

农艺与调制

刘勇, 黄昌军, 曾建敏, 等. 抗 PVY 云烟 87 定向改良新品种“云烟 301”的选育及特征特性 [J]. 中国烟草学报, 2020, 26 (3).
LIU Yong, HUANG Changjun, ZENG Jiangmin, et al. Breeding and characteristic of PVY resistant new variety Yunyan301 obtained by directional modification on basis of Yunyan87 as femal parent [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2020, 26 (3). doi: 10.16472/j.chinatobacco.2020.048

抗 PVY 云烟 87 定向改良新品种“云烟 301”的选育及特征特性

刘勇, 黄昌军, 曾建敏, 肖炳光, 于海芹, 李永平

云南省烟草农业科学研究院/国家烟草基因工程研究中心, 昆明 650021

摘 要: 抗 PVY 云烟 87 新品种“云烟 301”是云南省烟草农业科学研究院、国家烟草基因工程中心在克隆烟草隐性抗 PVY 基因 *eif4e1* (又称为感 PVY 基因 *eIF4E1*)、开发功能性分子标记、分析国内外抗 PVY 品种和种质资源基因型过程中, 以云烟 87 为母本、Y85×RY2/F₂ 为父本 (携带 *eif4e1*) 杂交, 以定向改良云烟 87 的 PVY 抗性为主要目标, 通过连续回交、分子标记辅助选择、全基因组基因芯片背景检测等技术培育而成 (非转基因)。云烟 301 的遗传背景恢复为云烟 87 的比率为 99.43%, 云烟 301 的 PVY 抗性显著提高, 保留了云烟 87 的栽培烘烤特性、原烟风格特征和感官质量。在打顶后 PVY 发病率达到 1% 的云烟 87 种植区, 种植云烟 301 可挽回病害损失, 具有良好的推广价值。

关键词: 烤烟; PVY 抗性; 云烟 87; 基因组定向改良

烤烟品种云烟 87 是云南省烟草农业科学研究院选育的优良品种, 具有生态适用性好、易栽易烤等优点^[1], 原烟清香型风格突出, 被卷烟工业企业广泛接受, 连续 10 多年为我国烤烟主栽品种。云烟 87 年均种植面积达 600 万亩 (40 万公顷), 但云烟 87 易感马铃薯 Y 病毒病 (*Potato virus Y*, PVY)。PVY 是我国烟草上的重要病害, 每年造成的损失位列十大烟草侵染性病害名单前列^[2-3]。我国受 PVY 威胁烤烟面积年均 300 万亩 (20 万公顷)。生产上主要采取治虫防病、药剂防治等措施防治, 防治效果不高。局部地区 PVY 暴发的情况仍然时有发生, PVY 的防控仍然是烟叶生产中的一个热点和难点^[4-8]。种植抗病品种是防控 PVY 的经济有效手段, 但前提条件是抗病品种的抗性高、生态适应性好且无产量质量劣势。目前, 我国缺乏高抗 PVY 的自育主栽品种, 国外引进的高抗 PVY 烤烟杂交种, 如: NC55、NC102, 由于生态适用性等原因, 种植面积占 PVY 危害面积的比

重较小, 由于雄性不育也不能作为育种亲本利用。我国审定的烤烟新品种多, 但主栽品种一直是云烟 87、K326 等。主要原因是新审定品种的栽培烘烤特性、原料风格特征和感官质量与特定产区原有主栽品种存在较大差异, 工农业适应调整的风险和成本较大。采用常规杂交、系谱选育方法, 难以达到定向改良主栽品种抗性的目标。

《烟草基因组计划重大专项》实施为烤烟主栽品种定向改良创造了技术条件。项目组在“十二五”期间克隆了烟草感 PVY 的 *eIF4E1* 基因^[9-10] (*va* 位点缺失 *eIF4E1* 基因表现为抗病)、开发出基因功能分子标记^[11]、鉴定出抗 PVY 种质资源。郑州烟草研究院等单位研发出栽培烟草全基因组芯片。在《烟草基因组计划重大专项》的部署下, 确定育种目标为定向改良云烟 87 的 PVY 抗性, 满足我国 PVY 危害较重地区烟叶生产稳定发展和工业企业对优良品种的需求。

抗 PVY 云烟 87 的定向改良育种过程如下: 采

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司科技项目 (2017YN02), 国家自然科学基金地区科学基金项目 (31860490)

作者简介: 刘勇 (1970—), 博士, 副研究员, 主要从事烟草病害防治与抗病育种研究, Tel: 0871-65106352, Email: 645312752@qq.com

收稿日期: 2020-03-08; **网络出版日期:** 2020-06-13

用常规杂交和分子标记辅助选择将 *va* 位点导入云烟 87, 通过 4 次回交恢复云烟 87 的遗传背景。获得 BC_4F_2 后, 通过连续田间株系比较, 筛选株型、农艺性状类似云烟 87 株系 (BC_4F_5)。然后采用烟草全基因组芯片进行遗传背景检测, 筛选出遗传背景恢复率最高的单株, 自交收获品系 BC_4F_6 。再进行品系比较、生产试验、农业评审、工业验证和审定。

抗 PVY 云烟 87 新品种“云烟 301”保留了云烟 87 品种优良栽培烘烤特性、风格特征和感官质量, 能低成本高效绿色防控 PVY 病害, 农业上易栽易烤好收购, 工业上知根知底不必改配方, 具有良好的推广应用前景。

1 选育过程

亲本来源: 母本为云烟 87, 其系谱为 K326×云烟二号, 云烟二号的系谱为 G-28×红花大金元。父本为携带 *va* 位点的种质资源 RY2 衍生的育种中间材料。RY2 具有美国烤烟系谱, 具有高抗 PVY 的优点, 在水肥条件较差的情况下长势偏弱、气候斑较重。前期利用 RY2 与云烟 85 (简称 Y85) 杂交, 获得抗 PVY 的 F_2 单株 (以 $Y85 \times RY2/F_2$ 表示)。

在克隆烟草感 PVY 基因 *eIF4E1*、开发功能性分子标记、掌握国内外抗 PVY 品种和种质资源基因型过程中, 明确了定向改良云烟 87 的 PVY 抗性的育种目标。以 $Y85 \times RY2/F_2$ 作为抗性供体亲本 (父本), 通过连续回交、杂交、分子标记辅助选择、全基因组

基因芯片背景检测等技术定向改良云烟 87 的 PVY 抗性。2010 年配制杂交组合, 2011—2014 年进行回交, 2015—2016 年进行株 (品) 系比较, 2017 年进行遗传背景评价、品系比较和小面积生产示范。2017 年 8 月, 在云南省昆明市石林县通过由国家烟草专卖局科技司和中国烟叶公司组织的田间鉴评。2018 年参加全国 (西南区) 生产试验, 通过农业评审和审定。

2 遗传背景 SNP 芯片评价

由中国烟草总公司郑州烟草研究院采用四倍体烟草基因分型基因芯片 (Tobacco 420k SNP array) 进行遗传背景选择。该款芯片包含了 432362 个烟草 SNP 位点, 并均匀分布整个烟草基因组。将芯片实验数据过滤, 获得 410301 个 SNP 位点分型数据。基于亲本 RY2 和云烟 87 间多态性 SNP 筛选, 获得 19187 个双亲间多态性纯合 SNP 位点, 其中 14257 个纯合 SNP 位点定位在红花大金元染色体上。

挑选 10 个 BC_4F_5 进行品系比较试验, 根据长势、整齐度、叶形与叶片大小等植物学性状和农艺性状挑选优系, 对中选优系的姊妹单株进行 SNP 基因型分型, 分别统计姊妹单株与云烟 87 一致的 SNP 位点数量, 并计算姊妹单株的遗传背景恢复率。遗传背景恢复率以与云烟 87 一致的位点总数占双亲间的多态纯合 SNP 总数的百分比表示。遗传背景恢复率最高的一个单株 RY21-1(4) 达到 99.43%, 其余 4 个 BC_4F_5 的姊妹单株的遗传背景恢复率在 97.20%~97.34% 之间 (表 1)。5 个 BC_4F_5 的姊妹单株与云烟 87 不一致的 SNP 位点数在 110~537 个之间, 5 个单株之间存在一定数量的来自供体亲本的相同 SNP 位点 (未列出数据)。综上所述, 这些 BC_4F_5 单株与云烟 87 间的仅存在很小的遗传背景差异。

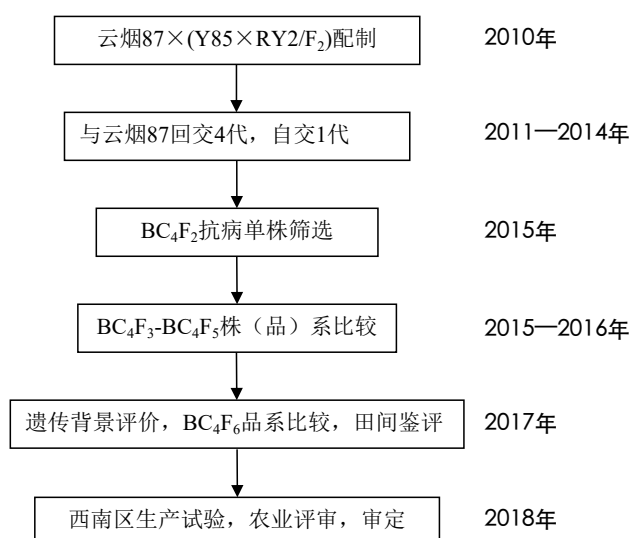


图 1 云烟 301 选育过程

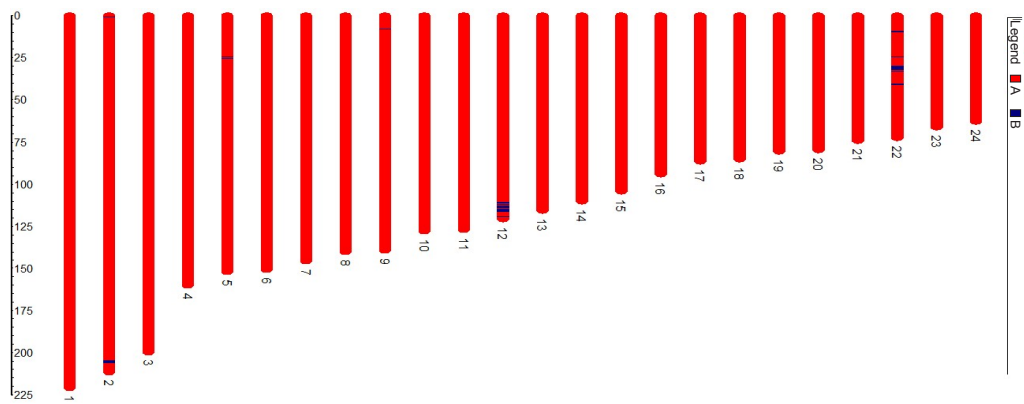
Fig. 1 Breeding process of Yunyan 301

表 1 部分 BC_4F_5 单株的遗传背景恢复率

Tab. 1 Genetic background recovery rate for some BC_4F_5 single plant

样品编号	芯片编号	与 Y87 一致位点数	与 Y87 不一致位点数	遗传背景恢复率 /%	备注
RY21-1(1)	693	18659	528	97.25	
RY21-1(2)	694	18670	517	97.31	
RY21-1(3)	668	18677	510	97.34	
RY21-1(4)	669	19077	110	99.43	背景最高
RY21-1(5)	670	18650	537	97.20	

注: 云烟 87 与 RY2 双亲间的多态纯合 SNP 数量为 19187 个。遗传背景恢复率 (SNP 位点一致率) = 与云烟 87 一致的位点总数除以双亲间的多态纯合 SNP 总数 × 100%。



注：红色代表云烟 87 基因型，蓝色代表 RY2 基因型。

图 2 RY21-1(4) 与云烟 87 间多态 SNP 位点分布（补齐染色体）

Fig. 2 Polymorphic SNP site distribution between RY21-1 (4) and Yunyan87 (complemented chromosome)

其中遗传背景恢复率最高单株为 RY21-1(4)。该单株与云烟 87 相比，在第 2、5、9、12、22 号等 5 条染色体上存在 6 个供体亲本的染色体片段（图 1）。RY21-1(4) 自交获得抗 PVY 云烟 87 新品系（BC₄F₆），编号为 RY21。RY21 审定后定名为云烟 301（审定编号 201807）。

3 主要植物学性状

云烟 301 株型塔形，叶片长椭圆形，叶色绿，茎叶角度中，田间长势强、烟株整齐度较好，分层落黄

特征明显，大田生育期平均为 125.7 天、与云烟 87 和 K326 相当。

4 主要农艺性状

按照“烟草品种审定评价与评分方法”综合 2016—2018 年试验调查结果（表 2），云烟 301 田间生长整齐一致，平均打顶株高 122.45 cm，稍高于对照品种云烟 87；平均有效叶片数 20.41；平均茎围 10.79 cm；平均腰叶长 78.64 cm 宽 30.92 cm；有效叶片数、茎围、腰叶长宽与对照云烟 87 相当。

表 2 云烟 301 农艺性状
Tab. 2 Agronomic characteristics of Yunyan301

品种（系）	年份	打顶株高 /cm	有效叶数 / 片	茎围 /cm	腰叶长 /cm	腰叶宽 /cm
云烟 301	2016 品比	125.3	21	10.7	76.4	34.3
	2017 品比	129.6	20.2	10.8	79.1	33.3
	2018 生产	119.11	20.29	10.81	79.23	29.00
云烟 87	2016 品比	121.6	21	10.4	72.2	32.1
	2017 品比	125.2	20.8	10.2	79.6	33.3
	2018 生产	111.54	20.11	10.27	75.00	28.07
云烟 301	加权平均	122.45a	20.41a	10.79a	78.64a	30.92a
云烟 87	加权平均	116.28b	20.43a	10.28b	75.36a	29.92a
较云烟 87 增减		5.30%	-0.06%	4.90%	4.35%	3.34%

注：1. 2016 年和 2017 年云南玉溪、昆明、曲靖品比试验结果权重 0.4、2018 年云南玉溪、曲靖、楚雄、四川凉山、贵州毕节生产试验结果权重 0.6。2. 数字后不含有相同小写字母表示差异显著，P<0.05，下同。

5 主要经济性状

在昭通昭阳区 PVY 高发病区，2016—2017 年品系比较结果表明，云烟 301 表现为高抗，PVY 的发病率为 0，而对照品种云烟 87 打顶后 PVY 发病率

为 22.0%。云烟 301 主要经济性状明显优于对照云烟 87，平均亩产量、亩产值和上等烟比例高于云烟 87（表 3）。表明云烟 301 替代云烟 87 可有效挽回 PVY 病害造成的产质量损失。

表 3 2016—2017 年品系比较试验云烟 301 主要经济性状 (PVY 高发病田)

Tab. 3 Variety test of lines of Yunyan301 main economic characteristics (PVY high-incidence field) in 2016—2017

年份	品系	打顶后 PVY 发病率 /%	亩产量 /kg	亩产值 / (元 / 亩)	均价 / (元 / kg)	上等烟比例 /%
2016	云烟 301	0	247.64	7042.43	28.44	71.81
	云烟 87	22.0	216.98	5060.29	23.32	52.33
2017	云烟 301	0	138.44	3350.88	24.2	42.74
	云烟 87	22.0	109.95	2311.77	21.03	32.15
平均	云烟 301	0a	193.04a	5196.66a	26.32a	57.28a
	云烟 87	22.0b	163.47b	3686.03b	22.18b	42.24b

注：表中数据为云南昭通昭阳 PVY 高发率田，2017 年前期干旱，影响了烟株长势、产量。

表 4 云烟 301 经济性状 (PVY 发病率小于 1%)

Tab. 4 Economic characteristics of Yunyan301

(PVY incidence less than 1%)

品种 (系)	年份	亩产量 /kg	均价 / (元 / kg)	亩产值 / (元 / 亩)	上等烟 比例 /%
云烟 301	2016 品比	245.2	30.59	7499.9	67.7
	2017 品比	163.3	25.7	4214.4	50.8
	2018 生产	172.4	24.4	4261.2	44.0
云烟 87	2016 品比	215.0	29.2	6263.9	69.34
	2017 品比	165.2	25.3	4188.6	55.9
	2018 生产	164.3	26.2	4367.8	51.3
K326	2016 品比	265.0	20.74	5496.1	45.26
	2018 生产	158.9	23.9	3861.1	38.9
云烟 301	加权平均	185.14a	25.90a	4899.58a	50.1a
云烟 87	加权平均	174.62a	26.62a	4711.18a	55.83a
K326	加权平均	201.34	22.64	4515.10	41.44
较云烟 87 增减		6.02%	-2.71%	4.00%	-10.26%
较 K326 增减		-8.05%	14.41%	8.52%	20.89%

注：2016 年和 2017 年云南玉溪、昆明、曲靖品比试验结果权重 0.4、2018 年云南玉溪、曲靖、楚雄、四川凉山、贵州毕节生产试验数据结果权重 0.6。

云烟 301 由全国区试 5 家科研单位（中国烟草总公司青州烟草研究所、云南省烟草农业科学研究院、贵州省烟草科学研究院、中国烟草东南农业试验站、中国烟草东北农业试验站）进行人工诱发抗性鉴定。云烟 301 抗 PVY，中抗黑胫病、根结线虫病和青枯病，

在 PVY 发病率低于 1% 的情况下，按照“烟草品种审定评价与评分方法”综合 2016—2018 年试验结果（表 4），云烟 301 的亩产量 185.14 kg、亩产值 4899.58 元、上等烟比例 50.1%，与对照品种云烟 87 相当，显著优于对照品种 K326。表明在 PVY 发病率低于 1% 的情况下，云烟 301 的经济性状与云烟 87 相当。

6 抗病性

室内苗期人工接种鉴定，云烟 301 的 PVY 发病率为 0，对照云烟 87 的 PVY 发病率为 100%。在昭通昭阳区自然发病条件下，云烟 301 的发病率为 0，对照云烟 87 的 PVY 发病率为 22.0%。在昆明石林团棵期人工接种 PVY 情况下，接种后 30 天云烟 301 发病率为 0，对照云烟 87 的 PVY 发病率为 78.9%。表明云烟 301 高抗 PVY（表 5）。

表 5 云烟 301 人工接种 PVY 抗性

Tab. 5 PVY resistance of Yunyan301 in artificial inoculation

材料编号	团棵期摩擦 接种株数	接种后 30 天 发病株数	发病率 /%	抗性
云烟 301	32	0	0a	高抗
云烟 121	20	1	5.0a	高抗
NC55	20	1	5.0a	高抗
云烟 87	71	56	78.9b	感病

中感赤星病和 TMV。对照品种云烟 87 中感 PVY，中抗黑胫病、根结线虫病和青枯病，中感赤星病和 TMV（表 6）。云烟 301 的 PVY 抗性显著高于对照品种云烟 87、对其他病害的抗性与对照品种云烟 87 相当。

表 6 云烟 301 的抗病性
Tab. 6 The disease resistance of Yunyan301

品种		青枯病	黑胫病	根结线虫病	赤星病	TMV	PVY
云烟 301	病情指数	29.1a	38.76a	48.5a	52.1a	65.4a	1.67a
	抗性	MR	MR	MR	MS	MS	R
云烟 87	病情指数	29.3a	37.78a	48.8a	57.2a	58.9a	43.33b
	抗性	MR	MR	MR	MS	MS	MS

注：R：抗病；MR：中抗；MS 中感；S：感病。全国烤烟品种区域试验人工诱发鉴定结果。

7 原烟外观质量

2016—2017 年云南玉溪、昆明、曲靖、昭通品系比较试验原烟外观质量结果：云烟 301 颜色“桔黄”，成熟度“成熟”，结构“疏松~尚疏松”，身份“中等~稍薄”，油分“稍有~有”，色度“中~弱”；整体外观质量与云烟 87 相当。

郑州烟草研究院对 2018 年云南玉溪、云南楚雄、云南红河、贵州毕节生产试验样品进行外观质量评价，云烟 301 烟叶颜色多为金黄，少量属微带青范畴；烟叶成熟度多为“成熟”档次，少量“尚熟”；烟叶叶片结构多为“疏松”档次，少量“尚疏松”；烟叶身份多为“中等”，少量“稍薄”，个别“稍厚”；烟叶油分多为“有”档次，少量“稍有”；烟叶色度多为“中”档次，分别有少量烟叶属于“强”和“弱”

档次。综合 4 个示范点云烟 301 品种烟叶的外观质量与对照品种云烟 87 相当。

8 原烟内在品质

8.1 主要化学成分

云南省烟草农业科学研究院分析测试中心对 2016—2017 年云南玉溪、昆明、昭通品系比较试验进行了中部叶化学成分测定，云烟 301 的烟碱平均含量 1.80%、总氮平均含量 1.64%、还原糖平均含量 25.05%、总糖平均含量 32.25%、钾平均含量 1.89%、氯平均含量 0.18%、淀粉平均含量 4.41%（表 7）。云烟 301 的各化学成分含量均在适宜范围之内，内在化学成分协调性较好，与对照品种云烟 87 相当。

表 7 区域比较试验中部叶化学成分（2016—2017 年）
Tab. 7 The chemical composition of middle leaf in region test (2016-2017)

年份	品种（系）	烟碱 /%	总氮 /%	还原糖 /%	总糖 /%	钾 /%	氯 /%	淀粉 /%
2016	云烟 301	1.59	1.29	30.47	36.99	1.88	0.18	4.41
	云烟 87	1.66	1.40	30.27	36.27	1.85	0.17	5.22
2017	云烟 301	2.00	1.98	19.63	27.52	1.90		
	云烟 87	1.93	2.10	20.32	26.20	2.09		
平均	云烟 301	1.80	1.64	25.05	32.25	1.89	0.18	4.41
	云烟 87	1.80	1.75	25.29	31.24	1.97	0.17	5.22

注：云南省烟草农业科学研究院分析测试中心检测。

郑州烟草研究院对 2018 年云南玉溪、云南楚雄、云南红河、贵州毕节生产试验样品进行化学成分测定，云烟 301 中部烟叶总植物碱含量在 1.73%~3.44% 之间，平均 2.59%，总氮含量 1.72%~2.59%，平均 2.13%，还原糖含量 16.06%~26.68%，平均 20.98%，钾含量 1.65%~1.89%，平均 1.79%，淀粉含量 3.29%~4.58%，平均 3.73%。与对照品种相比，云烟

301 品种烟叶的总糖含量略低，其余指标不存在稳定差异。

8.2 物理特性

郑州烟草研究院对 2018 年云南玉溪、云南楚雄、云南红河、贵州毕节生产试验样品进行物理特性测定，云烟 301 中部烟叶厚度在 0.116 mm~0.174 mm 范围，平均 0.139 mm；叶面密度在 59.15 g/m²~84.10 g/m² 之

间, 平均 70.58 g/m²; 单叶质量在 11.43 g~17.44 g 之间, 平均 13.69 g; 平衡含水率在 12.42%~13.35% 之间, 平均 12.80%; 含梗率在 29.01%~33.97% 之间, 平均 31.94%。与对照相比, 云烟 301 品种烟叶的含梗率略高, 其余指标不存在稳定差异。

8.3 感官质量

国家烟草专卖局科技司和中国烟叶公司组织 13 位行业卷烟评委组成感官质量评价专家组, 对 2018 年定向改良品种样品与相同试验点种植的对照品种样品进行了感官质量评价。评价结论如下: 云烟 301 与对照云烟 87 品种的总体风格特征一致, 各项质量指标无明显差异, 感官质量评价总体一致; 风格特色彰

显程度与原云烟 87 对照样品一致。就样品而言, 云烟 301 在工业上可替代云烟 87 使用。

云南玉溪、云南楚雄、云南红河、贵州毕节 2018 年的生产试验样品, 由中国烟草总公司郑州烟草研究院组织 9 家工业企业进行评价。云烟 301 在云南玉溪、云南红河的工业感官质量平均分为 74.52、72.52, 对照平均分为 73.68、71.90, 云烟 301 清甜香韵较明显, 香型风格凸显程度优于对照云烟 87。云烟 301 在云南楚雄和贵州毕节平均分为 69.01、65.29, 对照平均分为 70.91、66.16, 云烟 301 的香型风格凸显程度与对照基本相当(表 8)。综合 4 个试验点, 云烟 301 感官质量与对照云烟 87 基本一致。

表 8 云烟 301 与云烟 87 感官质量评价
Tab. 8 Sensory quality evaluation of Yunyan300 and Yunyan87

烟叶产地	品种	工业 1	工业 2	工业 3	工业 4	工业 5	工业 6	工业 7	工业 8	工业 9	平均
云南玉溪	云烟 301	80.3	80.5	72.1	74.4	72.3	78.1	72.4	68.7	71.9	74.52
	云烟 87	79.1	74.9	71.4	75.5	70.0	77.7	74.9	66.1	73.5	73.68
云南楚雄	云烟 301	77.7	66.6	68.7	66.6	68.5	71.5	73.5	58.3	69.7	69.01
	云烟 87	78.0	68.9	69.9	69.4	68.5	72.2	71.7	69.4	70.2	70.91
云南红河	云烟 301	81.4	79.1	70.1	67.3	67.9	73.5	73.5	66.2	73.7	72.52
	云烟 87	75.9	81.9	69.4	68.5	67.4	73.1	72.4	67.0	71.5	71.90
贵州毕节	云烟 301	68.0	64.9	68.2	61.1	62.5	68.0	69.4	55.5	70.0	65.29
	云烟 87	69.4	66.3	68.3	60.5	64.1	68.5	70.3	56.7	71.3	66.16

9 适应性和栽培调制技术要点

云烟 301 在不同生态区试点的稳定性、适应性和丰产性表现良好。该品种需氮肥中等, 与云烟 87 相当。N、P₂O₅、K₂O 配比 1 : 1 : 3。移栽后及时浇施提苗肥, 移栽后 30 d 内施完追肥为宜。中心花开放打顶, 有效留叶数 20 片, 打顶时摘除 2 片无效底脚叶, 以改善田间通风透光条件, 提高下部烟叶成熟度。可以参照云烟 87 烘烤工艺和技术进行烘烤。

10 品种综合评价

云烟 301 为利用基因组定向改良技术选育的烤烟纯系品种(非转基因), 遗传性状稳定。由国家烟草基因研究中心采用 420k 基因芯片进行遗传背景检测, 双亲间的多态性纯合 SNP 位点 19187 个, 按照与云烟 87 一致位点数占总位点数计算, 云烟 301 的遗传背景恢复为云烟 87 的比率为 99.43%, 达到了定向改良品种遗传背景一致性要求。

云烟 301 株形为塔形, 叶片长椭圆形, 叶色绿, 茎叶角度中等, 主脉粗细中等。云南省区试和全国烤烟品种试验(西南区)结果: 有效叶数 20.4 片, 打顶株高 122.45 cm; 茎围 10.79 cm, 节距 4.89 cm, 腰叶长 78.64 cm、宽 30.92 cm, 大田生育期 125.7 天; 除株高稍高外、农艺性状与对照品种云烟 87 相当。田间生长整齐一致, 生长势强, 分层落黄特征明显, 较易烘烤。平均亩产量 185.1 kg、平均上等烟比例 50.1%, 综合经济性状与对照品种云烟 87 相当、优于对照品种 K326。初烤颜色桔黄, 成熟度好, 叶片结构疏松, 身份中等, 油分有, 色度中, 整体外观质量与对照品种云烟 87 相当。主要化学成分含量与对照品种云烟 87 相近, 协调性好。云烟 301 与对照品种云烟 87 总体风格特征一致, 各项质量指标无明显差异, 感官质量评价总体一致, 风格特色彰显程度一致。

云烟301适应性较广,需氮量与云烟87相当, N 、 P_2O_5 、 K_2O 配比1:1:3。在烘烤过程中变黄、失水速度与云烟87相似,稍快于K326。云烟301的PVY抗性显著提高,保留了云烟87的栽培烘烤特性、原烟风格特征和感官质量。在打顶后PVY发病率达到1%的云烟87种植区,具有良好的推广前景。

致谢:感谢郑州烟草研究院罗朝鹏、张剑锋完成基因芯片检测 and 数据分析。

参考文献:

- [1] 李永平,王颖宽,马文广,等.烤烟新品种云烟87的选育及特征特性[J].中国烟草科学,2001,22(4):38-42.
LI Yongping, WANG Yingkuan, MA Wenguan, et al. Breeding and selection a new variety of flue-cured tobacco Yunyan87 and its characteristics[J]. Chinese Tobacco Science, 2001, (3): 38-42.
- [2] 陈瑞泰,朱贤朝,王智发,等.全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J].中国烟草科学,1997(4):1-7.
CHEN Ruitai, ZHU Xianchao, WANG Zhifa, et al. A report of investigating and studying tobacco infectious diseases of 16 main tobacco producing provinces (regions) in China[J]. Chinese Tobacco Science, 1997(4): 1-7.
- [3] 刘勇,莫笑晗,余清,等.云南、福建、湖南烟区烟草花叶病主要病毒种类检测及黄瓜花叶病毒亚组鉴定[J].植物病理学报,2006,36(4):310-313.
LIU Yong, MO Xiaohan, YU Qing, et al. Virus detection of tobacco mosaic disease and subgrouping of *Cucumber mosaic virus* (CMV) in Yunnan, Fujian and Hunan Provinces[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2006, 34(6): 310-313.
- [4] 李淑君,王海涛,陈玉国,等.2000年烟草病毒病大发生概况及原因分析[J].烟草科技,2001(1):44-46.
LI Shujun, WANG Haitao, CHEN Yuguo, et al. Analysis on epidemical reason of tobacco virus diseases in 2000[J]. Tobacco Science & Technology, 2001(1): 44-46.
- [5] 李义强,王维超,刘建坤,等.豫中烟区烟草病毒病种类鉴定及对策分析[J].中国烟草科学,2003,24(1):40-42.
LI Yiqiang, WANG Weichao, LIU Jiankun, et al. Identification of tobacco virus diseases in the middle of Henan Province[J]. Chinese Tobacco Science, 2003, 24(1): 40-42.
- [6] 罗朝鹏,杨军,王燃,等.我国烟区病毒病种类的血清学鉴定[J].烟草科技,2012(12):72-77.
LUO Zhaopeng, YANG Jun, WANG Ran, et al. Serological identification of viruses infecting tobacco in major tobacco growing areas of China[J]. Tobacco Science & Technology, 2012(12): 72-77.
- [7] 白静科,李淑君,李成军,等.河南烟区烟草病毒病种类与分布[J].烟草科技,2018,51(10):20-26.
BAI Jingke, LI Shujun, LI Chengjun, et al. Species and distribution of tobacco virus diseases in Henan Province[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(10): 20-26.
- [8] 赵雪君,刘世超,李斌,等.四川烟区CMV和PVY株系分化研究[J].西南大学学报(自然科学版),2017,39(3):8-16.
ZHAO Xuejun, LIU Shichao, LI Bin, et al. Study on strain differentiation of CMV and PVY in the main tobacco-planting areas in Sichuan province[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2017, 39(3): 8-16.
- [9] 刘勇,王丙武,宋中邦,等.烟草隐性抗PVY基因及其应用;发明专利申请号:201310687774.1[P].
LIU Yong, WANG Bingwu, Song Zhongbang, et al. Tobacco recessive PVY resistant gene and its application, CN201310687774.1[P].
- [10] Kurtis L. Dlugie, Zhongbang Song, Bingwu Wang, et al. Characterization of *Nicotiana tabacum* genotypes possessing deletion mutations that affect potyvirus resistance and the production of trichome exudates, BMC Genomics, 2018, 19:484-500.
- [11] 刘勇,宋中邦,童治军,等.烟草PVY隐性抗病基因的分子标记及其适用性,中国烟草学报,2015,21(1):76-81.
LIU Yong, SONG Zhongbang, TONG Zhijun, et al. Molecular marker from recessive gene resistant to *Potato virus Y* of tobacco and its suitability[J]. Zhongguo Yancao Xuebao (Acta Tabacaria Sinica), 2015, 21(1): 76-81.

Breeding and characteristic of PVY resistant new variety Yunyan301 obtained by directional modification on basis of Yunyan87 as femal parent

LIU Yong, HUANG Changjun, ZENG Jianmin, XIAO Binggang, YU Haiqin, LI Yongping

Yunnan Academy of Tobacco Agricultural Sciences, National Tobacco Genetic Engineering Research Center, Kunming 650021, China

Abstract: The PVY resistant “Yunyan301” is bred by the Yunnan Academy of Tobacco Agricultural Sciences, the National Tobacco Genetic Engineering Research Center. After cloning tobacco recessive PVY resistant gene *elf4e1* (also known as the PVY susceptible gene *elf4E1*), developing functional molecular markers, and analyzing the domestic and foreign PVY resistant varieties and germplasm resources genotype, through continuous backcross, molecular marker-assisted selection Yunyan301 was bred by with Yunyan87 as the female parent and Y85 x RY2/F₂ as male parent (carrying *elf4e1*) using whole genomic chip background detection (non-GMO). The genetic background recovery rate from Yunyan301 to Yunyan87 was about 99.43%. Yunyan301 has significantly improved PVY resistance compared with Yunyan87, and retains the same cultivation and curing characteristics, original leaf smoke style characteristics and sensory quality as that of Yunyan87. In the Yunyan87 planting area where the PVY incidence rate reached 1% after topping, planting Yunyan301 can recover PVY-induced loss, which is a good choice with good prospect of promotion.

Keywords: flue-cured tobacco; PVY resistance; Yunyan87; genome directional modification