

大豆花叶病毒(SMV) 主要介体 及其传毒效率研究*

郭井泉 张明厚

(东北农学院)

提 要

大豆田大豆植株上繁殖危害的蚜虫,除大豆蚜、茄无网蚜外,豆蚜亦能暂居并少量繁殖危害。大豆田迁飞蚜虫种的数量,年度间和不同生境有所差异,但主要种基本一致。绿色诱盘捕获的迁飞蚜虫鉴定表明,主要迁飞蚜虫种,除以上三种,还有棉蚜、玉米蚜、禾缢蚜、桃蚜等,但大豆蚜占绝对优势。大豆植株上的翅蚜量,与绿色诱盘捕获的株冠面积着落翅蚜量,充分吻合。翅蚜迁飞频率与 SMV 流行速率相关密切。介体蚜虫传染 SMV 83—02,得毒 30—60 秒的传毒效率高,以 40—50 秒的传毒率最高。供试得毒蚜虫,只桃蚜以 2.94% 的概率传毒至第二株其余均一株。最适得毒时间的传毒效率豆蚜最高 58.33%、桃蚜 47.66%、大豆蚜 33.33%、茄无网蚜 23.73%、玉米蚜 12.90%、棉蚜最低 4.29%。SMV 主要介体为大豆蚜、豆蚜、桃蚜和茄无网蚜传染 SMV 亦有一定作用。

关键词: SMV 主要介体 绿色诱盘 传毒效率

大豆花叶病毒(SMV)以种子传毒为主要初侵染源、田间再侵染是介体蚜虫传播的[1、2、4]。据 Irwin 和 Goodman 的统计[5],有 31 个蚜虫种被证明传染 SMV。Susan 等[6]证明 SMV 有 5 个主要介体蚜虫种。分别是豆蚜、马铃薯长管蚜 (*Macrosiphum euphorbiae*)、桃蚜、玉米蚜和禾缢管蚜,它们占捕获传毒蚜虫的 93.1%。Schultz 等[7],认为玉米蚜、绣线菊蚜 (*Aphis citricola*)、豆蚜、钉毛蚜属的 *Capitophorus elaeagni*、*C. hippophaes* 和夹竹桃蚜 (*Aphis nerii*) 6 个种在传播 SMV 中起重要作用。国内张明厚、吕文清等[1]测定大豆蚜、桃蚜、玉米蚜和棉蚜均能传播 SMV。孙永吉等[2]根据黄血诱捕公主岭地区大豆田蚜虫的种类和数量指出:大豆蚜、豆蚜和桃蚜是 SMV 的主要介体。然而我国大豆田繁殖和迁飞蚜虫的主要种类对 SMV 的传毒作用、主要种的发生量及其飞翔动态与 SMV 流行的关系,尚需研究

* 东北农学院谭贵忠副教授鉴定蚜虫种,在此深致谢忱。

本文于 1988 年 6 月 27 日收到。

This paper was received on June 27, 1988.

解决。本文即是在哈尔滨地区,针对这些问题所作研究的报导。

材 料 和 方 法

(一) 供试种子:采用 ELISA 方法辣根过氧化物酶标记 SMV 抗体 IgG, [3] 双抗体夹心测定浸泡两天去皮的大豆种籽带毒率[8]每品种 200 粒,并温室播种,观察种子传毒的病苗率,分别获得种子带病率为 30% 和 10% 左右的合丰 23,东农 34、绥农 3 号和绥农 4 号四个品种,用于田间小区试验。将来自 1985 年 SMV 防治区的无毒种子合丰 23 和绥农 3 号,进一步在温室播种,每品种 400 粒,测定种子传毒率为零。将此材料用于室内毒源繁殖,及蚜虫饲养和介体蚜虫传毒测定。

(二) 诱盘设计:根据蚜虫飞翔习性,参考 Irwin 等人的工作[9],设计体积为 30cm×30 cm×5 cm 方形诱盘,在两壁靠近上边缘开一长方口(1.2 cm×4 cm),焊上 40 目铜网使雨水溢出时保存蚜虫。诱盘颜色,是与大豆嫩叶和叠 3—4 片复叶,在 390—700 nm 波长反射光谱相似的植物绿色。由此获得苗期和成株期两种不同植物绿色诱盘。盘内加 30% 乙二醇水溶液,以粘着和防腐落入的蚜虫。诱盘通过铁架升降,在整个生育期保持与株冠水平高度,设置在试验区。捕捉大豆田自然迁飞着落的有翅蚜。

(三) 试验区的设置:1986 年毗邻烟草和玉米设置 30% 种子带毒率的试验区,面积 113.75 m²,品种东农 34、合丰 23。1987 年毗邻菜豆和马铃薯设置 10% 种子带毒率的试验区,面积 234 m²,4 个品种。两年均远离其它大豆田 100 余米。

(四) 试验区调查:出苗后自 6 月上旬,每 6—7 天调查病株率,测算平均单株株冠面积(单株面积),定点定株调查 100 株蚜量,分别记载有翅及无翅蚜。棋盘式取 20 点,每点 5 株,最后将 100 株蚜量折算出平均单株蚜量。定期采集标本鉴定大豆植株上繁殖危害的蚜虫种类。每区设置两个诱盘,累积 6 天收集一次,第 7 天单收一次捕获的有翅蚜,75% 酒精浸渍保存鉴定。

(五) 无毒蚜饲养:根据试验区采集和诱盘捕获蚜虫鉴定结果,采集各主要蚜虫种经 3 次寄主连续转接后(每天转接一次)分别饲养在养虫笼内繁殖,待测定其传毒特性。它们分别是大豆蚜(饲养寄主:大豆)、茄无网蚜(大豆)、豆蚜(豇豆)、桃蚜(白菜)、玉米蚜(玉米)、棉蚜(黄瓜)。也分别将豆蚜、桃蚜、棉蚜、玉米蚜移至养虫笼内大豆苗上饲养观察能否繁殖。

(六) 蚜虫传毒毒源:由吕文清提供的 83—02 毒株。将 83—02 毒株通过无毒饲养的大豆蚜在健康合丰 23 豆株上反复转接繁殖,作为介体蚜虫传毒使用毒源。

(七) 介体蚜虫传毒:

1. 得毒最适时间测定:将大豆蚜、豆蚜的有翅蚜,得毒饲育 10, 20, 30, 40, 50, 60 秒,分别测定各得毒饲育时间(以蚜虫口针开始刺吸计算)二介体种的传毒效率,两次重复。

2. 得毒介体蚜虫连续传毒株数测定:将大豆蚜、豆蚜、桃蚜和茄无网蚜得毒饲育 30 秒传毒 10 分钟,连续转接 3 株,测定连续传毒的能力,无重复。

3. 主要飞翔蚜虫种的传毒效率测定: 将大豆蚜、豆蚜、桃蚜, 茄无网蚜、玉米蚜和棉蚜得毒饲育 40 秒, 分别测定各个种有翅和无翅蚜的传毒效率, 两次重复。

全部蚜虫传毒, 均饥饿 2—4 小时后, 得毒饲育, 每株豆苗接种一头得毒蚜, 传毒 2 小时。每个蚜虫种及其不同类型(有翅和无翅)的各传毒处理均为 30 株左右, 豆株为绥农 3 号无毒株。氧化乐果杀蚜终止传毒, 置防虫网室生长观察病株率。

结 果

一、大豆植株上繁殖危害的蚜虫种类:

经两年系统调查、采集鉴定、结果表明, 田间除了大豆蚜大量繁殖危害、茄无网蚜亦有一定数量繁殖危害, 豆蚜等亦能暂居, 少量繁殖危害大豆。大豆蚜发生高峰时, 平均每株蚜量达 330 头, 茄无网蚜高峰时平均每株 36 头。豆蚜最多平均每株亦有 6 头。茄无网蚜产生有翅蚜少, 两年共 25 次调查, 百株翅蚜量总共 43 头。但无翅蚜喜活动、爬移扩散, 当震动植株或触及虫体时, 迅速坠落, 或立即避开爬散。茄无网蚜口针刺吸大豆植株, 产生枯黄斑点, 并逐渐扩大成大枯斑, 造成危害。防虫网室内养虫笼饲养, 亦证明茄无网蚜的上述特性, 并也证明豆蚜、桃蚜均能在大豆苗上少量繁殖, 但未见玉米蚜能够繁殖。

分析田间大豆植株上繁殖危害蚜虫的消长动态(见图)知, 大豆蚜繁殖危害数量占绝对优势, 6 月 10 日左右开始发生, 7 月中旬达高峰。茄无网蚜明显少于大豆蚜, 6 月中旬开始发生, 7 月下旬至 8 月初达高峰, 繁殖危害直至生育期末。豆蚜繁殖数量很少, 6 月初大豆幼苗期已有发生, 6 月下旬亦呈现一高峰, 7 月中旬便很少观察到在大豆上繁殖。

二、大豆田飞翔蚜虫的主要种类:

将两年诱盘捕获翅蚜按月份抽样鉴定, 明确主要种和数量。结果(表 1)指出, 大豆田飞翔蚜类和数量, 年度间及不同生境有

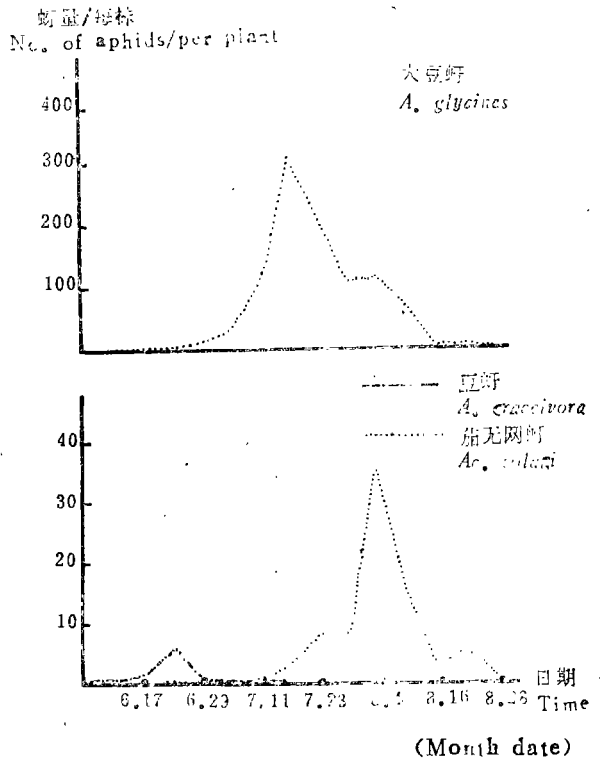


图 1986 年大豆试验区平均每株大豆蚜、茄无网蚜、豆蚜的数量(哈尔滨)。

Fig. Average number of *A. glycines*, *Ac. solani*, *A. craccivora* per soybean plant in the plot in 1986(Harbin)

所变化,但主要种类基本一致。大豆蚜占飞翔蚜量的64.34%,豆蚜占7.61%,棉蚜5.11%,玉米蚜和禾缢管蚜均为4.24%,桃蚜3.49%,茄无网蚜2.37%,榆绵蚜1.24%。其余种类,在抽样鉴定两年诱捕飞翔蚜中,数量很少。

表 1 诱盘捕获翅蚜的种类、数量和比率(哈尔滨)

Table 1 Species, number and ratio of alate aphids trapped by green-pantraps

蚜虫种类	1986					1987					总数	%
	6月	7月	8月	总数	%	6月	7月	8月	总数	%	Grand total	
	Jun.	Jul.	Aug.	Total		Jun.	Jul.	Aug.	Total			
Aphid species												
大豆蚜 A. glycines	28 ^a	73	42	143	55.86	16	347	10	373	68.32	516	64.34
豆 蚜 A. craccivora	16	1	0	17	6.64	22	20	2	44	8.06	61	7.61
棉 蚜 A. gossypii	10	10	0	20	7.81	2	19	0	21	3.85	41	5.11
玉米蚜 R. maidis	3	11	2	16	6.25	5	13	0	18	3.30	34	4.24
禾缢管蚜 R. padi	3	24	0	27	10.55	2	5	0	7	1.28	34	4.24
桃 蚜 M. persicae	6	5	1	12	4.69	3	13	0	16	2.93	28	3.49
茄无网蚜 Ac. solani	1	3	0	4	1.56	1	14	0	15	2.75	19	2.37
榆绵蚜 E. dillanuginosum	2	0	0	2	0.78	6	2	0	8	1.40	10	1.24
其 它 Others	1	9	5	15	5.86	7	35	2	44	8.06	59	7.36
总 数 Grand total	70	136	50	256	100.0	64	408	14	546	100.0	802	100.0

a: 两次抽样鉴定蚜虫数量之和。a: Sum of aphids assayed by two sampling of the month

三、田间大豆植株有翅蚜发生和飞翔数量与 SMV 流行的关系:

将两年调查的百株翅蚜量分别折算成平均单株翅蚜量。将两区诱盘捕获的累积蚜量分别求出平均每天每盘(日单位诱盘)捕获蚜量。然后将日单位诱盘蚜量按各时期平均单株面积求出日平均单株面积飞翔蚜量 V。

$$V = \frac{MA_t \cdot d}{T}$$

t 时间(日), 平均单株冠面积 MA_t , 单位诱盘面积 T, t 时间单位诱盘捕获翅蚜 d。
由表 2 结果知, 单株有翅蚜量, 与诱盘捕获的单株面积飞翅蚜量, 两年均分别呈现两个高峰。但飞翔蚜量 1987 年一个峰期与有翅蚜量略有不同, 这可能受气象因子风速、雨量、温度等影响所致。因此更能反映, 所设诱盘捕获的田间自然迁飞着落植株上的飞翔蚜虫的客观性。诱盘捕获的单株面积飞翔蚜量增长动态, 与 SMV 病株率增长动态是一致的。1986 年田间初期的病株率, 显著高于 1987 年, 但病害流行速率却明显低于 1987 年。分析有翅蚜飞翔频率(日平均有翅蚜飞翔频率=日平均单株面积飞翔蚜量/日平均

单株蚜量) 知 1987 年显著高于 1986 年。由此, 进一步证明所设诱盘的必要性, 和 SMV 流行与有翅蚜飞翔的相关性。如果从平均单株蚜量分析与 SMV 流行速率的关系, 恰好得出 1986 年的流行速率高于 1987 年的与事实相反的结论。

表 2 每株蚜量和飞翔蚜量与 SMV 流行的关系 (哈尔滨)

Table 2 Relationships between the number of alate aphids per plant, flight aphids per plant canopy area and SMV epidemics

年份 Years	项目 Items	月, 日 month, date							
		6.5	6.12	6.19	6.26	7.3	7.10	7.17	7.24
1986	病 株 率 (%) Incidence of disease (%)	21.73	30.19	42.41	72.04	99.32	100.0		
	每株翅蚜量 No. of alate aphids per plant	0.09	0.36	0.71	2.11	6.35	4.85		
	每株面积飞翔蚜量 No. of flight aphids per plant canopy area		3.19	3.90	8.91	10.69	6.33		
1987	病 株 率 (%) Incidence of disease (%)	2.90	2.92	5.41	11.59	18.35	38.14	86.97	100.0
	每株翅蚜量 No. of alate aphids per plant	0.02	0.02	0.03	0.09	0.05	0.31	0.78	2.65
	每株面积飞翔蚜量 No. of flight aphids per plant canopy area	0.06	0.15	0.61	4.00	1.90	14.32	35.92	24.22

四、主要飞翔蚜虫种的传毒特性:

1. 得毒最适时间: 大豆蚜和豆蚜两个介体种的有翅蚜得毒饲育 30—60 秒均有较高的传毒率, 而得毒 40—50 秒传毒率最高, 即此时间为得毒最适时间。相反得毒时间少于 20 秒传毒率明显降低。但两个介体种间传毒率有明显差异详见表 3。

表 3 大豆蚜、豆蚜不同得毒饲育时间对 SMV 的传毒率* (哈尔滨 1986)

Table 3 Transmission rate of different acquisition times with A. glycines and A. craccivora* (Harbin 1986)

蚜虫种类 Aphid species	得 毒 时 间 (秒) Acquisition time (Sec.)						
	10	20	30	40	50	60	CK
大 豆 蚜 A. glycines	3.33	13.79	30.30	33.33	33.33	27.59	0.0
豆 蚜 A. craccivora	10.00	22.45	28.21	58.33	50.00	20.00	0.0

* 平均温度 22℃ 左右下进行。* Average temperature about 22℃

2. 一次得毒连续传毒株数: 供试的四个蚜虫种只有桃蚜能以 2.94% 的概率连续传

毒致病第二株，余之均一株（表 4）。即介体蚜虫得毒后绝大多数只能以一定的概率传毒致病一株便失去传毒能力。

表 4 介体蚜虫一次得毒连续传染大豆株数*（哈尔滨 1986）
Table 4 Plants infected by continuous transfer after one acquisition
probe of vector aphids* (Harbin 1986)

连续传毒植株次序 Sequence of continuously inoculated plants	介体蚜虫种 Vector aphid species				
	大豆蚜 A. glycines	桃 蚜 M. persicae	茄无网蚜 Ac. solani	豆 蚜 A. craccivora	CK
第一株 First plant	10.71	20.46	7.69	17.88	0.0
第二株 Second plant	0.0	2.94	0.0	0.0	0.0
第三株 Third plant*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* 平均温度 20℃ 左右。 * Average temperature about 20℃

3. 主要飞翔蚜虫种的传毒效率：结果（表 5）表明供试的 6 个蚜虫种同一种的有翅和无翅蚜传毒效率无明显差异，不同种间的传毒效率差异显著，最高的是豆蚜，桃蚜次之，然后顺次是大豆蚜，茄无网蚜、玉米蚜、而棉蚜最低。

表 5 主要飞翔蚜虫种的传毒效率*（哈尔滨—1986, 1987）
Table 5 Transmission efficiencies of some major flight aphid species
in soybean field* (Harbin 1986, 1987)

项 目 Items	蚜 虫 种 Aphid species											
	大豆蚜 A. glycines		茄无网蚜 Ac. solani		豆 蚜 A. craccivora		桃 蚜 M. persicae		玉米蚜 R. maidis		棉 蚜 A. gossypii	
	有翅 Alate	无翅 Apterous	有翅 Alate	无翅 Apterous	有翅 Alate	无翅 Apterous	有翅 Alate	无翅 Apterous	有翅 Alate	无翅 Apterous	有翅 Alate	无翅 Apterous
接种株数 No. of inoculated plant	60	60	59	60	60	60	59	58	62	40	70	—
致病株数 No. of infected plants	20	18	14	14	35	32	28	27	8	5	3	
病株率(%) Infection percentages(%)	33.33	30.00	23.73	23.33	58.33	53.33	47.46	46.55	12.90	12.50	4.29	
CK (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

* 20—25℃ 平均温度下进行。 * Average temperature about 20—25℃

五、SMV 主要介体蚜虫种类：

从两年诱盘捕获飞翔蚜虫和其传毒率(表 6)，可以认为大豆蚜是造成 SMV 田间流行的最重要介体种，其传毒蚜占传毒蚜总数的 74%。而豆蚜，其传毒蚜占传毒蚜总数的 15.5%，桃蚜占 5.6%，茄无网蚜占 2.16%。其余玉米蚜、棉蚜所占比例很小。

表 6 田间传播 SMV 的主要介体蚜虫种及其传毒效率分析

Table 6 Analysis of important vector aphid species in soybean fields and their transmission efficiency

蚜虫种类 Aphids pecies	数 量 No.of aphids	占总量的比% Percentage to total %	传毒效率% Transmission efficiency %	传毒蚜量 No.of aphids with trans- mission abi- lity	占总量的传毒率% Transmission percentage to total %	占传毒蚜总量的比% Percentage to total aphids with transmi- ssion ability %
大豆 蚜 A. glycines	516	64.34	33.33	172	21.45	74.14
豆 蚜 A. craccivora	61	7.61	58.33	36	4.49	15.52
桃 蚜 M. persicae	28	3.49	47.46	13	1.62	5.60
茄无网蚜 Ac. solani	19	2.37	23.73	5	0.62	2.16
棉 蚜 A. gossypii	41	5.11	4.29	2	0.25	0.86
玉 米 蚜 R. maidis	34	4.24	12.90	4	0.50	1.72
禾缢管蚜 R. padi	34	4.24	—	—	—	—
榆 绵 蚜 E. dilanuginosum	10	1.26	—	—	—	—
其 它 Other specimens	59	7.36	—	—	—	—
总 计 Total specimens	802	100.0		232	28.93	100.0

结 论 和 讨 论

在田间大豆植株上繁殖危害的蚜虫种，有大豆蚜、茄无网蚜和豆蚜等，而大豆蚜占繁殖危害蚜虫数量的绝对优势，茄无网蚜仅有一定数量繁殖危害，其口针刺吸大豆株产生枯斑并逐渐扩大，亦能造成严重危害。而豆蚜只能暂居少量繁殖，危害苗期的大豆。

采用与大豆植株叶片反射光谱相似的绿色诱盘,测定大豆田自然迁飞着落蚜虫的飞翔动态,取得了理想的效果。它最能反映田间蚜虫飞翔频率,及其与 SMV 流行的相关性,是研究田间蚜虫传播病害的好方法。其测定结果能够代表田间自然迁飞着落蚜虫的数量、频率和种类。

大豆田迁飞蚜虫主要种类有大豆蚜、豆蚜、棉蚜、玉米蚜、禾缢管蚜、桃蚜和茄无网蚜。大豆蚜迁飞数量呈现绝对优势,年度间和不同生境,种间数量有所差异,但主要种类基本一致。有翅蚜飞翔频率与 SMV 流行相关密切,可通过有翅蚜飞翔频率,和田间病株率,预测病害流行速率。

介体蚜虫传染 SMV 得毒饲育时间不同,同一种的传毒效率差异显著。得毒饲育 30—60 秒传毒率高,得毒最适时间是 40—50 秒。大多数介体蚜虫种一次得毒后只能传毒致病一株,就失去传毒能力,而桃蚜偶尔能以很低的概率 (2.94%),传毒致病第二株。不同介体蚜虫种对 SMV 的传毒效率差异很大。同一种的有翅无翅蚜,传毒效率无明显差异。造成 SMV 田间流行的主要传播介体,是大豆蚜。而豆蚜、桃蚜和茄无网蚜在 SMV 的传播流行中亦起一定的作用。

参 考 文 献

- [1] 张明厚等: 1986, 植物病理学报 16(3): 151—157
- [2] 孙永吉等: 1987, 吉林农业科学 2: 12—16
- [3] 郭春祥等: 1983, 上海免疫学杂志 3(2): 97—100
- [4] Abnery, T. S. et al: 1976, J. Econ. Entomol. 69: 254—256
- [5] Irwin, M. E. and Goodman, R. M.: 1981, In plant Disease and Vectors: Ecology and Epidemiology (K. Maramorosch and K. F. Harris eds) 182—220 New York Academic Press.
- [6] Susan, E. H. et al: 1981, Ann. appl. Biol. 98: 15—19
- [7] Schultz, G. A. et al: 1985, J. Econ. Entomol. 78: 143—147
- [8] Lister, M. R.: 1978, Phytopathology 68: 1393—1400
- [9] Irwin, M. E.: 1980, In Sampling Methods in Soybean Entomology (M. Kojan and D. C. Herzog eds) Springer-Verlag, New York.

STUDY ON THE IMPORTANT VECTORS OF SOYBEAN MOSAIC VIRUS AND THEIR TRANSMISSION EFFICIENCIES

Guo Jingquan Zhang Minghou

(Northeast Agricultural College, Harbin)

Aphis Craccivora and other species also can form small, temporary colonies on seedling soybeans, besides *Aphis glycines* and *Acyrtosiphon solani* can colonize on soybean plant in the field in Harbin. The

number and species of flight alate aphids varied with ecological environment changed, but the main flight alate species were basically consistent during tow years. The Green-pantraps trapped alate aphids landing on soybean canopy and some of specimens were identified. The results indicated that, besides the three aphid species as mentioned above, *Aphis gossypii*, *Rhopalosiphum maidis*, *R. padi*, *Myzus persicae* accounted for the most of alate aphids alighting on soybean, but the number of *Aphis glycines* was absolutely the most abundant and *Acyrtosiphon solani* on the contrary. The number of alate aphids on soybean plant considerably correspond to that of alighting on soybean canopy area trapped with the Green-pantraps. The frequency of alate aphids landing on soybean was greatly related to SMV epidemic rate. The 83—02 isolate of SMV transmitted by aphid vectors with acquisition probe of 30—60 sec. were with higher transmission efficiencies, 40—50 sec. the highest. The most vector aphid species of acquisition probes only transmitted the virus to the first plant, but *M. persicae* to the second plant with 2.94% transmission probability. Under the vector aphid species transmitted SMV is late 83—02 by single alate form with optimal acquisition time, the transmission efficiency of *A. craccivora* was the highest: 58.33%, *M. persicae*: 47.66%, *A. glycines*: 33.33%, *Ac. solani*: 23.73%, *R. maidis*: 12.90%, *A. gossypii* was the lowest: 4.29% among the tested aphid species. The important vectors of SMV are *A. glycines*, but *A. craccivora*, and *M. persicae* also have a certain contribution in spread of SMV.

Key words: SMV, Important vectors, Green-pantraps, Transmission efficiency