陕西省早春茬番茄定植时间与番茄黄化曲叶病毒病发生的关系

李英梅[1*]， 刘 晨[1]， 杨艺炜[1]， 王周平[2]， 李晓东[3]

（1. 陕西省生物农业研究所，西安 710043；2. 陕西省园艺技术工作站，西安 710003；
3. 西安金鹏种苗有限公司，西安 710018）

摘要 为了明确早春茬番茄定植时间与番茄黄化曲叶病毒病发生的关系，采取小区对比试验对不同定植时间下番茄上烟粉虱种群消长动态、番茄黄化曲叶病毒病发病株率、发病程度及番茄产量和经济效益等进行了系统调查。结果表明：番茄田烟粉虱种群消长动态在年度间基本相同，4月上旬始见，5月中旬达到高峰，烟粉虱发生后15 d左右出现番茄黄化曲叶病毒病症状。4月上旬以前定植番茄黄化曲叶病毒病发生较轻，单位面积产量和经济效益较高，4月上旬以后定植发病较重，产量和经济效益较低。定植时间(X_1)与番茄黄化曲叶病毒发病株率(Y_1)及病情指数(Y_2)均呈显著正相关，其相关关系为 $Y_1=1.470\ 4X_1+7.947\ 2$，$Y_2=0.876\ 7X_1-6.441\ 7$。生产实践中采取双膜或三膜覆盖栽培等措施适当提早定植，避免番茄感病期与烟粉虱发生高峰期相遇，在不使用任何防治措施下，可有效预防番茄黄化曲叶病毒病暴发成灾。

关键词 番茄定植时间； 番茄黄化曲叶病毒病； 烟粉虱； 产量； 效益

中图分类号： S 436.412.1 **文献标识码**： A **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2019284

Relationship between planting time of early spring tomato and occurrence of tomato yellow leaf curl virus disease in Shaanxi province

LI Yingmei[1*]， LIU Chen[1]， YANG Yiwei[1]， WANG Zhouping[2]， LI Xiaodong[3]

（1. *Bio-Agriculture Institute of Shaanxi*, *Xi'an* 710043, *China*; 2. *Shaanxi Horticultural Sericulture Technology Workstation*, *Xi'an* 710003, *China*; 3. *Xi'an Jinpeng Seedling Co.*, *Ltd*, *Xi'an* 710018, *China*）

Abstract In order to clarify the relationship between the planting time of early spring tomato and the occurrence of tomato yellow curl virus disease, we systematically investigated population dynamics of *Bemisia tabaci*, tomato yellow leaf curl virus disease incidence, disease level, tomato yield and economic benefit in different planting stages through field plot comparison test. The results showed that the population dynamics of *B. tabaci* in tomato fields were basically the same during the year. *B. tabaci* began to occur in early April and peaked in mid-May, and the symptoms of tomato yellow leaf curl virus disease appeared about 15 days after the occurrence of *B. tabaci*. When the tomato was planted before early April, the occurrence of tomato yellow curl virus disease was mild, yield and economic benefits were higher, while planted after early April, the disease was more serious, the yield and economic benefits were lower. There was a significant positive correlation between the planting date (X_1) and the incidence (Y_1) and disease index (Y_2) of tomato yellow curl leaf virus. The correlation is as follows: $Y_1=1.470\ 4X_1+7.947\ 2$, $Y_2=0.876\ 7X_1-6.441\ 7$. In the production practice, the two-mode or three-mode mulching cultivation should be adopted for early planting, so as to avoid the meeting between tomato disease stage and peak period of *B. tabaci*. These measures can effectively prevent the outbreak of tomato yellow leaf curl virus disease without any control measures.

Key words planting time of tomato； tomato yellow leaf curl virus disease； *Bemisia tabaci*； yield； benefit

收稿日期： 2019－06－10 **修订日期**： 2019－11－13
基金项目： 西安市农业科技创新工程(20193060YF048NS048)；陕西省科学院重点项目(2019K-05)
* 通信作者 E-mail：liyingmei@163.com

番茄黄化曲叶病毒病是由番茄黄化曲叶病毒 *Tomato yellow leaf curl virus*（TYLCV）侵染引起[1]，由烟粉虱传播的一种暴发性、毁灭性病害，对番茄产量影响非常严重[2]。20 世纪 60－80 年代该病害在美国、以色列、埃及、澳大利亚、中东地区、东南亚、东亚、非洲及地中海盆地等众多国家及地区发生、蔓延[3]。1995 年该病传入中国，由南向北先后大面积暴发，现已广泛分布于广东、广西、云南、上海、陕西、宁夏、山东、北京、河北、天津等番茄种植区[4-13]，严重威胁着中国产值近千亿元的番茄产业[7]。国内外学者在黄化曲叶病毒病病毒种类、生物学特征、发病特点、流行规律、诊断方法、防控技术等方面开展了卓有成效的研究[14-22]。目前关于早春茬番茄不同定植时间与黄化曲叶病毒病发病情况及产量关系的研究未见报道。明确早春茬番茄不同定植时间与烟粉虱发生、番茄黄化曲叶病毒病发病程度及番茄产量之间的关系，为揭示该病的发生规律及绿色防控提供理论依据。作者于 2016 年－2018 年连续 3 年开展了本项研究工作，现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验棚室选在陕西省大荔县陕西省科学院渭南科技示范基地塑料大棚，位于 34°36′N—35°02′N，109°43′E—110°19′E，是陕西省设施蔬菜的主产区。试验棚室长 70 m，矢高 4.2 m，跨度 12 m。灌溉方式为滴灌，施肥水平参考当地平均水平。

1.2 试验设计

连续 3 年每年 3 月 1 日至 5 月 10 日，每隔 10 d 设 1 个定植时间，共 8 个定植时间，每个定植时间重复 3 次，共 24 个小区，每小区长×宽＝6 m×3.6 m，每小区栽植 6 行番茄，平均行距为 0.6 m，株距 0.5 m。试验采取随机区组设计。供试番茄品种为感病品种‘毛粉 802’。定植时均为五叶一心的无病毒病健康种苗，番茄生长期间不施杀虫剂和病毒病防控药剂，其他管理措施同常规栽培。

1.3 调查方法

2016 年－2018 年分别于番茄定植后第 10 天、第 20 天调查各处理小区烟粉虱和番茄黄化曲叶病毒病发生情况，以后每隔 10 d 调查 1 次，烟粉虱调查至烟粉虱虫株率达到 100%，病株率调查至有任何一个处理病株率达到 100%。烟粉虱调查方法为五点取样，每样点取 5 株，每株取上中下各 1 片叶，记载烟粉虱数量。番茄黄化曲叶病毒病调查方法为五点取样，每样点取 10 株，记载发病株数并按照病情严重度分级方法记载每株发病程度：0 级，无症状；1 级，明脉、叶片轻黄化；3 级，叶片黄化、边缘上卷；5 级，叶片重黄化、皱缩、少数叶片畸形；7 级，叶片重黄化、畸形缩小，植株明显矮化；9 级，叶片严重畸形缩小，植株严重矮化，甚至枯死[23]。产量记载方法为每小区五点取样，每样点固定 10 株，按照番茄常规收获方法，记载单株番茄收获个数、单果重、畸形果数及每次采摘时市场番茄售价，直至番茄拔蔓。

1.4 数据分析与处理

数据采用 3 年调查结果的平均值，用 Excel 2003 作图，用 DPS 7.05 进行方差分析（LSD）[24]。

2 结果与分析

2.1 不同定植时间番茄植株上烟粉虱种群消长动态

不同定植时间番茄植株上烟粉虱种群动态消长见表 1。由表 1 看出，3 月下旬以前，由于棚室内外温度较低，不适宜烟粉虱繁殖与为害，4 月上旬以后随着外界温度的升高，烟粉虱数量也随之增加，活动也愈加频繁。如 3 月 1 日定植番茄，4 月 10 日番茄植株上见到烟粉虱，距离定植日 40 d，此时番茄发育至开花结果，植株高大，长势旺盛。3 月 31 日定植番茄，4 月 20 日番茄植株上见到烟粉虱，距离定植日 20 d，此时番茄发育至现蕾开花，植株生长旺盛。4 月 30 日定植的番茄，5 月 10 日番茄植株上见到烟粉虱，距离定植日 10 d，而 5 月份烟粉虱上 TYCLV 的带毒率已达 100%[25]，番茄此时处于缓苗期，长势较差，易感病。可见随着定植时间的推迟，定植后见到烟粉虱时间依次缩短。由于烟粉虱是番茄黄化曲叶病毒唯一的田间传播媒介，其发生期、发生数量显著影响番茄黄化曲叶病毒病发生期及发生程度。

表 1　番茄不同定植时间传毒烟粉虱种群消长动态[1)]

Table 1　Dynamics of population growth of *Bemisia tabaci* on tomato planted at different time

定植时间/月-日 Planting time	03-10		03-20		03-30		04-10		04-20	
	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population
03-01	0	0	0	0	0	0	1.1	2.1	3.1	4.1
03-11	—	—	0	0	0	0	1.0	1.8	2.5	5.1
03-21	—	—	—	—	0	0	0.8	1.1	1.8	3.9
03-31	—	—	—	—	—	—	0	0	1.3	2.8
04-10	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.9
04-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

定植时间/月-日 Planting time	04-30		05-10		05-20		合计 Total	
	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population	虫株率/% Insect-infected plants rate	虫量/头 Insect population
03-01	5.2	7.3	65.5	277.6	100	1 407.1	100	1 736.1
03-11	4.8	6.1	59.1	252.1	100	1 396.3	100	1 659.6
03-21	3.8	5.3	54.8	228.9	100	1 369.9	100	1 608.0
03-31	1.9	4.2	51.3	225.1	100	1 355.6	100	1 587.7
04-10	1.9	4.0	47.2	204.8	100	1 339.5	100	1 549.2
04-20	1.3	3.2	35.2	190.2	100	1 310.1	100	1 503.5
04-30	—	—	31.6	178.6	100	1 261.5	100	1 440.1
05-10	—	—	—	—	100	909.9	100	909.9

1) 虫量指 10 株 3 片叶平均虫量;合计虫株率指最后 1 次调查虫株率,合计虫量指各次调查数量总和。
Insect population refers to the average number of insects on three leaves of 10 plants. Total insect-infected plants rate refer to the last survey insect-infected plants rate, total insect population refers to the total number of each survey.

2.2　番茄不同定植时间番茄黄化曲叶病毒病田间消长动态

陕西关中地区早春茬番茄黄化曲叶病毒病一般在 5 月上中旬以后田间出现发病株。其病株率高低和发病轻重因定植时间而异。3 月上中旬定植,5 月 10 日田间平均发病株率 1.1%,病情指数 0.08,至 6 月20 日拔蔓时病株率 15.5%,病情指数 1.0。其原因是烟粉虱处于越冬期,4 月中下旬棚室内才发现有少量烟粉虱成虫,此时番茄已发育至结果盛期,植株高大,生长健壮,不易被侵染。随着番茄定植时间推后,田间发病时期变化不明显,但发病株率依次提高、发病程度依次加重,如 3 月 31 日定植,田间出现病株也是 5 月 10 日,病株率 1.8%,病情指数 0.1,6 月20 日病株率52.4%,病情指数14.4;4 月 20 日定植,5 月 10 日病株率 3.1%,病情指数 0.4,6 月 20 日病株率 92.8%,病情指数 36.6;5 月 10 日定植,定植后田间有大量的传毒媒介烟粉虱,定植后20 d出现病株,病株率为 49.3%,病情指数 16.3,随着时间推移,田间病株率快速提高,发病程度很快加重,至 6 月 20 日病株率 100%,病情指数 57.1(图 1～图 2)。

2.3　番茄定植时间与番茄黄化曲叶病毒病发生的关系

番茄定植时间与番茄黄化曲叶病毒病发生关系十分密切。试验结果表明,早春茬番茄定植越晚发病越重,番茄黄花曲叶病毒病病株率(Y_1)与早春茬番茄定植时间(X_1)(X_1 为 3 月 1 日距各定植时间的天数)呈显著正相关,回归方程为:$Y_1=1.470\ 4X_1+7.947\ 2$,$R^2=0.943\ 9$。番茄黄花曲叶病毒病发病程度即病情指数(Y_2)与定植时间也呈显著正相关,回归方程为:$Y_2=0.876\ 7X_1-6.441\ 7$,$R^2=0.963\ 3$。

回归方程显著性测验查 F 值表得 $P=0.01$ 时 $F_P(8,15)=4.00$,而 $F_1=31.55>F_P(8,15)$,$F_2=74.99>F_P(8,15)$,故 $P<0.01$。故番茄黄化曲叶病

毒病病株率及病情指数与番茄大田定植时间的直线回归关系均达到极显著水平。回归方程理论值与实测值的适合情况测验依据公式，其中，$n=24$，$m=8$（n 为样本总个数；m 为自变量数目，表示 8 个定植时间）。说明一元线性回归方程理论值与试验值符合。

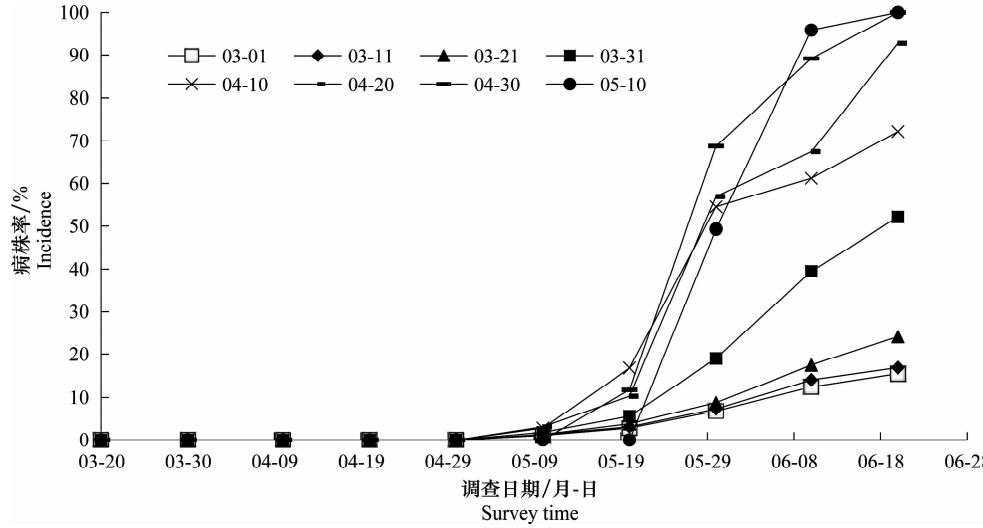


图 1 番茄不同定植时间番茄黄化曲叶病毒病病株率

Fig. 1 Incidence of tomato infected by *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) at different planting time

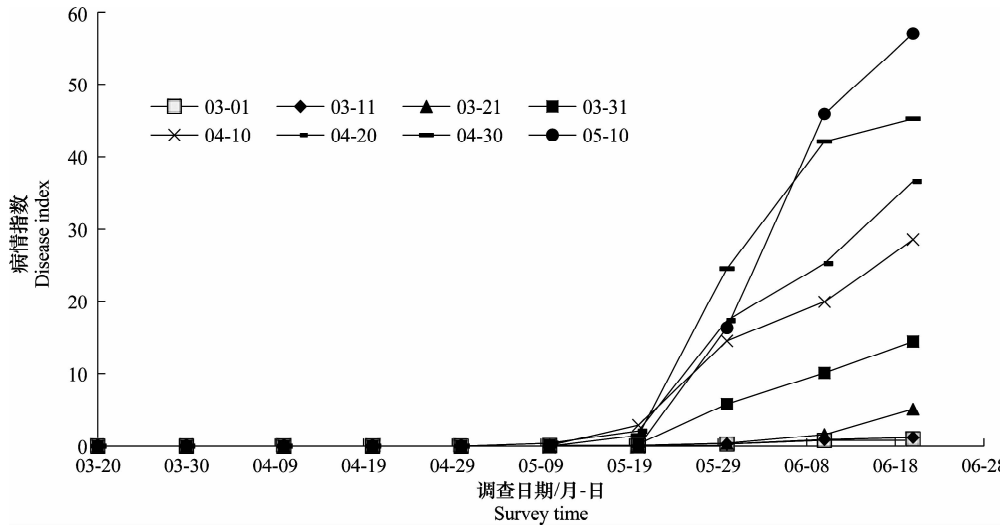


图 2 番茄不同定植时间番茄黄化曲叶病毒病病情指数

Fig. 2 Disease index of tomato infected by *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) at different planting time

综合番茄定植时间与番茄黄花曲叶病毒病发病率及病情指数的线性回归方程得出，早春茬番茄随着定植时间推迟，发病依次加重，定植越早，发病越轻，反之，定植越晚发病越重。根据这一发病规律，在种植早春茬番茄时，可以通过双膜覆盖或三膜覆盖等提早栽培措施，促进番茄早出苗，达到减轻发病的目的。

2.4 不同定植时间番茄产量和经济效益

番茄定植时间对番茄的产量影响显著，3 月下旬以前定植，发病比较轻，番茄产量较高，且定植早，番茄上市早，价格高，经济效益显著。定植越晚发病越重，番茄产量越低，番茄上市越晚，售价越低，收益越差(表 2)。3 月 31 日以后定植，番茄单位面积产量和收入显著降低，如 4 月 10 日定植，番茄单位面积产量较 3 月 1 日定植降低 24.3%，单位经济效益降低 53.2%；4 月 20 日定植，番茄单位面积产量较 3 月 1 日定植降低 35.1%，单位经济效益降低 66.1%；5 月 10 日定植，番茄单位面积产量较 3 月 1

日定植降低 61.5%,单位经济效益降低 87.2%。结果说明 4 月 10 日以后不适宜番茄定植,若定植则要选用抗 TYLCV 番茄品种。

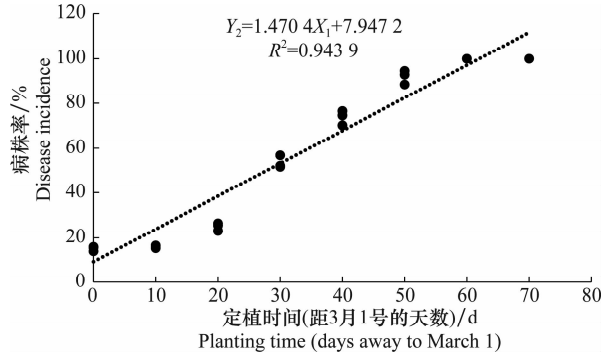


图 3　番茄定植时间与番茄黄化曲叶病毒病病株率的关系

Fig. 3　The relationship between planting time and disease incidence of tomato yellow leaf curl virus disease (TYLCVD)

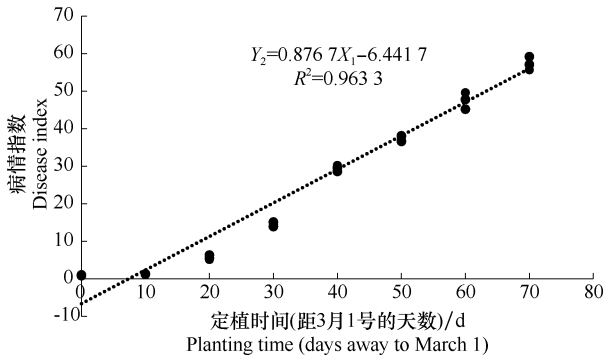


图 4　番茄定植时间与番茄黄化曲叶病毒病病情指数的关系

Fig. 4　The relationship between planting time and disease index of tomato yellow leaf curl virus disease (TYLCVD)

由表 2 看出,番茄定植时间不同,产量不同,经济效益也不同。对各处理区番茄产量及经济效益进行方差分析,结果表明,番茄产量随着番茄定植时间的推迟呈总体降低的趋势,3 月 11 日定植产量最高,为 7.42 kg/m^2。5 月 10 日定植产量最低,为 2.83 kg/m^2。3 月 1 日、3 月 11 日、3 月 21 日 3 个定植时间番茄产量之间无显著差异,但与其他定植时间的番茄产量差异达到显著水平。3 月 31 日、4 月 10 日、4 月 20 日、4 月 30 日及 5 月 10 日 5 个定植时间之间番茄产量存在显著差异。就番茄经济效益分析,随着番茄定植时间的推迟,经济效益呈总体降低的趋势,3 月 1 日定植效益最高,为 15.46 元/m^2。5 月 10 日定植效益最低,为 1.98 元/m^2。3 月 1 日与 3 月 11 日两个定植时间经济效益间无显著差异,但均与 3 月 21 日及以后定植时间的经济效益差异显著。3 月 21 日到 5 月 10 日,6 个定植时间的经济效益之间的差异达到显著水平。综合产量和经济效益分析,最佳的定植时间为 3 月中旬以前。

表 2　番茄不同定植时间产量及效益方差分析[1)]

Table 2　Variance analysis of yield and benefit of tomato at different planting time

定植时间/月-日 Planting time	产量/kg·m^{-2} Yield	经济效益/元·m^{-2} Economic benefit
03-01	(7.36±0.20)a	(15.46±0.42)a
03-11	(7.42±0.29)a	(14.85±0.59)a
03-21	(7.17±0.24)a	(12.90±0.44)b
03-31	(6.40±0.11)b	(10.25±0.17)c
04-10	(5.57±0.21)c	(7.24±0.27)d
04-20	(4.77±0.15)d	(5.24±0.17)e
04-30	(3.92±0.12)e	(3.75±0.48)f
05-10	(2.83±0.20)f	(1.98±0.14)g

1) 表中数据为平均值±标准差,同列数据后不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验差异显著($P<0.05$)。
The data in the table are mean ± standard deviation. Different lowercase letters in the same column indicated the significant difference by Duncan's new multiple range test($P<0.05$).

3　讨论

定植时间的早晚影响作物生长、品质的方方面面,是园艺栽培过程中的关键环节。有学者研究不同定植时间对作物产量及品质的影响,结果表明,播种时间对大葱产量及经济性状的影响较小,定植时间影响较大[26];较早定植的草莓长势较好,花序较多,开花结果较早,在产量、品质方面均有较好优势[27-29];除了产量与品质外,另有学者通过调整定植时间巧妙地避开环境胁迫或病害高发期。如华军等通过适当推迟定植时间,娃娃菜的生育期随之缩短,且能避开早期的低温胁迫[30]。陈志杰等研究表明,定植时间越晚,线辣椒病毒病发生越轻,反之则越严重[31]。

番茄黄化曲叶病毒病是一种毁灭性病害,是世界许多地区番茄产业持续发展的重要限制因素[6],被称为"植物癌症"、"番茄 SARS"。董洁等的研究表明在适宜期尽早定植番茄对产量和品质有较好作用[32],但并未研究定植时间与病毒病的关系。本研究结果表明,番茄定植时间早晚与番茄黄化曲叶病毒病发生严重度、番茄产量和经济效益均密切相关。随着定植时间的推后,发病株率依次提高、发病程度依次加重,产量和效益依次降低。在番茄栽培上与董洁等[32]的研究结果一致,在病毒病与定植时间的关系上与陈志杰等[31]的研究结果相反,这与线辣椒的适宜定植时间和番茄不同有关,也与病毒病传毒

昆虫不同有关。

烟粉虱是番茄黄化曲叶病毒的唯一传播媒介，塑料大棚条件下4月下旬始发生，5月中旬达到高峰，5月、6月番茄上的烟粉虱带毒率高达100%[25]。烟粉虱发生过后15 d左右番茄出现黄化曲叶病毒病症状，健康烟粉虱在感染番茄黄化曲叶病毒植株上获毒15 min可以传毒，传毒效率与获毒时间呈正相关[33]。番茄发病程度除与烟粉虱种群密度、带毒率、获毒时间有关外，还与番茄发育阶段密切相关。如3月1日定植，当4月下旬番茄植株上有烟粉虱分布时，距定植已有50余天，此时番茄已发育至开花结果期，植株抗病性较强，仅植株顶部嫩芽感染，对番茄产量和品质几乎没有影响。4月30日定植，5月10日番茄植株上就有烟粉虱分布，距番茄定植仅10 d(由于调查时间原因，实际上定植后第3天就有分布)，此时番茄刚缓过苗，抗性较差，发病率高，发病程度严重。因此提早定植，避开烟粉虱大发生期与番茄易感病期，可以减轻番茄黄化曲叶病毒病的发生，调整番茄定植时间可作为早春茬番茄黄化曲叶病毒病综合防治的一项主要措施推广应用。

参考文献

[1] LIU Yule, CAI Jianhe, LI Dongling, et al. Chinese tomato yellow leaf curl virus—a new species of geminivirus [J]. Science in China (series C), 1998, 41(4): 337-343.

[2] 孙作文，杨进绪，张美珍. 山东省番茄黄化曲叶病毒病的发生及其防治[J]. 中国蔬菜，2009(21)：5-6.

[3] CZOSNEK H, NAVOT N, LATERROT H. Geographical distribution of *Tomato yellow leaf curl virus*. A first survey using a specific DNA probe [J]. Phytopathologia Mediterranea, 1990, 29(1):1-6.

[4] 王冬生，匡开源，张穗，等. 上海温室番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治[J]. 长江蔬菜，2006(10)：25-26.

[5] 何自福，虞皓，毛明杰，等. 中国台湾番茄曲叶病毒侵染引起广东番茄黄化曲叶病[J]. 农业生物技术学报，2007,15(1)：119-123.

[6] 蔡健和，秦碧霞，朱桂宁，等. 番茄黄化曲叶病毒病在广西暴发的原因和防治策略[J]. 中国蔬菜，2006(7)：47-48.

[7] 王书芳. 河北魏县番茄黄化曲叶病毒病的发生情况及其综合防控措施[J]. 中国植保导刊，2011，31(2)：24-25.

[8] 岳宁，丁铭，董家红，等. 中国番茄黄化曲叶病毒在云南的发生分布及其遗传多样性[J]. 云南大学学报(自然科学版)，2008(S1)：57-62.

[9] 郑庆伟. 番茄黄化曲叶病毒病已在陕西普遍发生[J]. 农药市场信息，2019(7)：61.

[10] 曹瑾，温学萍，徐苏萌，等. 宁夏地区秋冬茬番茄抗黄化曲叶病毒病优新品种筛选试验[J]. 园艺与种苗，2018，38(9)：1-4.

[11] 林桂玉. 山东寿光番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治[J]. 长江蔬菜，2014(13)：53-54.

[12] 李明远. 菜保拾零(十)北京地区番茄黄化曲叶病毒的发现和应对[J]. 中国蔬菜，2017(10)：93-96.

[13] 金凤媚，薛俊，郑艳红，等. 天津地区番茄黄化曲叶病毒DNA-A的克隆和序列分析[J]. 华北农学报，2011，26(1)：58-62.

[14] 周雪平，崔晓峰，陶小荣. 双生病毒——一类值得重视的植物病毒[J]. 植物病理学报，2003，33(6)：487-492.

[15] FRANCKI R I B, FAUQUET C M, KNUDSON D L, et al. Classification and nomenclature of viruses [R]// Fifth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Archives of virology (sup 2), New York: Springer-Verlag, 1991: 15-20.

[16] JORDA C. Impact viral enla costa meditetrbea occidental [J]. Agricola Vergel, 1993, 139: 367-370.

[17] POLIZZI G, AREDDIA R. L'accartociamento fogliare giallo del pomodoro in Calabria [J]. Informatore Fitopatologico, 1992, 42(10): 47-49.

[18] 杨金明，姜飞，马秀玲，等. 番茄黄化曲叶病毒病的发生流行规律及其综防措施[J]. 中国植保导刊，2009,29(5)：28-29.

[19] MEHRACH K, SEDEGUI M, HATIMI H, et al. Molecular characterization of a Moroccan isolate of *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* and differentiation of the *Tomato yellow leaf curl virus* complex by the polymerase chain reaction [J]. Phytopathologia Mediterranea, 2007, 46: 185-194.

[20] SIMMONS A M, KOUSIK C S, LEVI A. Combining reflective mulch and host plant resistance for sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) management in watermelon [J]. Crop Protection, 2010, 29: 898-902.

[21] IOANNOU N, IORDANOU N. Epidemiology of *Tomato yellow leaf curl virus* in relation to the population density of its whitefly vector, *Bemisia tabaci* [R]. Cyprus Agricultural Research Institute Technical Bulletin, 1985(71): 2-7.

[22] 张锋，刘晨，杨苗苗，等. 关中地区温室越冬茬番茄黄化曲叶病毒病分子鉴定及流行规律[J]. 植物保护学报，2017，44(2)：246-252.

[23] 申书兴. 园艺植物育种学实验指导[M]北京：中国农业大学出版社，2009.

[24] 唐启义，冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京：科学出版社，2002.

[25] 刘晨，陈志杰，张锋，等. 烟粉虱带毒率与番茄黄化曲叶病毒病的发生关系[J]. 西北农业学报，2016，25(8)：1244-1249.

[26] 陈伟，高莉敏，王海英，等. 不同播种期和定植期对越冬栽培大葱产量及经济性状的影响[J]. 山东农业科学，2016，48(1)：64-66.

(下转222页)

[2] 侯自明，和凤美，朱永平. 云南热区甜玉米冬季制种技术[J]. 种子，2013，32(3)：113－115.
[3] 何以高. 发挥保山气候资源优势 建设全省最佳人居盆地示范区[J]. 保山师专学报，2002(6)：37－39.
[4] 王健. 德宏州主要农作物全程机械化发展现状与对策[J]. 云南农业，2019(3)：21－22.
[5] 孟静娇，杨谊艳，杨纪明. 2019年保山市气候条件对玉米种植生长的影响及对策分析[J]. 中国种业，2019(11)：25－27.
[6] 李自卫，冯绍卫，车宏志. 1952—2008年德宏州玉米产量变化分析[J]. 现代农业科技，2013(11)：71－74.
[7] 车宏志. 德宏州玉米产业发展探析[J]. 现代农业科技，2016(5)：82－86.
[8] 肖卫华. 德宏州冬季甜玉米产业化开发探讨[J]. 云南农业，2013(11)：50－51.
[9] 李自卫，冯绍卫，肖卫华，等. 德宏州鲜食甜玉米种植技术[J]. 农业科技通讯，2019(3)：263－264.
[10] 太红坤，郭井菲，张峰，等. 草地贪夜蛾在云南冬季甜玉米上的生物学习性及为害状观察[J]. 植物保护，2019，45(5)：91－95.
[11] 王振营，王晓鸣. 我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策[J]. 植物保护，2019，45(1)：1－11.
[12] 吴安国. 云南省玉米病虫害的发生及危害情况[J]. 云南农业科技，1991(4)：7－10.
[13] 太红坤，白树雄，韩永连，等. 一点缀螟生物学特性及其在云南德宏玉米田的为害调查[J]. 植物保护学报，2018，45(2)：251－256.
[14] 张婷，许叁卫，李翠芳，等. 瑞丽市夏季玉米高产高效栽培技术[J]. 云南农业科技，2020(1)：36－38.
[15] 邵应德. 云南德宏玉米病虫害绿色防控技术[J]. 农业工程技术，2019，39(2)：37.
[16] 邵思全，段家友，李琰聪. 保山市玉米生产现状、问题与对策[J]. 中国种业，2010(10)：24－26.
[17] 杨学礼，刘永昌，罗茗钟，等. 云南省江城县首次发现迁入我国西南地区的草地贪夜蛾[J]. 云南农业，2019(1)：72.
[18] 姜玉英，刘杰，谢茂昌，等. 2019年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测[J]. 植物保护，2019，45(6)：10－19.
[19] LUGINBILL P. The fall army worm [R]. USDA Technology Bulletin，1928，34：91.
[20] SPARKS A N. A review of the biology of the fall armyworm [J]. Florida Entomologist，1979，62(2)：82－87.
[21] BENTIVENHA J P F，BALDIN E L L，HUNT T E，et al. Intraguild competition of three noctuid maize pests [J]. Environmental Entomology，2016，45(4)：999－1008.
[22] RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE L A，CANTU-ALMAGUER M A，REYES-MENDEZ C A. Larval competition between *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera：Noctuidae) on corn ears in northern Mexico [J]. Journal of Entomological Science，2012，47：185－187.
[23] 郭井菲，静大鹏，太红坤，等. 草地贪夜蛾形态特征及与3种玉米田为害特征和形态相近鳞翅目昆虫的比较[J]. 植物保护，2019，45(2)：7－12.
[24] 陈琦，段云，侯艳红，等. 草地贪夜蛾与玉米灌浆期3种常见夜蛾科害虫的形态特征比较[J]. 植物保护，2020，46(1)：34－41.
[25] 太红坤，白树雄，顾中量，等. 云南省德宏州亚洲玉米螟发生动态及主要危害区域调查[J]. 植物保护，2016，42(2)：171－176.
[26] 谢燕芬. 云南瑞丽市玉米螟的发生特点及综合防治技术[J]. 农业工程技术，2018，38(32)：28－29.
[27] 吴秋琳，姜玉英，吴孔明. 草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的路径分析[J]. 植物保护，2019，45(2)：1－6.
[28] 吴秋琳，姜玉英，胡高，等. 中国热带和南亚热带地区草地贪夜蛾春夏两季迁飞轨迹的分析[J]. 植物保护，2019，45(3)：1－9.
[29] 吴孔明. 中国草地贪夜蛾的防控策略[J]. 植物保护，2020，46(2)：1－5.
[30] 秦誉嘉，杨冬才，康德琳，等. 草地贪夜蛾对我国玉米产业的潜在经济损失评估[J]. 植物保护，2020，46(1)：69－73.
[31] 鲁艳辉，田俊策，郑许松，等. 二十六种杀虫剂对不同龄期草地贪夜蛾幼虫的室内毒力[J]. 浙江农业学报，2019，31(12)：2049－2056.
[32] 林玉英，金涛，马光昌，等. 15种杀虫剂对草地贪夜蛾卵的毒力测定[J]. 植物保护，2020，46(1)：82－86.
[33] 裴晖，欧晓明，于伟丽，等. 4种杀虫剂对意大利蜜蜂的急性毒性评价[J]. 世界农药，2013，35(4)：50－51.
[34] 吴益东，沈慧雯，张正，等. 草地贪夜蛾抗药性概况及其治理对策[J]. 应用昆虫学报，2019，56(4)：599－604.
[35] 和伟，赵胜园，葛世帅，等. 草地贪夜蛾种群性诱测报方法研究[J]. 植物保护，2019，45(4)：48－53.
[36] 王立颖，李晶晶. 生物食诱剂对东北大豆田鳞翅目害虫防治效果初探[J]. 中国植保导刊，2019，39(3)：59－62.
[37] 姜玉英，刘杰，杨俊杰，等. 2019年草地贪夜蛾灯诱监测应用效果[J]. 植物保护，2020，46(3)：118－122.
[38] 赵胜园，杨现明，孙小旭，等. 常用生物农药对草地贪夜蛾的室内防效[J]. 植物保护，2019，45(3)：21－26.

（责任编辑：杨明丽）

（上接216页）

[27] 路河. 定植期对红颊草莓植株黄化及产量影响研究初报[J]. 北京农业，2008(18)：64－67.
[28] 刘怀. 不同定植期对冷藏草莓苗生长状况和果实品质影响[D]. 雅安：四川农业大学，2015.
[29] 杨肖芳，张豫超，苗立祥，等. 定植期对草莓越心、越丽物候期及产量的影响[J]. 浙江农业科学，2017，58(4)：587－589.
[30] 华军，王勤礼，王鼎国，等. 定植时期对张掖市春播娃娃菜性状及产量的影响[J]. 甘肃农业科技，2018(1)：40－42.
[31] 陈志杰，许光俊，张淑莲，等. 线辣椒定植期与病毒病发生关系的研究[J]. 植物保护，1994，20(6)：13－15.
[32] 董洁，楚金萍. 不同定植期对复播加工番茄产量和品质的影响[J]. 新疆农业科技，2018(2)：47－48.
[33] 李英梅，白青，王周平，等. 烟粉虱与番茄黄化曲叶病毒病发生关系研究[J]. 中国农学通报，2019，35(4)：102－107.

（责任编辑：杨明丽）