

# 黄瓜绿斑驳花叶病毒传播方式的研究进展

李俊香 古勤生\*

(中国农业科学院郑州果树研究所, 河南郑州 450009)

**摘 要:** 黄瓜绿斑驳花叶病毒 (*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV) 是葫芦科作物重要病毒, 通过多种方式如种子、土壤、水、介体和机械接触传播, 病害蔓延扩散迅速。该病害在许多国家和地区频繁报道, 我国也曾大面积受到为害, 尤其是西瓜嫁接地区, 产业损失严重。带毒种子为初侵染源, 发生过该病害的地块土壤也是重要的侵染源, 发病植株可通过灌溉水以及机械接触传播病毒。为了更好地控制该病害的发生与流行, 本文介绍了该病毒传播方式方面的研究进展。

**关键词:** 黄瓜绿斑驳花叶病毒; 传播方式; 综述

黄瓜绿斑驳花叶病毒 (*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV) 属于烟草花叶病毒属病毒, 具有危害严重、致病性强、防治难度大等特点, 主要为害葫芦科作物, 自然寄主有黄瓜 (Pop & Jilaveanu, 1985)、西瓜 (Yoshida et al., 1980)、甜瓜 (Nariani et al., 1977)、葫芦 (Wang & Chen, 1985)、南瓜 (Qin et al., 2005) 等, 被 CGMMV 感染的植物主要表现为花叶症状 (Okada, 1986)。目前, CGMMV 仍然是世界上严重为害葫芦科作物的病毒病原物, 已在许多国家和地区频繁报道, 广泛分布于亚洲、欧洲、南美洲和北美洲 (Ling et al., 2014), 尤其是嫁接葫芦科作物地区, 如中国 (Chen et al., 2009)、韩国 (Yoon et al., 2008) 和日本 (Yoshida et al., 1980), 危害严重, 造成巨大的经济损失。

CGMMV 寄主范围虽然狭窄, 但是分布广泛, 一旦传入, 定殖扩散的可能性很大, 该病毒可由多种渠道传播, 预防和治理非常困难。重要的传播途径有两种: 一种是带毒种子造成的远距离传播; 另一种是物理传播, 如直接的物理接触, 包括土壤病株残体、汁液、繁殖材料、嫁接、授粉、栽培营养液、

灌溉水、动物粪便、农事操作等。另外, CGMMV 可由介体菟丝子传播, 黄瓜叶甲 (*Raphidopalpa fevilcolis*) 可能也是传播介体 (张永江, 2006)。CGMMV 在我国频繁致命打击西瓜产业 (古勤生, 2007), 这引起了检疫部门和产业部门的高度重视。我国对 CGMMV 病害的防控效果仍然不够理想, 为更好地防控 CGMMV 病害, 本文对 CGMMV 传播方式的相关研究进行了综述。

## 1 种子传播

### 1.1 花粉传播

种传常可以通过带毒花粉传播实现, 被 CGMMV 感染的花粉可以在同季植物间水平传播, 也可通过受精而垂直传播给下一代种子, 但具体传播模式尚待研究。有研究认为 CGMMV 通过花粉传播的机制可能是在授粉过程中带毒花粉穿过花粉管通过受精而使种子带毒 (Liu et al., 2014)。所以, 花粉传播可能比机械传播更有优势, 因为它不需要感病植株与健康植株汁液接触, 而且一株感病植株的花粉可以传播给许多健康植株。但是, CGMMV 花粉传播研究仅仅是在人工授粉条件下进行的, 自然条件下感病花粉在与健康花粉的竞争中能否有效传毒及是否影响产量都尚待研究。受精后, 病毒开始在胚胎组织复制扩增, 形成的种子萌发后进一步通过韧皮部维管系统感染整个植株, 另外也可以通过感染胚珠而使下一代种子带毒。由于种子在不同地域的贸易扩散, 在不同时空范围内促进了种传病

李俊香, 女, 硕士研究生, 专业方向: 分子植物病理学, E-mail: ljxiangxiang@126.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 古勤生, 男, 研究员, 博士生导师, 专业方向: 植物病理学, E-mail: guqinsheng@caas.cn

收稿日期: 2014-11-03; 接受日期: 2014-12-12

基金项目: 国家西瓜产业技术体系项目 (CARS-26-13)

害的扩散。CGMMV 从第一次被报道以来, 目前传播到了许多国家和地区, 这很可能是通过商业中的种子交换和贸易实现的。

### 1.2 种传机制

CGMMV 是一种种传病毒, 种传方面的研究很多, 但种传机制依旧很不明确。有研究证明被 CGMMV 感染的黄瓜, 病毒可以从叶片传到花, 再从花传到种子, 然后由种子发展成带毒种苗。种胚中携带病毒才可以种传, 如果病毒仅仅分布在种皮、珠心、胚乳和种子其他胚外部位, 则不能种传 (Maule & Wang, 1996)。病毒可通过直接感染胚珠使新生种子带毒或感染配子而间接使种子带毒, 对于胚直接感染, 目前尚且不能解释病毒如何穿越胚珠中母本与子代的界限而使胚感染, 因为在胚发育中没有这样的组织作为传播途径。有关豌豆种传花叶病毒的研究表明, 该病毒是在胚胎发育早期感染种胚的。这个过程是由母体基因控制的, 属于数量性状遗传, 但仅涉及少数基因。这些基因抑制豌豆种传花叶病毒在胚柄退化前扩散到胚柄组织或者使其局限存在于种皮组织, 因此阻止了病毒跨越母本与后代组织的界限, 从而限制了病毒对种子的侵染。免疫化学和原位杂交表明豌豆种传花叶病毒是通过胚柄直接侵入胚组织的, 所以是胚柄为病毒入侵胚提供了一个“瞬态窗口”, 胚胎发育中胚柄的程序性退化会关闭这个“瞬态窗口”, 从而减少了胚的感染。这解释了病毒侵染植株的时期早晚与种传率呈负相关的说法。前人研究认为种传是由病毒的 RNA 而不是病毒粒子调节的, 受精能刺激病毒通过维管束到达珠被, 然后移动到珠孔再进入胚珠及其周围组织 (Wang & Maule, 1994; Ojuederie et al., 2009)。那么 CGMMV 是否有类似的种子传播机制尚待研究。

### 1.3 种子带毒率和传毒率

早在 1983 年, 有研究认为 CGMMV 种传率为 17% (Faris-Mukhayyish & Makkouk, 1983), 另外在西葫芦中发现 CGMMV 种传率为 0.08%, 嫁接发病植株除了砧木南瓜外任何部位都有 CGMMV 病毒检出 (Al-Tamimi et al., 2010)。Shim 等 (2006) 称黄瓜种子收获 1 个月后 CGMMV 种传率为 8%, 放置 5 个月后再检测发现种子传毒率降至 0.1%。秦碧霞等 (2011) 发现葫芦种子带毒率为 100%, 传毒

率为 1.01%, 但也有种子带毒率为 84%, 传毒率为 2% 的研究 (Choi, 2001)。另外, 还有报道称西瓜和甜瓜种子传毒率分别为 2.25%、2.83% (吴会杰等, 2011)。以上研究结果的共同点是种子带毒率高, 传毒率低, 但传毒率大小有一定差异, 原因是影响传毒率的因素有很多, 如植物品种、感病时间、环境条件。假设生产中使用的是带毒率为 100% 的种子, 由于传毒率较低, 按理不会造成病害大面积的暴发与流行, 但实际情况则恰好相反, 即使使用的是低带毒率的种子也会引起随机大型的二次传播, 这说明自然条件下种子不是病毒传播的唯一途径, 带毒种子可能只是提供了初侵染源, 还有其他重要的传播因素。

### 1.4 种子处理和预防措施

因为 CGMMV 种传存在水平传播和垂直传播, 所以如果在田间观测到了 CGMMV 发病症状, 病株应该在开花前除去, 以阻止其感染邻近植株或后代种子。烟草花叶病毒属病毒是唯一一类可以不侵入生物组织内部而在种子表面保持侵染活性数月甚至数年的病毒。CGMMV 病毒像烟草花叶病毒属的病毒一样, 粒子稳定, 可在种子表面长时间存活。商业中采用干热消毒处理或化学试剂消毒处理的方法预防 CGMMV, 效果良好, 但是也有研究表明目前使用的种子消毒处理方法都不能完全消灭种子携带的病毒 (Reingold et al., 2014), 所以种子消毒处理后要再次检测。另外加强种子检验中阈值的研究, 在不同环境条件不同地区进行连续多年的田间试验, 获得充足的风险评估信息, 定义合理的阈值 (Jones, 2000, 2004), 检验有代表性的样品, 使用检验合格的种子才可能减少该病害的全球流行。

## 2 土壤传播

### 2.1 土壤传毒的可能性

早在 1975 年, Hollings 等 (1975) 就指出 CGMMV 可以通过种子传播, 但主要是在被污染的土壤中通过根进行机械传播。Varveri 等 (2002) 指出西瓜栽培中, 希腊农民使用消毒的种子便可以成功地预防该病害, 但是在发生过 CGMMV 的重病西瓜地块, 即使使用的是消毒的种子, 依然不能防止该病害的发生, 推测 CGMMV 可以通过除种子外

的其他方式传播,病残体土壤很可能是重要的侵染源。有关莫斯科地区 5 a 的调查数据表明,CGMMV 最广泛的传播方式是种子和土壤 (Medvedskaya, 1981); 另有研究表明,根据 CGMMV 发病地块使用的种子不带毒,推测初侵染源为土壤,然后病毒通过接触摩擦传播开来 (Rao & Varma, 1984)。研究结果虽然有众多的不同,但土壤在 CGMMV 传播中扮演的重要角色是毋庸置疑的。关于侵染葫芦科作物的另一种重要病毒 ZYMV (小西葫芦黄化花叶病毒) 的研究认为 (Muller et al., 2006), 自然条件下种子不是重要的传播因素,被污染的土壤也不是,杂草才是,同时研究也指出血清学无法证明病株根系可以释放 ZYMV,但下茬种植的健康植株被感染说明很可能还是因为使用了病残土。土壤传毒机制仍需进一步研究。

## 2.2 土壤中病毒的存活和土壤传毒率

Varveri 等 (2002) 从 CGMMV 发病地块挖取距地表 10~30 cm 的土壤,在 4℃ 下存放 10 个月后发现该土壤依然具有致病性。另外有研究表明 (Choi et al., 2004), 在不同性质的土壤中 CGMMV 侵染活性保持的时间不同,在通气性好的土壤中 CGMMV 侵染活性可保持 17 个月,而在水分饱和的土壤中则达到 33 个月,同时该研究还指出自然条件下土壤传毒率为 0.2%~3.5%。也有研究认为土壤传毒率为 12%~36% (Park et al., 2010), 可能的原因是后者使用的是培育好的西瓜苗经移植栽入病土,在移植过程中不可避免地伤害了根系,形成了更多的微伤口,病毒相对容易侵入,而前者土壤传毒率较低,是在病土中直接播种种子,没有因为移植对种苗根系造成伤害,所以土壤传毒率远远低于 36%。

## 2.3 预防土壤传毒的措施

有研究表明,如果将种苗的根系用 10% 的脱脂牛奶消毒后再移入病土,则观察不到发病植株 (Choi et al., 2004), 另外还有人推荐采用轮作的方式防控 CGMMV, 水稻和西瓜轮作后可使 CGMMV 发病率由 76.8% 降低到 7.3% (Park et al., 2010)。移植栽培前将大量的种苗根系采用 10% 的脱脂牛奶消毒非常不经济,而且费工费时,大田防控 CGMMV 可以考虑轮作栽培,方便、经济、有效而且容易操作。温室内连作的土壤可以进行蒸汽消

毒或者溴甲烷熏蒸消毒 (冯兰香等, 2007)。但溴甲烷目前因为考虑环保问题而被禁用。

# 3 水传播

## 3.1 水传播病毒的可能性

Büttner 等 (1995) 采用 ELISA 方法在循环使用的栽培营养液中检测到了 CGMMV, 并于 42 d 后观察到表现 CGMMV 典型花叶症状的植株。前人在被植物病残体污染的河流中检测到了 CGMMV, 并发现被污染的水源附近甜瓜和西瓜病害发生率为 60%~80%, 而上游 5 km 没有被病残体污染的水源附近植株病害发生率为 30%~40% (Vani & Varma, 1993), 说明水对 CGMMV 的传播起到了积极的作用。那么,世界范围内无土栽培农业生产模式面积的增加无疑促进了水传病毒的传播。

## 3.2 水传播病毒的机制

前人在水培系统中研究了 TMV 的传播 (Park et al., 1999), 发现当接种株与非接种株的根彼此相连时发病严重,若根不相连,即使在同一容器中也未观察到非接种株发病,所以认为接种株通过根释放病毒,然后传播到相接触的非接种植株的根,进而引起非接种株发病,同时研究还指出, TMV 并非不能通过水传播,但试验中 TMV 不能通过营养液传播,很可能是因为分泌到营养液中的病毒浓度太低,低于稀释限点,才不能通过营养液引起非接种株发病。CGMMV 病毒粒子稳定,稀释限点为  $10^{-7}$ ~ $10^{-6}$ ,可由发病植株的根释放到灌溉水、营养液、河流和湖泊等进行传播和扩散。目前关于 CGMMV 经河流、湖泊、灌溉水以及无土栽培营养液传播的报道有很多 (Sevik, 2011), 但大多都是关于水中检测出有该病毒且附近对应区域有该病害的发生,但并没有涉及植物病毒经水传播精确距离的研究,因此要加强这方面的研究,隔离污染源,实时监控,保证农业用水的清洁与健康。

# 4 机械传播

## 4.1 机械传播的可能性和传播限度

容易机械传播的病毒,通常粒子稳定,寄主叶片容易因为摩擦产生微伤口而使病毒侵入进而在植物体内复制。CGMMV 病毒粒子稳定,葫芦科作物叶片面积大,所以容易接触摩擦传染 (Nontajak et



al., 2014)。自然条件下, 植株可能因为风吹动叶片彼此接触摩擦而直接感染 CGMMV, 也可能通过接触沾染了发病植株汁液的手、衣服或者工具甚至动物如兔子而间接感染 CGMMV (Frane & Bantarn, 2001)。Coutts 等 (2013) 研究发现, ZYMV 可以通过叶片间的摩擦、挤压、践踏引起的汁液接触而由感病植株传播给健康植株, 另外也可以通过污染的刀片传播, 但传播限度较小, 然而该研究只是关于叶片摩擦次数以及刀口切割次数的不同能够使健康植株感病概率的横向传播率的研究, 还没有涉及纵向传播植物株数及传播距离的研究, CGMMV 机械接触传播距离方面的报道很少, 应该进一步加强研究。

## 4.2 嫁接传播

为防止土传病害, 农业生产中西瓜、黄瓜、甜瓜等葫芦科作物常采用嫁接栽培方法 (Louws et al., 2010)。目前监测的结果表明, 西瓜嫁接采用的砧木葫芦易携带 CGMMV, 南瓜携带该病毒的情况较少, 西瓜种子携带该病毒的情况也时有发生, 嫁接西瓜常通过带毒砧木葫芦感染 CGMMV, 几乎所有嫁接西瓜产区都存在该病发生或暴发的隐患 (古勤生等, 2013)。那么, 加强葫芦制种繁育种子携带 CGMMV 的研究, 从源头防控该病害显得尤为重要。并且嫁接西瓜比非嫁接西瓜容易感染 CGMMV, 目前并不清楚其传染机制, 推测可能是因为嫁接初期, 砧木和接穗的兼容性引起接穗抵抗力下降, 从而对病毒更敏感, 或者是在嫁接操作中直接被感染 (Davis et al., 2008)。

## 5 介体传播

CGMMV 可以被介体菟丝子传播, 能够传播 CGMMV 的菟丝子有 *Cuscuta subinclusa*、*C. Lupuliformis*、*C. Campestris* (Hollings et al., 1975)。另外, 也有报道称黄瓜叶甲 (*Raphidopalpa fevicolis*) 可能也是该病毒的传播介体, 但是桃蚜 (*Myzus persicae*)、棉蚜 (*Aphis gossypii*) (Inouye et al., 1967) 和黄守瓜均无传播该病毒的相关报道。

## 6 问题与展望

CGMMV 可由种子、土壤、水、介体、机械接

触等多种渠道传播, 因此, 传播的机会很大。带毒种子提供初侵染源, 所以用于嫁接的砧木和接穗都必须是健康的, 发生过 CGMMV 的地块土壤也是重要的侵染源, 要注意防范。在我国, 该病毒寄主范围分布广泛, 定殖和扩散的风险性极高, 若采用单一的防治措施则往往仅能取得有限的效果, 综合防范才能够有效控制该病害。要想因地制宜地选择合理的综合防范措施, 需要具备寄主抗性、化学诱导抗病性、种子处理、土壤处理等多方面的信息, 应进一步加强相关的基础研究。

## 参考文献

- 冯兰香, 谢丙炎, 杨宇红, 冯东昕. 2007. 检疫性黄瓜绿斑驳花叶病毒的检测和防疫控制. 中国蔬菜, (9): 34-38.
- 古勤生. 2007. 防治监控黄瓜绿斑驳花叶病毒, 确保瓜类安全生产. 中国瓜菜, (1): 47-48.
- 古勤生, 彭斌, 刘珊珊, 李俊香, 申顺善, 吴会杰. 2013. 我国嫁接西瓜黄瓜绿斑驳花叶病毒的防控对策. 中国蔬菜, (11): 5-7.
- 秦碧霞, 蔡健和, 陆秀红, 林林, 廖富荣, 刘志明. 2011. 葫芦种子传黄瓜绿斑驳花叶病毒的检测. 植物保护, 37 (3): 109-112.
- 吴会杰, 秦碧霞, 陈红运, 彭斌, 蔡建和, 古勤生. 2011. 黄瓜绿斑驳花叶病毒西瓜、甜瓜种子的带毒率和传毒率. 中国农业科学, 44 (7): 1527-1532.
- 张永江. 2006. 黄瓜绿斑驳花叶病毒研究进展. 河南农业科学, (8): 9-12.
- Al-Tamimi N, Kawas H, Mansour A. 2010. Seed transmission viruses in squash seeds (*Cucurbita pepo*) in southern Syria and Jordan valley. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 5 (4): 497-506.
- Büttner C, Marquardt K, Schickedanz F. 1995. Studies on transmission of *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) by nutrient solutions of ebb and flow irrigation systems. Gartenbauwissenschaft, 60 (3): 109-114.
- Chen H Y, Lin S M, Chen Q, Zhao W J, Liao F R, Chen H J, Zhu S F. 2009. Complete genomic sequence of a watermelon isolate of *Cucumber green mottle mosaic virus* in northern China. Chinese Journal of Virology, 25 (1): 68-72.
- Choi G S. 2001. Occurrence of two tobamovirus diseases in cucurbits and control measures in Korea. Plant Pathology Journal, 17 (5): 243-248.
- Choi G S, Kim J H, Kim J S. 2004. Soil Transmission of *Cucumber green mottle mosaic virus* and its control measures in watermelon. Research in Plant Disease, 10 (1): 44-47.
- Coutts B A, Kehoe M A, Jones R A C. 2013. *Zucchini yellow mosaic virus*: contact transmission, stability on surfaces, and inactivation with disinfectants. Plant Disease, 97 (6): 765-771.

- Davis A R, Perkins-Veazie P, Sakata Y, López-Galarza S, Maroto J V, Lee S G, Lee J M. 2008. Cucurbit grafting. Critical Reviews in Plant Sciences, 27 ( 1 ): 50-74.
- Faris-Mukhayyish S, Makkouk K M. 1983. Detection of four seed-borne plant viruses by the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Journal of Phytopathology, 106 ( 2 ): 108-114.
- Frane G D, Bantam E E. 2001. Transmission of viruses//Loebenstein P H, Berger A A, Lawson R H. Viruses and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes. Netherlands Dordrecht: Kluwer Academic: 159-175.
- Hollings M, Komuro Y, Tochiara H. 1975. *Cucumber green mottle mosaic virus*. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, 154: 1-4.
- Inouye T, Inouye N, Asatani M, Mitsuata K. 1967. Studies on *Cucumber green mottle mosaic virus* in Japan. Berichte des Ohara Instituts für landwirtschaftliche Biologie, 14 ( 1 ): 49-72.
- Jones R A. 2000. Determining 'threshold' levels for seed-borne virus infection in seed stocks. Virus Research, 71 ( 1 ): 171-183.
- Jones R A. 2004. Using epidemiological information to develop effective integrated virus disease management strategies. Virus Research, 100 ( 1 ): 5-30.
- Ling K S, Li R, Zhang W. 2014. First report of *Cucumber green mottle mosaic virus* infecting greenhouse cucumber in Canada. Plant Disease, 98 ( 5 ): 701-702.
- Liu H W, Luo L X, Li J Q, Liu P F, Chen X Y, Hao J J. 2014. Pollen and seed transmission of *Cucumber green mottle mosaic virus* in cucumber. Plant Pathology, 63 ( 1 ): 72-77.
- Louws F J, Rivard C L, Kubota C. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. Scientia Horticulturae, 127 ( 2 ): 127-146.
- Maule A J, Wang D. 1996. Seed transmission of plant viruses: a lesson in biological complexity. Trends in Microbiology, 4 ( 4 ): 153-158.
- Medvedskaya I G. 1981. Virus diseases of glasshouse cucumber. Zashchita Rastenii, ( 5 ): 44-45.
- Muller C, Brother H, Bargen S V, Buttner C. 2006. *Zucchini yellow mosaic virus*-Incidence and sources of virus infection in field-grown cucumbers and pumpkins in the Spreewald, Germany. Journal of Plant Diseases and Protection, 113 ( 6 ): 252-258.
- Nariani T K, Viswanath S M, Raychaudhuri S P, Moharir A V. 1977. Studies on a mosaic disease of musk melon (*Cucumis melo* L.). Current Science, 46 ( 2 ): 47-48.
- Nontajak S, Vulyasevi S, Jonglaekha N, Smitamana P. 2014. Detection of *Cucumber green mottle mosaic tobamovirus* (CGMMV) in three growth stages of Japanese cucumber in the highland area of Northern Thailand. Journal of Agricultural Technology, 10 ( 1 ): 277-287.
- Ojuederie O B, Odu B O, Ilori C O. 2009. Serological detection of seed borne viruses in cowpea regenerated germplasm using protein a sandwich enzyme linked immunosorbent assay. African Crop Science Journal, 17 ( 3 ): 125-132.
- Okada Y. 1986. *Cucumber green mottle mosaic virus*//Regenmortel M H V V, Fraenkel-Conrat H. The Plant Viruses. Springer: 267-281.
- Park J W, Jang T H, Song S H, Choi H S, Ko S J. 2010. Studies on the soil transmission of CGMMV and its control with crop rotation. The Korean Journal of Pesticide Science, 14 ( 4 ): 473-477.
- Park W M, Lee G P, Ryu K H, Park K W. 1999. Transmission of *Tobacco mosaic virus* in recirculating hydroponic system. Scientia Horticulturae, 79 ( 3 ): 217-226.
- Pop I, Jilaveanu A. 1985. Identification of *Cucumber green mottle virus* in Romania. Analele Institutului de Cercetari Pentru Protectia Plantelor, 18: 43-47.
- Qin B X, Cai J H, Liu Z M, Chen Y H, Zhu G N, Huang F X. 2005. Preliminary identification of a *Cucumber green mottle mosaic virus* infecting pumpkin. Plant Quarantine, 4: 198-200.
- Rao A L N, Varma A. 1984. Transmission studies with *Cucumber green mottle mosaic virus*. Journal of Phytopathology, 109 ( 4 ): 325-331.
- Reingold V, Lachman O, Blaasov E, Dombrovsky A. 2014. Seed disinfection treatments do not sufficiently eliminate the infectivity of *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) on cucurbit seeds. Plant Pathology, 7 ( 7 ): 1-11.
- Sevik M A. 2011. Water pollution: water-borne plant viruses. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 27 ( 1 ): 40-47.
- Shim C K, Lee J H, Hong S M, Han K S, Kim H K. 2006. Construction of antibodies for detection and diagnosis of *Cucumber green mottle mosaic virus* from watermelon plants. Plant Pathology Journal, 22 ( 1 ): 21-27.
- Vani S, Varma A. 1993. Properties of *Cucumber green mottle mosaic virus* isolated from water of river Jamuna. Indian Phytopathology, 46 ( 2 ): 118-122.
- Varveri C, Vassilakos N, Bem F. 2002. Characterization and detection of *Cucumber green mottle mosaic virus* in Greece. Phytoparasitica, 30 ( 5 ): 493-501.
- Wang D, Maule A J. 1994. A model for seed transmission of a plant virus: genetic and structural analyses of pea embryo invasion by pea seed-borne mosaic virus. The Plant Cell Online, 6 ( 6 ): 777-787.
- Wang S M, Chen M J. 1985. A new strain of *Cucumber mottle mosaic virus* causing mosaic symptoms on bottlegourd in Taiwan. Plant Protection Bulletin, 27 ( 2 ): 105-110.
- Yoon J Y, Choi G S, Choi S K, Hong J S, Choi J K, Kim W, Ryu K H. 2008. Molecular and biological diversities of *Cucumber green mottle mosaic virus* from cucurbitaceous crops in Korea. Journal of Phytopathology, 156: 408-412.
- Yoshida K, Goto T, Nemoto M, Tsuchizaki T. 1980. *Squash mosaic virus* isolated from melon (*Cucumis melo* L.) in Hokkaido. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 46 ( 3 ): 349-356.

## Research Progress on Transmission Modes of *Cucumber green mottle mosaic virus*

LI Jun-xiang, GU Qin-sheng\*

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, Henan, China)

**Abstract:** *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV; genus *Tobamovirus*) is an important virus of cucurbit crops. It spread through a number of ways, such as seed, soil, water, vector and mechanical contact and spread quickly. This disease was frequently reported in many countries and regions. China was once harmed by this disease on large areas, especially regions where watermelon was grafted. This disease caused severe damage in grafting watermelon production. Seed with CGMMV was the primary source of infection. And the soil contaminated with infected plants debris was also recognized as the major primary source. The infected plants can transmit virus via irrigation water and mechanical contact. In order to better control the occurrence and spread of this disease, this paper introduced the research progress in the transmission modes of CGMMV.

**Key words:** *Cucumber green mottle mosaic virus*; Transmission mode; Review

· 信息 ·

## 为何要让马铃薯成第四大主粮

马铃薯是菜还是粮？2015年在1月6日举办的马铃薯主粮化发展战略研讨会上，丰富多彩的马铃薯主食制品令人大开眼界。马铃薯全粉占比40%的馒头、面包，马铃薯花生冰冻曲奇、马铃薯榛子千层酥、马铃薯芝士蛋糕等，都颠覆着人们对小土豆的认知。

农业部副部长余欣荣在会上表示，要以科技创新引领马铃薯主粮化发展，努力推动形成马铃薯与谷物协调发展的新格局。据介绍，马铃薯有望成为水稻、小麦、玉米之外的第四大主粮作物，种植面积将逐步扩大到0.1亿hm<sup>2</sup>（1.5亿亩），年鲜薯增加2亿t，折合粮食约为5000万t，将显著提高国家粮食安全保障水平。

专家表示，马铃薯主粮化的内涵，就是用马铃薯加工成适合中国人消费习惯的馒头、面条、米粉等主食产品，实现马铃薯由副食消费向主食消费转变、由原料产品向产业化系列制成品转变、由温饱消费向营养健康消费转变，作为我国三大主粮的补充，逐渐成为第四大主粮作物。

据介绍，未来我国粮食消费需求仍呈刚性增长趋势，到2020年粮食需求增量在5000万t（1000亿斤）以上。但受耕地水资源的约束和种植效益的影响，小麦、水稻等口粮品种继续增产的成本提高、空间变小、难度加大，需要开辟增产的新途径。马铃薯耐寒、耐旱、耐瘠薄，适应性广，特别是开发利用南方冬闲田，扩种马铃薯潜力很大。此外，我国马铃薯产量相对较低，依靠科技提高单产的潜力更大。

尤其从节水角度来看，推进马铃薯主粮化，利于缓解资源环境压力，实现农业可持续发展。马铃薯生长需水较少，其最低蒸腾系数（需水量）只有350，而小麦、水稻分别是450和500。在年降水量350mm左右的西北干旱半干旱地区，谷物类作物生长发育困难，而马铃薯不仅能正常生长，还能减少水土流失。农业部2014年在河北衡水组织试验，在年降水量500mm的华北地下水超采区，完全雨养条件下马铃薯每667m<sup>2</sup>（1亩）产仍达到1.8t。农民种马铃薯省水、省肥、省药，还省劲。

国家食物与营养咨询委员会主任万宝瑞介绍，马铃薯被称为“十全十美的营养产品”，富含膳食纤维，脂肪含量低，有利于控制体重增长、预防高血压、高胆固醇以及糖尿病等。马铃薯主粮化有利于改善居民的膳食营养结构。

专家建议，马铃薯主粮化涉及科研、生产、加工、流通、消费等多环节，需要不断加大扶持力度，集中力量攻关。尤其需要强化主粮化政策扶持，加大投入力度，推进主粮化有序开展。强化规划引导和主粮化技术模式攻关，加快选育一批优质、高产、抗逆、综合性状优良、适宜主粮化的专用品种。同时加强主粮化加工工艺改进和完善，开展不同马铃薯品种的营养成分比较分析，研究最优的配比，开发最好的产品。重点攻关马铃薯全粉占50%的面条、馒头、米粉等配方及加工工艺流程，加快研发适宜马铃薯主粮化的加工机械等。

（人民日报）