
苹果短枝型研究

*PINGGUO
DUANZHIXING
YANJIU*

汪景彦 杨有龙 等编译

中国农业科技出版社

苹果短枝型研究

汪景彦 杨有龙等编译

内 容 提 要

苹果短枝型品种,近年在国内外进行了广泛而深入的研究,取得了可喜的进展。本书编译了国内外最近发表的苹果短枝型研究文献43篇(国外33篇,国内10篇),内容包括品种特性、砧穗组合、生态适应,密植丰产、土肥水管理、整形修剪、产量调节、果实品质等,内容丰富,具有理论上与实践上的指导意义。可供果树科研工作者、农业院校师生及农业生产工作者参考。

苹果短枝型研究

汪景彦 杨有龙等编译

责任编辑 孙昌其

封面设计 杨子建

•

中国农业科技出版社出版(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京巨山印刷厂印刷

•

开本: 787×1092毫米 1/32印张, 7.8175 字数: 170千字

1988年10月第一版 1988年10月第一次印刷

印数: 1—15000册 定价: 2.40元

ISBN 7-80026-078-X/S·48

前 言

众所周知，自1956年美国发表苹果短枝型品种——新红星以来，便开创了短枝型品种栽培的新时代。短枝型品种具有树体矮小紧凑、早果丰产、适合密植、经济效益高等优点，因此，绝大部分苹果生产国都积极引种试栽，深受栽培者和消费者的普遍欢迎。近年来，除元帅系以外，还选育出金冠系、旭系、青香蕉系等短枝型品种，从总的性状看，大部短枝型都优于普通型，有的已进入生产栽培阶段。目前，我国利用国内外的短枝型品种进行密植栽培，面积扩大很快，可以预料，作为新的密植途径，短枝型品种将在丰富品种组成、满足市场供应、改善果区经济面貌上，发挥积极的作用。

近年国内外对苹果短枝型品种的广泛深入研究，取得了可喜的进展，为今后的进一步发展积累了宝贵的资料和经验。为了配合“新红星苹果的开发”、满足果树科技人员和果区群众对短枝型资料的迫切需要，特编译了《苹果短枝型研究》一书，本书共收集了八十年代以来发表的国外译文33篇、国内研究报告、论文10篇。希望它能为您提供新技术、新经验，促进短枝型苹果的生产和科学研究。

限于编译者的水平，文内不妥和错误之处，希望读者批评指正。

编译者 1987年7月1日

目 录

前 言

一、品种特性

1. 苹果短枝型品种的概念及其主要性状的
研究..... (1)
2. 美国元帅系苹果品种(系)详述..... (10)
3. 元帅系短枝型品种与普通型品种叶绿素含量测定
及其相关效应的分析..... (19)
4. 引进的苹果短枝型品种生物学特性..... (22)
5. 苹果短枝型品种的生物学特点..... (27)
6. 苹果短枝型丰产基础的研究..... (35)

二、砧穗组合

1. 苹果短枝型品种的砧木..... (41)
2. 苹果砧木对产量、生产效率和树干生长影响的
16年总结..... (47)
3. 抗寒砧木对好矮生和金矮生苹果产量、树体大小
和结果效率的影响(1969~1983)..... (60)
4. M₉砧木上短枝型品种的产量..... (64)
5. 一些矮化苹果树的离体培养繁殖..... (68)
6. 矮化苹果树生长结果与栽植密度的关系..... (73)

三、生态适应

1. 不同立地条件下的苹果短枝型品种..... (79)

2. 山麓地带的短枝型苹果树..... (80)
3. 坡地上的新红星..... (81)
4. 乌克兰南部的苹果短枝型品种..... (83)

四、密植丰产

1. 苹果短枝型早果性的分析..... (89)
2. 短枝型苹果试栽八年小结..... (98)
3. 美国元帅系短枝型的早期管理 (103)
4. 密植园苹果授粉品种的配置 (106)
5. 麦克矮生(短枝型旭)苹果10年高密栽培 (109)
6. 麦克矮生苹果栽植密度对叶片和果实矿质营养成分的影响 (115)
7. 罗马尼亚苹果高密栽培研究结果 (117)

五、土、肥、水管理

1. 短枝型苹果园土壤管理制度 (126)
2. 在采用矮壮素和施肥条件下苹果短枝型品种的产量 (126)
3. 提高无机肥施用量对短枝型苹果树生长和结果的影响 (138)
4. 氮、钙营养与烟青苹果苦痘病相关性的探讨(摘要) (143)
5. 灌溉制度和办法对短枝型苹果树生长和产量的影响 (149)

六、整形修剪

1. 短枝型苹果园结构与树体生长和产量的关系..... (153)
2. 棕榈叶形整枝果园矮化短枝型苹果树根系

发育状况	(161)
3. 短枝型品种的纺锤形整形	(164)
4. 苹果树轮廓规格化修剪	(166)
5. 修剪对红矮生苹果树生长和结果的影响 ...	(172)
6. 短枝型苹果树的整形特点	(183)

七、产量调节

1. 西维因和草肼威对新红星苹果疏除效果的 比较	(187)
2. 草氨酰对新红星苹果疏除的效应	(190)
3. 喷布萘乙酸和西维因或与比久杀虫剂混喷对 新红星实大小和成花的影响	(193)
4. 腐胺对“鲁比矮生”(Ruby Spur) 苹果 座果的影响	(197)

八、果实品质

1. 苹果产量和商品质量与植株栽植密度的 关系	(201)
2. 苹果短枝型品种果实化学成分及着色的 研究	(204)
3. 苹果短枝型品种果实的化学成分	(210)
4. 在矮壮素和无机肥影响下, 苹果短枝型品种 果实化学成分的变化	(220)

九、存在问题

1. 短枝型果园的问题	(235)
2. 苹果短枝型品种的发展概况及应用中的问题	(238)

一、品种特性

一、苹果短枝型品种的概念 及其主要性状的研究

杨庆山

(河南省农科院园艺研究所)

矮化密植是果树发展的必然趋势，但由于缺少相应的矮化品种，致使该项措施进展迟缓。在苹果方面，短枝型品种应运而生，得天独厚，以其特有的矮化本性，为矮密栽培提供了种质资源。

(一) 苹果短枝型品种的概念

苹果短枝型品种 (Spur-type strain) 即一般所指的矮型芽变 (Dwarf-type sport) 品种，实际上，它主要包括两方面的含意，即生长习性方面的矮化；结果习性方面的短果枝结果。

生长习性：这类品种，树体较小，以9~21年生树测量数据推算的结果为准，短枝型的树高（严格说应叫做冠高）平均为3.62米（标准差等于0.24；标准误差等于0.06；变异系数为6.73%）；冠幅平均为2.91米；体积平均为11.17立

方米。而普通型相应的数值分别是4.25米(标准差等于0.48;标准误差等于0.12, 变异系数为11.18%)、4.09米、27.55立方米。两者平均体积比为1:2.65, 变动范围在1:1.89~1:4.26之间。亦即短枝型树冠体积只相当于普通型的1/2或更小(表1)。这就为密植栽培提供了理论数据。按冠幅衡量, 短枝型的株行距不超过3米, 每亩可栽74株;普通型的株行距则不小于4.10米, 每亩充其量可栽37株。同样面积短枝型可比普通型增加一倍的株数。注

符号说明: V: 体积(立方米); H: 冠高(米); S: 冠幅(米); π : 圆周率3.1416; $\bar{X}$: 平均数; S: 标准差; $S_{\bar{x}}$ 标准误差; C.V%: 变异系数。

短枝型品种多数树冠紧凑, 树姿直立, 枝条垂直角度小, 树势健壮(表2); 2年生枝上萌芽率不低于70%, 短枝系数不少于50, 成枝数多为1~2个; 成龄树一年生发育枝短粗整齐, 长度适中, 通常不超过30厘米(表2), 其节数较多, 节间较短, 一般在2厘米以内, 且当年即易形成叶丛枝, 甚至发育成腋花芽。

结果习性: 短枝型品种结果较早, 常在定植后2~3年即进入结果期; 结果部位主要是2~3年生枝轴上的短果枝, 其数量占全部结果枝的80%以上(表2), 而属于以短果枝结果为主的“元帅”品种, 据统计, 在10年生时其短果枝数量也只占40%左右, 而且定植后需要3~5年以上才能进入初果期。

在果实的分布上, 短枝型由于有80%以上的短果枝, 致

注: 体积按公式 $V = 1/8 \cdot \pi \cdot S^2 \cdot (H - 0.38)$ 计算。

表 1 苹果短枝型与普通型树体大小对比

参 数	项 目	树 龄 (年)	短 枝 型			普 通 型			树冠体 积比例	材 来	料 源
			冠 高 (米)	冠 幅 (米)	体 积 (立方米)	冠 高 (米)	冠 幅 (米)	体 积 (立方米)			
穗/砧组合	青香蕉/实生苗	10	3.20	4.00	17.72	4.05	4.95	35.31	1 : 1.99	河南灵宝	
	红星/山定子	18	3.50	3.53	15.27	—	—	—	—	河北北戴河	
	元帅/海棠	10	3.69	3.43	15.29	3.80	4.88	31.98	1 : 2.09	河北枣强	
	烟红	13	3.62	2.80	9.98	4.63	5.05	42.56	1 : 4.26	山东黄县	
	元帅/山定子	20	3.58	3.10	12.08	4.01	5.90	49.62	1 : 4.11	辽宁锦州	
	元帅/山定子	21	4.12	4.08	24.45	5.50	6.20	77.29	1 : 3.16	辽宁兴城	
	元帅/山定子	16	3.12	2.43	6.35	3.90	3.95	21.57	1 : 3.40	新疆阿克苏	
	元帅系/实生苗	9	3.91	2.88	11.50	4.51	3.74	22.69	1 : 1.97	以下系翻译	
	元帅系/M ₁₁₁	9	3.68	2.64	9.03	4.45	3.62	20.94	1 : 2.32	料, 采自美国	
	元帅系/M ₁₀₀	9	3.81	2.62	9.25	4.42	3.74	22.19	1 : 2.40	华盛顿州立大	
	元帅系/M ₇	9	3.65	2.66	9.09	4.08	3.44	17.19	1 : 1.89	学的试验报告。	
	元帅系/M ₁₀₀	9	3.60	2.68	9.08	—	—	—	—		

续表

参 数 项 目 穗/砧组合	树 龄 (年)	短 枝 型			普 通 型			树冠体 积比例	材 来 源
		冠 高 (米)	冠 幅 (米)	体 积 (立方米)	冠 高 (米)	冠 幅 (米)	体 积 (立方米)		
元帅系/M ₂₆	9	—	—	—	3.69	3.02	11.86	—	
金冠系/实生苗	9	3.92	2.74	10.43	4.65	3.66	22.46	1 : 2.15	
金冠系/M ₁₁₁	9	3.50	2.38	6.94	4.44	3.64	21.12	1 : 3.04	
金冠系/M ₁₁₀	9	3.57	2.60	8.47	4.28	3.42	17.91	1 : 2.11	
金冠系/M ₇	9	3.50	2.46	7.41	4.07	3.34	16.17	1 : 2.18	
金冠系/M ₁₀₄	9	3.53	2.46	7.53	—	—	—	—	
金冠系/M ₂₀	9	—	—	—	3.51	2.84	9.98	—	
$\bar{X}$	—	3.62	2.91	11.12	4.25	4.09	27.55	1 : 2.65	
S	—	0.24	0.53	4.67	0.48	1.00	17.03	—	
S _{SE}	—	0.06	0.13	1.13	0.12	0.25	4.26	—	
C、V%	—	6.73	18.37	41.79	11.18	24.47	9.81		

表 2 短枝型品种与普通型“元帅”枝条生长习性对比

品 种	数 性 状 据 种	一年生枝 平均长度 (厘米)	节间 长度 (厘米)	二年生枝 上萌 芽率 (%)	短果枝 比率 (%)	枝条长势	注
普通元帅		60.35	2.04	59.6	44.0	半开张~开张	10年生
短枝型元帅		29.20	1.13	58.6	86.7	直立~半开张	
新红星		—	1.30	78.5	80.0	直立	
好矮生		—	1.07	79.4	100	直立	
金矮生		—	1.76	62.5	85	直立	
烟红		40.7	1.71	71.8	84.6	直立抱合	
烟青		34.3	1.90	79.7	60	直立抱合	6年生
短枝青香蕉		29.5	1.25	77.0	82.7	直立~半开张	
X		33.45	1.45	72.5	82.7		
S		5.36	0.34	8.65	11.88		
C、V (%)		16.0	23.1	11.9	14.4		

使果实紧紧围绕枝轴，生长集中，呈堆团状，相反，普通型的果实则分散着生，不集中。与前者相比，迥然不同，极易辨认。

总的说来，所谓短枝型，即指的是树冠较小，树体矮化，密生短枝，且以短果枝结果为主的矮型突变品种。

(二) 短枝型品种的形态特征

短枝型苹果树由于其遗传基础与普通型不同，致使其生长习性、结果习性发生了巨大变化。不仅如此，而且影响到各组织、器官方面的变异。中国农科院果树研究所认为，鉴别短枝型应根据以下四项指标为主：即枝条节间长度在2厘米以内；萌芽率不低于70%；短枝系数不少于50；成枝数

1~2个左右。但我们认为,与此同时,还应结合对树体、枝条、叶片等方面的性状进行综合分析、鉴定。譬如,树冠高3.5米左右;冠幅3米左右;树冠体积不大于25立方米等。

(1) **枝条分布及剖面性状** 短枝型冠内大型骨干枝较少,各类结果枝组较多,枝类级次低,分布均匀,相互不乱,各不干扰,规整就范。且耐修剪、易造形、生长整齐、停止生长较早。从横剖面看,短枝型皮木比率较大,亦即皮部占的比例高(表3),这表明其活组织多,死组织少,因而显得生机勃勃,生命力强。

表3 “元帅”短枝型与普通型枝条剖面比较

剖面 数据 性状 试材	截面积 (cm ²)	皮面积 (cm ²)	面积 (cm ²)	皮木百 分比例 (%)	皮占 比例 (%)	注
多年 普通型	5.299	1.310	3.989	24.7/75.3	24.7	2~5年生枝。 用卡尺量后平均。
生枝 短枝型	5.269	1.770	3.499	33.6/66.4	33.6	
普通型	0.384	0.126	0.258	32.8/67.2	32.8	
一年 普通型	1.006	0.359	0.647	35.7/64.3	35.7	一年生枝数据系 两地测定结果。
生枝 短枝型	0.412	0.155	0.257	37.4/62.6	37.4	
	1.101	0.469	0.632	42.6/57.4	42.6	

(2) **芽的性状** 芽距、芽形、芽数:短枝型品种一年生枝上芽距小(不超过2厘米)、芽数多。腋芽肥大、饱满,芽尖端钝或圆,与枝条稍有分离;芽褥突出明显。花芽呈圆头型,体形大、充实、健壮。如“新红星”每米新梢平均芽数为77.9个;“好矮生”为93.4个。

芽体大小:短枝型“元帅”一年生发育枝上腋芽平均长0.5厘米,基部宽0.463厘米;而普通型相对数为0.381厘米及0.373厘米。根据山东资料报道,短枝型顶芽体积相当

普通型的2~2.5倍。

(3) 叶片性状 短枝型品种单枝上叶片数多，叶形较大(表4)，质地肥厚，表面平滑，叶色浓绿，而且栅状组织发达，叶背气孔稀；在化学成分上，据国内外分析，叶绿素含量多，N、Ca元素含量亦多；在生理功能上，表现光能利用充分，二氧化碳补偿点低，呼吸强度弱，同化效率高，合成干物质多。这也是短枝型品种所以高产的根本原因。

表4 “元帅”短枝型与普通型叶片性状对比

对比 数据 品种	叶片 性 状	每米新 梢叶数 (片)	发 育 枝				叶 丛 枝			
			单枝 叶数 (片)	总叶 面积 (厘米 ²)	平均 单叶 面积 (厘米 ²)	最大单 叶面积 (厘米 ²)	单枝 叶数 (片)	总叶面积 (厘米 ²)	平均单 叶面积 (厘米 ²)	最大单 叶面积 (厘米 ²)
短枝型		88.5	22.6	555	24.5	72.0	6.3	192.1	30.5	58
普通型		49.0	19.0	315	18.4	48.0	4.0	63.9	16.0	38

叶数：短枝型叶片数目一般都比普通型多，按每米新梢计算，前者多达88.5片，后者只有49.0片，相差1.8倍。具体到每单位枝上，短枝型每发育枝有22.6片，普通型有19片，相差1.19倍，每叶丛枝叶数也相差1.6倍。

叶面积：短枝型品种无论单叶平均面积或单枝叶面积都比普通型为大，发育枝叶相差1.8倍(555/315)；叶丛枝叶大3倍(192.1/63.9)；单叶面积相比，发育枝叶，短枝型比普通型大1.3倍(24.5/18.4)，叶丛枝叶则大1.9倍(30.5/16.0)。

叶形指数：多数短枝型品种的叶形指数都有增大的趋向。山东调查的“烟红”，其叶形指数为1.83(对照元帅为1.60)，在河北调查的短枝元帅，发育枝上叶形指数为1.65

(对照为1.62)，叶丛枝上为2.19(对照2.00)。这表明叶片变长的趋向大于变宽的趋向。

叶片厚度：短枝型叶片比普通型厚11.8%，山东掖县的测定结果也证实了这个结论。叶片内部栅栏组织厚度短枝型比普通型大15.2%（表5）。

表5 “烟青”与“青香蕉”叶片厚度及光合能力比较

对 比 数 品 种	性 状	厚 度			光 合 能 力			注
		叶 片 (毫米)	栅 栏 组 织 (%)	海 绵 组 织 (%)	测 定 叶 数 (片)	净 光 合 产 物 (毫克)	光 合 指 数	
烟 青		0.1358						
		0.1419	49.5	35.7	20	170.6	133	系引用 资 料
青 香 蕉		0.1178						
		0.1352	41.7	42.4	20	128.8	100	

• 光合能力测定：1974年8月8日上午8—10时，晴、半叶法

(三) 短枝型品种产生的原理

外部形态上的特异性反映了内部结构上的特异性。苹果和梨在遗传机制上大体是一致的，它们都是所谓“次级多倍体（即非整倍性多倍体），染色体不是来源于同一原始物种，在 $2N$ 的体细胞中，它们正常的染色体数是34，在性细胞($N=17$)中，有17条染色体，其构成形式是 $(4 \times 2) + (3 \times 3) = 17$ ，其含意是在 $n=17$ 的多倍体苹果品种的染色体组内，玫瑰色原始组（混合物）的染色体中，有4个染色体是双倍的，有3个染色体是三倍的，这样组成的性细

胞核决定了遗传图式的高度复杂性。

世界上各主要苹果生产国家，在致力于苹果遗传机制的研究上都落后于其它农作物。一方面，固然因为它的遗传基础复杂，另一方面，在研究方法上也很难下手。它是一个高度的杂合体，不仅连续多代自交提纯需要难以想象的时间，当代自交马上就不结果。在短枝型芽变产生的原理上，当前仍然是一个有争论的问题。有些学者认为，苹果树生长点顶部分生组织的3层细胞中，任何一层发生变化都可以导致芽变（原套原体学说）；另一些学者认为，分生组织中某一细胞核内染色体数目的增减，或整套染色体组的变化，可以导致芽变（染色体数量变异学说）；也有的学者认为，某一染色体上某一点位某一基因的变化就可以导致芽变（基因变化论）。总之，把芽变的范围限制在生长点分生组织某一层细胞的突变，似乎是一致的看法。

值得注意的一种论点是：进化上重要的形态差异和生理差异，大多并非来自染色体数目与结构的改变，而是来自亚显微水平的变化（即单点突变），实际上可能包括许多不同的物理化学变化，如胶体体系分子团的重新排列，单个分子的重新排列以及分子内部环、侧链甚至个别原子的重新排列等。通过对“旭”苹果短枝型的研究，有人提出在Wijcik系中，控制矮化性状的是一个单显性基因 C_0 （系Compacta——即密集、紧凑之意的缩写）发生了变化，这个基因是“多效性”的，它影响了植株的所有部分。表现性状是：茎粗短，节间短缩……，这些效应是由于全身细胞的细胞壁有早熟的次生加厚。另外还有一些“修饰基因”。其它品种的紧凑生长型，可能由几个基因或许多基因在起作用。这些都尚待进行深入研究。

根据对一个“元帅”系统短枝型花粉母细胞减数分裂过程的显微观察，在染色体水平上并未发现有数量上的变异，但花药发育过程中，始终伴随有大量多核细胞的出现，与普通型相比，则是截然不同的。这些多核细胞的数量接近于5%，其内核数4~8个不等，最多可见到13个核。此类多核细胞的来源、去向、生理功能至今仍然是不清楚的。因限于观察材料单一，尚难推断它们在促进短枝型的成因上有何实际意义。

还有人从生理的角度出发，认为短枝型是由于生长激素即脱落酸和赤霉素的一定比例关系的变化所致。

诚然，在矮化突变上至今仍然是一个哑谜，这个谜底的揭晓将有助于人类在自然领域中获得自由。

2. 美国元帅系苹果 品种（系）详述

杨有龙

（中国农业科学院果树研究所）

元帅系苹果在北美、欧洲、大洋洲、非洲和亚洲几乎所有栽培苹果的国家都得到了迅速发展。1984年，美国元帅系苹果产量为146.7万吨，约占苹果总产量的38%，居各苹果品种之首。自元帅苹果问世以来，美国已从中选出了100多个芽变新品种（系）。近10年新栽苹果幼树中元帅系占34%，遥遥领先于其它任何品种。美国出口的苹果基本也是元帅系。为了全面了解元帅系的历史及其在美国的发展，现将美国元帅的芽变谱系作详细介绍。