

图1 马铃薯的繁殖方法

后再移植到大田中栽培。这样做，种苗用费很低、能够利用无病种子，便于贮藏运输，但其最大的缺点是生产的薯块大小不均匀。

2 快速繁殖和环境条件

马铃薯生产的成败是和能否形成有效而肥大的块茎有关。这一切要受到日照、温度、营养等环境条件的影响。块茎形成时由于环境的变化，植株体内的积累值也发生变化，从伸长生长向膨大生长转换的时候开始。快速繁殖也应根据其具体繁殖方法，给予适宜的环境条件，以下就环境对快速繁殖的影响作一简要介绍。

日照条件：长日照是发根移植法不可缺少的条件，短日照条件则是块茎形成法的必要条件。EWING (1978) 报道，不同品种的插条对日照的反应不同。他认为，临界日照时间在20小时以上的品种多属早熟种，14小时以下的多属晚熟种。在长日照条件下诱发短日照品种的块茎形成时，将扦插母株以8小时/日的短日照处理两周即可。北海道农业试验场的调查结果也表明：男爵、大白等早熟种，临界日照在16小时以上；农林1号和爱尼娃等中晚熟品种临界日照时间在12小时左右。根据用扦插法繁育种薯的日本北海道早来市的调查，在没有日照调节设备的温室中，农林1号从9月下旬到来年4月自形成块茎，其它时间则不形成；而男爵则到5月仍在形成块茎。

温度条件：在马铃薯生育温度范围内(20～25℃)，高温促进伸长生长，低温（15～20℃）促进块茎形成。

营养条件：土壤营养条件越好，扦插母株越长得肥大，插条数相应增加，用块茎形成法产生的块茎也大。插条年龄小易发根，老化则易形成薯块。用容器内繁殖如果在培养基中加入蔗糖的浓度高（6%～8%），则可促进块茎形成。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

植物生长物质等：伸长生长期植物体内的GA包量高，减少GA含量能诱发块茎形成。在容器内添加GA可以促进伸长生长和发根，植物生长激素也具有同样的作用。与此相反，在块茎形成过程中多用细胞激素。为促进插条发根也常用IBA、NAA和其它促进剂。

块茎的休眠和萌发：收获后的种薯依品种的不同休眠期有差别；快速繁殖法中的块茎形成法产生的小薯也同样。由于这些茎小块，个体间贮藏养分有很大差别，发芽难以整齐一致。一般为防止其由于水分蒸发而降低发芽率，多用低温贮藏。如播种休眠中的薯块就用氯乙醇、促进剂等化学药剂处理。

3 快速繁殖方法

3.1 容器内发根移植法

无病苗的培育：繁殖源是不带病薯块长出芽或茎。消毒以后就可以使用，但还是在无菌环境条件下培养的植物较好。生长点经消毒处理后，在容器内培养得到的植物是最好的。

繁殖培养：所用容器为300～500ml的三角瓶或同容量的圆筒形培养器，用MS培养基。蔗糖浓度1%，在固定培养基中加入0.8%的琼脂，不特别需要生长物质，但如加入GA0.5mg/L和NAA0.1mg/L，则能促进生长。把脱毒苗每节分为一段移到培养基上培养。进行扦插时，切除大小约有4～5节的植物顶端，将其横放，破除顶端优势，侧枝生长旺盛，这种方法很有效。

培养条件：温度20～25℃，光照用荧光照射16小时/日以上。如能整天照射则更好。如果进行液体振动培养，60～90rpm有天1～2小时即可。液体振动培养生长速度比用固体培养基快，培养持续时间短。本培养法用4周时间幼小植物就可以伸长并产生根系，得到的苗多数又移到发根培养基上，待产生根系后移植到大田。

发根培养移植：发根培养的培养基和培养条件同上，也有在培养基中加入生长物质GA、NAA和BA（0.5 mg/L）的报道。将扦插培养的插条移到培养基上，约1～4周的时间就可以得到生了根的幼小植物。再把它移植到培养钵中培养1～2周后移植到大田。每个容器中可产生幼苗10～20株，大小有3～5个节间，约每4周可以收获数次。

3.2 容器内块茎形成法

繁殖培养：用和发根移植法相同的方法繁殖。

块茎形成培养：用圆筒形容器较好，使用MS培养基，蔗糖浓度8%。添加的生长物质除BA和BAP 2～10mg/L外，还有加入KIN 1 mg/L、Chtorocholine chloried 500mg/L的。把扦插培养的插条移入此培养基中，在温度18～20℃、黑暗条件下或每日光照8小时的条件下培养。用液体培养基和固体培养基都可以。但液体培养基中生长的MT较大。约8周时间每个容器中就可产生5～30个MT，其直径3～7 mm、重量0.1～1克。

MT的贮藏和萌发：MT如放在室内就会由于水分蒸发而失去发芽力。因此，把50～100个为一组，放在容器或塑料袋中，在低温条件下（4～6℃）贮藏。种植MT时，使它在室温条件下萌发出1～2 mm的芽后再种植。如使用休眠期的薯，就用药品处理打破休眠。使用的药品有0.5%氯乙醇、10 ppm GA溶液、乙烯利250 ppm+GA 10 ppm，浸泡30分钟或者把0.2 ml促进剂加入20 ml的容器中，用其气体处理1天。

3.3 茎扦插法

插条的培育：在日照时间较长的初夏，

把无病块茎种植到肥料充足的培养钵中。待长到10片叶子时，去掉顶芽促进腋芽生长。待腋芽长出4～5片叶、5～10 cm时，就可作为插条。去掉插条后腋芽还会生长，新长大的腋芽还可以作为插条。有这样的实例：一株母株可摘取20～60个插条，如果再从发根移植后的植株上摘取插条，一个季节可生产插条400个。

扦插法：扦插苗床用蛭石、珍珠石、泥炭沼泽这几种物质的某一种或几种的混合物均可制作，一般使用蛭石。扦插密度一般为5 cm×5cm，依插条的大小不同有变化。种植深度为3 cm以上发根较好。苗床上部应遮光（用网状物、苇帘子）。为防止萎蔫，要加强灌溉。温度要保持在15～25℃的范围内，防避30℃以上的高温。通常4～5天就可在苗床上成活，2～3周后就发育成可以移植的发根苗。插条的发根处理用一般发根剂就可以。BRYAN（1981）用以下方法进行发根处理：IBA(100mg)、NAA(50mg)、Dimethgl sulfoxide或Tween80(2ml)、硼酸（17.5mg)、96%乙醇33ml，水65ml的混合液稀释1～5倍，用此溶液浸泡插条基部2小时，发根后可直接移植到大田。较大的插条早移植可取得高产，移植时间越晚，产量越低，早熟品种这种现象更为严重。

3.4 叶芽扦插法

插条的培育：培育母株使其能在日照较短的时候采摘插条。长日照条件下对母株进行短日照处理时，每日光照8小时持续两周以上，就采摘插条。插条带有1叶1节。老化的插条易形成块茎，插条大则形成的块茎也大。一株母株可产生10～20条插条，如采摘数次，则可产生100条。

扦插法：方法同茎扦插法相同，温度在18～22℃范围内则更好。短日照处理4～6周就在腋芽上结1薯块（1～2克），在叶片枯萎以后再收获，块茎的贮藏条件同MT的贮藏条件相同。

4 快速繁殖法的利用和存在的问题

4.1 繁殖率

以上所述繁殖法最大的优点是繁殖率高，下表是各种繁殖法所需的时间和繁殖率的比较。

表1 马铃薯各种繁殖法所需的时间和繁殖率的比较

项目	器内繁殖		扦插繁殖		种薯繁殖	实生种子繁殖
	发根移植法	块茎形成法	发根移植法	块茎形成法		
繁殖部位	器内动植物	同左	移植母株	同左	种薯	种子
母株育成时间(周)	玻璃容器4	玻璃容器4	钵 6	钵 6		
苗等育成的时间(周)	玻璃容器4		箱 2			箱 5
块茎生产的时间(周)	大田 14	玻璃容器8	大田14	箱 6	大田14	大田14
总计	22	12	22	12	14	19
每平方米生产的苗(株)	1 280	1 280	180	180	5	200
每平方米生产块茎数(个)	6 400	2 560	1 410	180	50	1 000
每平方米生产块茎重量(kg)	128	12 5	43.2	1.8	2	20

从上表可以看出，容器内发根移植法繁殖率最高，每平方米可产生1 280株苗，移

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

植到大田后产生6 400个薯块，重量128公斤。与种植种薯繁殖比较(每平方米种5个薯块，繁殖率是10倍)，繁殖的薯块数量是其128倍，重量是64倍。如反复进行育苗生产繁殖率会更高。容器内块茎形成法产生的MT数量是2 560个，重量2.5公斤，薯块数量是种薯繁殖法的50倍，重量却与其基本相同。如反复进行生产（1年4次），每平方米可产生10 000个MT。

扦插繁殖的情况，用发根移植法每平方米可采摘180个插条，产生根以后移植到大田可产生1 440个薯块，总重量43.2公斤，与种植种薯繁殖比较，重量是其21倍，数量是29倍，若反复摘取插条繁殖率会更高一些。块茎形点法每平方米可产生块茎180个，重1.8公斤，反复进行块茎生产繁殖率的提高并不明显。实生种子繁殖只是作为参考，每平方米育200株苗，以把这些苗全部移到大田计算其产量。从这些计算可知：容器内繁殖繁殖率最高，每平方米1年可产生薯块10 000个；扦插繁殖若用发根移植法，每平方米1年可生产小薯1 000个以上。可是快速繁殖法培育的苗和生产的块茎都很小，今后必须开发使用小种苗的栽培技术。

4.2 使用种苗的栽培技术

发根移植的苗，特别是器内繁殖培育的苗，长度约3～6 cm，粗1～2 cm。实生苗大小与此基本相同。将2～3粒实生种子播种在培养钵中培育5周移到大田中，收成好时，有1株薯块产量500克的好成绩。若把实生苗用上述育苗法繁殖可大量生产幼苗。因此，有可能在一般栽培上利用。以苗的状态连续繁殖，有不受休眠期的限制、什么时候都可以利用的好处。

块茎形成法所产生的块茎MT重量在1克以下，扦插法产生的块茎重量在10克以下。尤其是MT直接播种到大田是有困难的，在有一定设备苗床上，每平方米种植100个，1～20克的小薯块可生产900个薯块，因此有必要进行再繁殖。各种繁殖法所产生的重量为数克至20克的小薯，如采取适当的栽培措施，可以在大田中栽培利用。最近，在种植小薯块的试验中有以下例子：5克重的薯块每穴播种2～8个，产量为3吨/10英亩；1～10克的薯块有穴2个，产量为2.0～2.3吨/10英亩；10～20克的薯块每穴2个，产量为2.8吨/10英亩。本研究中心也得到了这样的结果：扦插法生产的平均重量为数克的块茎，种植株距是上述的1/2，每穴种2个，产量为2～3吨/英亩，改进栽培方法有希望获得高产。由于种植小块茎植株茎数少，生产的种薯中小薯多。

4.3 快速繁殖法在生产上的利用

快速繁殖法生产的种苗一般难以在大田中栽培，以此为基本苗进行系统繁殖，生产种薯是它的利用途径。这样缩短了原原种生产以前的阶段所需的时间。快速繁殖以后，都是在大田中进行繁殖。因此，更强化了马铃薯的采种标准，既要维持无病种薯的品质，又要繁殖，这是不言而喻的。

4.4 植株的保存

容器内繁殖被利用到用细胞融合等生物工程技术育成的种苗的繁殖中。在容器内只进行苗的繁殖而不使它形成块茎，然后再发根移植是较有效的方法。容器内的幼植物还可以不经处理作为遗传资源保存。这时，在10℃的低温下可保存1年；也有在MS培养基中加入4%的甘露醇保存2～3年的成绩，MT小，便于运输。

综上所述，马铃薯的繁殖技术有多种方法，在实际生产中往往是几种方法混合运用更为有效。可是，如上面所反复提到的，快速繁殖法有繁殖率高的优点；也有种苗小、如反复繁殖，则大小不一致的缺点。因此，在明确使用目的的基础上，适当地繁殖是非常重要的。（张桂梅译 张久桂校）

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net