维普资讯 http://www.cqvip.com

感染菜豆普通花叶病毒植株的形态、生理代谢及产量性状与病毒浓度的关系

张爱文 吕文清

（中国农科院生物防治研究室，北京，100081） （东北农学院植病教研室，哈尔滨，150030）

摘 要

在四个菜豆品种"沙克沙"、"家雀蛋"、"自来油"、"白大架"上接种菜豆花叶病毒〔Bean Common Mosaic Virus (BCMV)V-5〕，接种后15—25天测定，病毒在植株体内的浓度达到高峰。同时，植高、叶面积，叶绿素总量，光合速率较健康株明显下降，呼吸强度、游离态氨基酸总量上升。接种后30—35天，病毒含量开始下降，光合速率，呼吸强度、株高几乎接近正常水平。叶面积、叶绿素总量，游离态氨基酸总量同健株的差异也大大减少。继病毒侵入后植株生理代谢的失调，温室盆栽条件下，菜豆不同品种的产量损失为40—64%。

关键词：菜豆普通花叶病毒 植株形态 生理代谢 产量

在菜豆病毒病中，菜豆普通花叶病毒（BCMV）分布相当广泛。国内外学者从30年代开始就进行了BCMV的研究工作。BCMV对菜豆生产的威胁较大，R.O.Hampton（1975）估计：由于BCMV的侵染，菜豆产量的损失为50～60%R.D.Joshi（1981）研究BCMV对菜豆初级生产的影响认为：受BCMV侵染的植株，初级生产量下降，形态发生改变，光合色素降低。O.P.Sehgal(1964)等人的研究证明，病株体内游离态氨基酸和酰胺的浓度随症状的严重程度相应变化。国内这方面的工作对马铃薯、芜菁、水稻等作物研究较多，在菜豆上有关类似的研究几乎没有开展。针对这种情况，本项研究着重测定了感染BCMV的菜豆植株的形态、生理代谢及产量性状的变化与病毒浓度的关系。

材料和方法

1. **毒株**：东北农学院（哈尔滨）鉴定的BCMV(V—5)。
2. **供试寄主**：菜豆"沙克沙"、"家雀蛋"、"白大架"、"自来油"。
3. **接种方法**：温、网室条件下机械磨擦接种。
4. **受害植株BCMV浓度的测定**：

a. 菜豆"Topcrop"枯斑寄主定量：20天叶龄的"Topcrop"植株接种前置于蔽光处48小时后，取已接种BCMV(V-5)并显症的菜豆品种"沙克沙"、"家雀蛋"、"自来油"、"白大架"顶部展开叶片，按不同的感染时期定量取样品研成接种液。将"Tocrop"的四

本文于1989年10月14日收到

维普资讯 http://www.cqvip.com

片复叶任取四个半叶组成4×4拉丁方排列进行接种，然后置于32℃生长箱中48小时，计算接种叶片枯斑数进行统计分析。

b. 菜豆"Monroe"枯斑定量如a。

5. **受害植株的叶绿素总量、光合速率、呼吸强度以及株高、叶面积的测定**：3月初播种"2"中的四个品种各16盆，一对真叶期各取8盆接种BCMV(V-5)，其余为对照。接种后第一片显症叶片出现（接种后15—20天）和初花期（接种后30—35天）进行两次测定（每个品种各生育期测定病健株四盆）。从子叶痕到茎夹生长点量取株高。以FQ型红外气体交换仪离体测定顶部叶片的光合速率、呼吸强度。同时，以叶绿素仪测定叶绿素总量。ΔHitachi—ΔT型叶面积仪测量叶面积。

6. **游离态氨基酸的提取与测定**：与"5"中同期播种的四个品种，早八点采收，—20℃冰箱过夜。1:2.5(W/V)加入蒸馏水，匀浆后加入等体积乙醚震荡15分钟。100400g离心30分钟，弃上清和底部沉淀，吸取中部液相。按1:3(V/V)加入苦味酸（pH7），磁力搅拌30分钟。16000g离心30分钟。上清通过202×5cm色层分离柱（内装Cl^-型，60目离子交换树脂，pH7）。流出物放入旋转蒸发器中。45℃水浴真空干燥、干燥物以10mlpH2.2柠檬酸钠缓冲液定容。取2ml注入Hitachi 830—50型氨基酸分析仪中测定。

7. **受害植株产量损失的测定**：种植和接种方法同前。分别记载病健株的花期、成荚数、株嫩荚重（采收时间：矮生品种为始花后20—25天，蔓生品种为始花后25—30天）。

结　果

1. 受BCMV(V-5)侵染的菜豆植株体内病毒浓度的变化：枯斑寄主定量测定的结果表明，四个菜豆品种在感染BCMV(V-5)后10—15天体内病毒浓度急剧上升。较感病的"沙克沙"18天便达到高峰。"白来油"、"白大架"21天达到最高峰，而较抗病的"白大架"25天病毒浓度最高。此后，病毒浓度下降的幅度因品种不同而异，见图1。

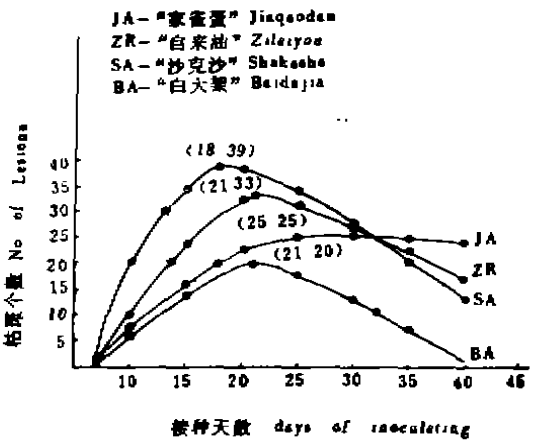

图1 不同品种、不同接种天数产生的枯斑个数
Fig.1 The no. of lesion on different cultivars produced after various inoculating stages

2. 感病植株的株高、叶面积、光合速率和呼吸强度的变化：由测定结果可见：苗期感病植株的叶面积、叶绿素含量和光合速率都明显下降。较感病的"沙克沙"叶面积减少1/2，株高、叶绿素含量减少1/3左右，而呼吸强度却有所增加。上述指标在花期均向正常水平靠近，见表1

3. 感病植株体内游离态氨基酸的变化：分析表1、2中的数据可知，感病植株无论在苗期还是花期，除个别品种的某种氨基酸呈下降趋势外，绝大多数的游离氨基酸都不同程度有所增加，而且这种增加的趋势在苗期较花期明显。

表 1 不同品种不同时期感株生长情况及生理代谢的变化

Table 1 The changes of growing and physiological metabolising of infected plants among various cultivars at different growing stages

分类 types	项目 items	沙克沙 Shakesha 苗期 seedling stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	沙克沙 花期 flower stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	自来油 Zilaiyou 苗期 seedling stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	自来油 花期 flower stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	家雀蛋 Jiaqiaodan 苗期 seedling stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	家雀蛋 花期 flower stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	白大架 Baidajia 苗期 seedling stage 对照 ck	病 inf	差 dif.	白大架 花期 flower stage 对照 ck	病 inf	差 dif.
生长状况 the situation of growth	株高 (cm) plant high (cm)	19.5	11.12	8.38	42.11	38.21	3.90	21.90	17.34	4.56	30.10	30.00	0.10	45.50	35.50	10.00	88.30	88.20	0.10	40.80	34.47	6.33	82.40	82.38	0.02
	叶面积(cm^2) leave area (cm^2)	86	45	41	152	117	3.5	90	51	39	150	121	29	121	97	24	160	148	12	110	98	12	148	137	11
	叶绿素 (mg/dm^2) chlerophyll	0.30	0.21	0.09	0.29	0.26	0.03	0.31	0.25	0.06	0.25	0.23	0.02	0.34	0.26	0.08	0.30	0.28	0.02	0.29	0.26	0.03	0.29	0.28	0.01
生理代谢 physiological metabolism	光合速率 ($mgCO_2/dm^2 \cdot hr$) photosynthetic rate ($mgCO_2/dm^2 \cdot hr$)	7.74	6.35	1.39	3.05	2.9	0.15	8.38	7.70	0.68	8.44	8.43	0.01	9.86	9.11	0.55	9.90	9.89	0.01	9.00	8.81	0.19	9.00	8.90	0.10
	呼吸强度 ($mgCO_2/dm^2 \cdot hr$) respiration inteneity ($mgCO_2/dm^2 \cdot hr$)	3.87	4.62	-0.75	4.72	4.75	-0.03	3.65	4.26	-0.61	4.14	4.25	-0.11	4.06	4.28	-0.22	4.31	4.32	-0.01	3.54	3.66	-0.12	4.34	4.36	-0.02

inf=infected dif=diferent

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 2 苗期病健株体内游离态氨基酸的变化

Table 2 The changes of free amino acids inside the body of infected and healthy plant at seadling stage

编号 NO.	氨基酸 amino acids	家雀蛋 Jiaqiaedan 病(ng) the infected	家雀蛋 健(ng) the healthy	家雀蛋 变率(%) dif.rate	自来油 Zilaiyon 病(ng) the infected	自来油 健(ng) the healthy	自来油 变率(%) dif.rate	沙克沙 Shakesha 病(ng) the infected	沙克沙 健(ng) the healthy	沙克沙 变率(%) dif.rate	白大架 Baidajia 病(ng) the infected	白大架 健(ng) the healthy	白大架 变率(%) dif.rate
1	Asp	2045.15	1474.36	38.71	2193.24	1350.58	62.39	2187.40	1765.75	39.70	1555.25	1092.48	42.36
2	Glu	1437.10	784.84	83.11	1288.83	800.25	60.96	3840.00	4311.35	−10.93	1134.25	715.81	58.46
3	Gly	224.30	281.04	20.19	197.71	189.26	4.19	192.31	219.61	−12.43	84.57	215.81	−61.35
4	Arg	1286.97	888.19	87.00	987.16	561.68	75.76	640.12	488.51	31.04	488.84	198.01	146.88
5	Try	126.10	254.34	−50.42	115.21	156.99	−26.61	79.88	81.84	−2.30	171.35	355.03	−51.71
6	Phe	606.43	409.79	47.99	380.03	336.77	12.85	416.30	305.67	38.19	237.33	159.92	48.41
7	His	200.54	128.00	56.67	198.32	89.83	121.67	245.70	154.15	60.43	254.15	296.14	14.18
8	Pro	646.00	499.25	29.39	314.80	225.63	38.89	249.18	336.92	3.94	663.27	155.52	326.49
9	Thr	3187.41	1214.34	162.48	3140.80	2375.03	32.24	1225.62	928.71	31.97	639.79	478.24	33.78
10	Ser	1288.40	699.13	84.29	1079.82	928.86	18.32	2260.14	1822.14	24.04	663.77	590.00	12.50
11	Ala	171.56	131.31	30.65	258.43	163.75	56.80	1129.54	1278.21	−11.49	929.60	944.25	−1.55
12	Val	158.42	133.73	18.46	132.41	110.77	19.54	112.36	113.01	−0.58	65.07	111.64	−41.71
13	Met	266.40	177.02	49.93	311.84	304.31	2.47	144.07	113.17	27.30	79.72	315.88	−74.76
14	Ile	233.47	178.17	31.04	175.68	106.76	64.56	239.24	142.20	68.24	77.80	111.87	−30.45
15	Leu	243.85	254.34	−4.12	194.79	127.85	52.60	156.43	125.27	24.08	99.96	207.61	−51.85
16	Lys	345.12	344.30	0.24	639.79	478.24	33.78	169.33	154.01	9.90	106.67	185.21	−42.42

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 3 花期病健株体内游离态氨基酸的变化

Table 3 The changes of free amino acids inside the infected and healthy plant at flower stage

编号 NO.	氨基酸 amino acids	家雀蛋 Jiaqiaodan 病(ng) the infected	家雀蛋 健(ng) the healthy	家雀蛋 变率(%) dif.rate	自来油 Zilaiyou 病(ng) the infected	自来油 健(ng) the healthy	自来油 变率(%) dif.rate	沙克沙 Shakesha 病(ng) the infected	沙克沙 健(ng) the healthy	沙克沙 变率(%) dif.rate	白大架 Baidajia 病(ng) the infected	白大架 健(ng) the healthy	白大架 变率(%) dif.rate
1	Asp	619.59	563.67	9.92	1010.42	730.25	38.84	733.25	565.46	29.69	1655.25	1092.48	42.36
2	Glu	255.60	140.81	81.50	162.56	387.78	−58.08	236.55	472.27	−49.91	1134.26	715.81	58.46
3	Gly	243.47	286.86	15.13	203.28	210.07	−3.23	292.76	216.55	11.93	84.57	218.81	−61.35
4	Arg	245.60	290.71	18.90	1085.04	1809.09	40.02	943.33	825.17	14.32	488.84	198.01	145.88
5	Try	63.77	121.91	−47.70	152.55	153.60	−0.69	327.65	375.27	−12.79	171.35	355.03	−51.74
6	Phe	520.73	651.19	−20.03	251.02	195.25	28.56	174.00	130.26	33.58	237.33	159.92	48.41
7	His	115.99	97.64	18.79	178.55	142.10	25.65	168.68	113.06	50.28	254.15	296.14	14.18
8	Pro	238.95	240.39	−0.60	314.60	316.20	−0.60	299.98	358.44	18.58	663.27	155.62	326.49
9	Thr	1576.62	728.88	116.31	1900.00	1469.98	29.25	185.52	174.78	6.20	639.79	478.24	33.78
10	Ser	1237.07	839.94	47.28	316.90	298.41	6.20	60.03	66.07	9.00	663.77	590.00	12.50
11	Ala	2212.44	2464.14	−10.21	255.30	166.78	53.08	1443.40	1176.15	22.72	929.60	944.26	−1.55
12	Val	412.55	316.99	23.16	1419.85	1391.74	2.02	187.68	187.15	0.28	65.07	111.64	−41.71
13	Met	144.00	133.72	7.69	157.57	126.37	24.33	107.11	109.53	−2.21	79.22	315.88	−74.76
14	Ile	132.96	140.03	−5.05	199.31	173.61	14.80	136.55	129.01	8.99	77.80	111.87	−30.45
15	Leu	197.91	306.11	−35.36	227.91	188.87	20.67	239.24	249.19	−39.90	99.96	207.61	−51.85
16	Lys	226.63	244.17	−7.18	244.04	172.98	41.08	250.16	245.10	2.06	106.67	185.27	−42.42

维普资讯 http://www.cqvip.com

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 4 不同品种感病后产量性状的变化[a]

Table 4. The changes among the cultivares after infecting by BCMV (V—5)

指标 indexes	家雀蛋 Jiaqiaodan			自来油 Zilaiyou			沙克沙 Shakesha			白大架 Baidajia		
	病 the infected	健 the healthy	差 dif	病 the infected	健 the healthy	差 dif	病 the infected	健 the healthy	差 dif	病 the infected	健 the healthy	差 dif
花期(日/4月) flower stage (day/Apr.)	24	18	6	20	15	5	20	14	6	26	20	6
花数 (个) no. of flower (No.)	15	28	13	16	23	7	10	18	−8	20	29	−9
成荚数 (个) no. of pod (No.)	10	20	−10	11	20	−9	7	17	−10	16	24	−8
株嫩荚重(斤) weight of fresh pod (Jin)	0.23	0.51	−0.28	0.29	0.6	−0.31	0.12	0.33	−0.21	0.41	0.68	−0.27
减产[b] (%) reduce of yield (%)	55	—	—	52	—	—	64	—	—	40	—	—

a. 30株平均值
The average of 30 plants

b. 减产以嫩荚重计
The reduce of yield is counted with the weight of fresh pods.

4. 感病植株依品种不同的产量性状变化

由表 4 可见：菜豆植株感病后，花期推迟最长达 6 天，花数减少 7 —13个不等。成荚数减少一倍左右，以株嫩荚重计减产最高达64%。

讨 论

1. 病毒浓度 据 Epnraim 等人（1974）的研究，BCMV 侵入菜豆后 24—48小时开始在体内运转。60小时后遍及整个地上地下部分。360—480小时便达到病毒浓度的最高峰，然后病毒浓度开始下降。顶芽始终是病毒较集中的部位。这个结论与本试验的结论基本一致。接种前的暗处理，接种后的适温、强光照、长日照有利于病毒的侵入。本试验利用了早春温室条件，因而，上述因素得到了较好的控制。

2. 株高、叶面积、叶绿素、光合速率、呼吸强度与病毒浓度 J.C Tu 等人（1968）测定了感染玉米矮化病毒的植株认为，接种病毒后 6 — 9 天叶绿素含量减少，呼吸强度增加6 —32%。光合速率 9 —12天下降20—25%。本试验的结果表明，病毒浓度的高峰期（接种后15—28天）叶面积、光合速率、叶绿素含量和株高大幅度下降，而

维普资讯 http://www.cqvip.com

呼吸强度上升、营养体弱小。接种后30—35天，病毒浓度平稳下降，光合速率，呼吸强度几乎恢复到正常水平。

3. 感病后植株体内游离态氨基酸与病毒浓度的变化　J.C.Tu 等人（1970）、田波等人（1963）分别对不同作物感病后体内游离态氨基酸进行测定，他们研究的共同之处，感染病毒后，植株体内游离态氨基酸的总趋势上升。酰胺中，天门冬酰胺、谷酰胺的含量与症状相关。我们的试验由于没有酰胺的标准样品，所以没有对酰胺含量加以测定，但从游离态氨基酸含量的测定可以看出，在病毒浓度的高峰期，病健株相比天门冬氨酸、精氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、脯氨酸、丝氨酸、苏氨酸在四个品种中表现出一致上升。酪氨酸一致下降，其它种类的氨基酸的变化依品种不同而不同。到了病毒浓度平稳下降期，只有天门冬氨酸、精氨酸、组氨酸、丝氨酸、苏氨酸在四个品种中一致上升，酪氨酸一致下降，其它氨基酸变化不一。但很显然，两个时期相比，在病毒浓度下降期（花期），病健株体内游离氨基酸的差异小于病毒浓度的高峰期（苗期）。

4. 不同品种感染 BCMV 的产量损失　继一系列生理、生化代谢的失调，产量性状也随之改变，由于感病前期营养体生长极为不良，到了病毒影响削弱的后期，生殖生长仍受到限制，加上感病初期花芽分化受到干扰，因而，各项产量性状，花期、花数、荚数、嫩荚重都明显减少。按 Joshi 等人（1981）对菜豆受 BCMV 侵染后造成的代谢紊乱和产量测定的结果，感病植株的产量损失达42%。本试验对四个品种测定产量损失的结果认为，“沙克沙”＞“家雀蛋”＞“自来油”＞“白大架”＝64%＞55.%＞52.%＞40%。

参 考 文 献

〔1〕 田波等，1963，植物保护学报 2:417—422
〔2〕 Commoner, B.and Nehari, V., 1953, J.Gen, Physiol.36:719—805.
〔3〕 Ephraim, J.A.Ekpe and Seatter, A.W., 1975, Plant Disease Reportel 59(12)939—943.
〔4〕 Hampton, R.et al., 1919, Phytopathology 68:989—997.
〔5〕 Joshi, R.D.et al., 1981, Indian Phytopath.34(1)48:49.
〔6〕 Selaman, L.W.et al.1961, Ann. Appl.Biol.49:601.
〔7〕 Sehgal, O.P.et al., 1964*, Phytopathology 54,775—778.
〔8〕 Tu, J.C.et al., 1968, Phytopath.58:279—286.
〔9〕 Tu, J.C.et al., 1970, Phytopathology.60:660—664.

维普资讯 http://www.cqvip.com

The Relationship between the Virus Concentration and the Plant Shape, Physiological Metabolism and the Character of Yield of Plants Infected by Bean Common Mosaic Virus (V-5)

Zhang Ai-wen
(Biological control Laboratory, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081)

Lu Wen-qing
(Northeast Agricultural College, Harbin, 150030)

Inoculating the Bean common mosic virus (V-5) on four bean cultivars— "Shakesha" "Jiaqiaodan" "Zilaiyou" and "Baidajia" ,then investigating the plants 15 days later, concentration of virus in bean plants reached top level. Meanwhile, the hight of plant, leaf size,the whole mount of chlorophyll and the photosynthetic rate decrease obviously,on the contrary,respiration and free amino acid increase as compared with the healthy plants.From thirty to thirty-fiev days after inoculating, the amount of virus in plants is getting down,photosynthetic rate, respiration and the hight of plant almost revive to the normal level. The difference between the infected and healthy plant of leaf size and chlorophyll reduces greatly. Following a series of imbalance with physiological metabolism, the list of yield among four cultivars on the condition of greenhouse is 40—64% separately.

Key Words. Bean Common Mosaic Virus(BCMV) The shape of plant Physiological metabolise Yield