

# 矮砧红星苹果幼树 $^{14}\text{C}$ 同化物质积累与贮存研究\*

王中英 杜俊杰

(山西农业大学, 太谷 030801)

**摘 要** 秋季以 $^{14}\text{C}$ 喂饲红星苹果幼树, 矮砧树地上部 $^{14}\text{C}$ 同化物质相对量高于根系, 也高于乔砧树。 $^{14}\text{C}$ 同化物质主要积累、贮存在多年生枝和一年生枝内, 根内较少。矮砧树 $^{14}\text{C}$ 同化物质的输送有明显的滞阻作用, 从而影响地上部和根系的生育、花芽分化、产量和果实的品质。

**关键词** 苹果幼树  $^{14}\text{C}$  矮砧 积累 贮存

近年研究表明, 矮砧苹果树光合速率较高<sup>[1,2]</sup>、大部分光合产物用于结果<sup>[6]</sup>, 自根矮砧苹果树地上部碳素营养物质的含量高于根系<sup>[2]</sup>、休眠期间主要贮存于多年生枝和一年生枝内<sup>[3]</sup>, 矮化中间砧段对碳素营养物质的运转有明显的滞阻作用<sup>[4]</sup>。但对自根矮砧苹果树的碳素营养物质的代谢缺乏系统研究。本文主要在研究矮砧、半矮化砧苹果树年周期内碳素代谢的基础上, 阐述碳素营养物质积累、下运贮存的特点, 供研究苹果矮砧机理参考。

## 1 材料和方法

试验于1986年在山西农业大学试验果园内进行。试材为自根M9、M7砧三年生红星苹果树, 对照为同龄实生山定子(*Malus baccata* Borkh.)砧红星苹果树。随机区组排列, 每处理12株, 重复3次, 共36株。田间以常规管理。

1986年9月15日进行 $^{14}\text{CO}_2$ 田间喂饲, 光合室内比强为4 mci/L,  $^{14}\text{CO}_2$ 浓度为0.3%。于9月20日、12月5日挖取试验树, 冲洗干净, 按不同器官分解植株, 烘干, 粉碎, 取50mg干样, 测定单位时间内的脉冲值, 采用FH-408型自动定标仪测定, 工作电压为1280V, 甄别电压为2V。每样品测定重复4次, 求平均值后减去本底。

试验结果以相对比强(以中轴为100各器官脉冲值的比值)和总强百分率(树体各器官的总放射强度占树体总放射强度的百分率)进行方差分析和LSR互比分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 养分积累期不同砧木红星苹果 $^{14}\text{C}$ 同化物质的含量

1992-12-10收稿。

\* 该研究为国家自然科学基金课题。

1986 年 9 月 20 日测定表明, M9、M7 砧红星苹果幼树, 总的树体总强值低于山定子砧树, 无论地上部或根系差异十分显著。但 M9、M7 砧树部分器官的<sup>14</sup>C 同化物质的脉冲值、相对比强值及总强百分率高于山定子砧树(表 1)。

表 1 养分积累期红星苹果树各部 <sup>14</sup>C 同化物质含量 (1986-09-20)

砧木	指标	根 系				地 上 部								合 计
		须根	侧根	主 轴 根	合 计	叶		枝			芽			
						发育枝	短枝	一年生枝	多年生枝	短枝	顶芽	侧芽	短枝芽	
M9	脉冲植	1791	1591	892		3648	3640	1895	1132	1139	2578	1976	1363	
	比强值	176.80	157.06	88.06		360.12	357.33	189.07	111.75	112.44	254.49	194.47	134.55	
	总强值	10729	6133	26212	43074	72317	10742	29042	84173	616	-	-	-	196890
	总强%	4.47	2.56	10.92	17.95	30.14	4.48	12.10	35.07	0.26	-	-	-	82.05
M7	脉冲植	702	533	457		2656	2606	972	632	651	1371	918	833	
	比强值	122.47	92.86	79.62		462.72	469.69	169.34	110.10	113.41	238.85	159.84	145.12	
	总强值	7044	9342	17111	33497	74400	9603	19826	58678	751	-	-	-	163258
	总强%	3.58	4.75	8.70	17.03	37.81	4.88	10.08	29.82	0.38	-	-	-	82.97
山定子	脉冲植	1670	1751	1121		3295	3280	1707	1137	1195	2235	1419	1009	
	比强值	161.98	169.84	108.73		319.59	318.14	165.57	110.28	115.91	216.78	137.59	97.87	
	总强值	40583	96046	86389	223018	138648	20437	86083	266179	1554	-	-	-	512901
	总强%	5.51	13.05	11.74	30.30	38.84	2.78	11.70	36.17	0.21	-	-	-	69.70

M9 砧红星地上部发育枝叶片的脉冲植比山定子砧树高 10.71%，相对比强值高 12.68%，短枝的叶片相应高 10.98%和 12.32%。M7 砧树发育枝和短枝叶片的相对比强值也比山定子砧树相应高 45.35%和 47.64%。表明矮砧、半矮化砧树叶片的光合能力高于乔砧树。一年生发育枝 M9 砧树的脉冲植可比山定子砧树高 11.01%，相对比强值高 14.19%。M7 砧树的相对比强值比山定子砧树高 2.28%。M9 砧树多年生枝的相对比强值比山定子砧树高 1.33%。顶芽、侧芽、短枝芽的脉冲植，相应比山定子砧树高 15.35%、39.25%和 35.08%，相对比强值高 17.40%、41.34%和 37.48%。

<sup>14</sup>C 同化物质总强的百分率, M9、M7 砧树发育枝和短枝的叶片、短枝及 M9 砧树的一年生枝均高于山定子砧树, 因而前两者地上部总强百分率高于后者, 而根系则相反, 低于后者。M9 砧树总强百分率以多年生枝最高, 其次为发育枝叶、一年生枝、主 轴 根、短 枝 叶、须根、侧根和短枝。M7 砧树和前者基本相近, 而山定子砧树则以多年生枝最高, 其次为发育枝叶、侧根、主 轴 根、一年生枝、须根、短枝叶和短枝。

地上部和根系间<sup>14</sup>C 同化物质的含量, 各砧穗组合间相差极大, M9 砧树地上部总强百分率比根系高 3.57 倍, M7 砧树高 3.87 倍, 而山定子砧树仅高 1.3 倍。M9、M7 砧树地上部<sup>14</sup>C 同化物质的含量高于根系, 表明一方面有利于地上部需要碳水化合物的其它有机营养

的合成和积累,包括结构物质和贮藏物质的积累。从而有利于地上部后备器官、组织的发育和分化,特别对花芽和叶芽的分化有决定性的作用。根系获得的 $^{14}\text{C}$ 同化物质较少,就限制了秋冬根系的生长,也影响到砧木根系的耐寒性。因而矮砧、半矮化砧根系生长较弱,反过来又影响到地上部的营养生长,同时也影响根系抵抗低温的能力,所以根系抗寒力显著低于乔砧树。如果秋季保留砧木萌蘖,对提高砧木根内的碳水化合物含量,增高砧木根系耐寒性有一定作用。

## 2.2 休眠期不同砧木红星苹果 $^{14}\text{C}$ 同化物质的含量

1986年12月5日测定表明,M9、M7砧红星苹果树,总的树体总强值仍低于山定子砧树,无论地上部或根系差异十分显著,但M9、M7砧树部分器官中 $^{14}\text{C}$ 同化物质的相对比强值、总强值和总强百分率均高于山定子砧树(表2)。

表2 休眠期红星苹果树各部 $^{14}\text{C}$ 同化物质含量 (1986年12月5日)

砧木	指 标	根 系				地 上 部					
		须根	侧根	主轴根	合计	枝			芽		
						一年生枝	多年生枝	短枝	顶芽	侧芽	短枝芽
M9	脉冲植	1045	491	304		1243	606	546	2144	1243	810
	比强值	141.79	41.25	39.48		118.66	82.11	4.08	290.91	246.54	109.91
	总强值	18993	3884	15288	38165	25390	51924	356			
	总强%	6.14	3.76	14.82	24.72	24.61	50.32	0.35			
M7	脉冲植	645	485	271		812	417	538	1300	1120	1630
	比强值	119.00	89.48	50.00		149.73	88.38	99.26	239.85	206.64	149.82
	总强值	7202	7171	9128	23501	11970	43298	413			
	总强%	9.1	9.05	11.5	29.68	15.12	54.68	0.52			
山定子	脉冲植	1342	1007	519		1248	935	746	2537	1669	900
	比强值	129.54	97.20	50.1		120.46	90.25	72.01	244.88	161.10	86.87
	总强值	100547	158398	108460	367405	85398	405455	2339			
	总强%	11.68	18.41	12.60	42.69	9.93	47.11	0.27			

M9砧红星地上部短枝的相对比强值稍高于山定子砧树,约高2.87%,顶芽、侧芽及短枝芽相应比山定子砧树高18.80%、53.04%和26.52%。M7砧树一年生枝的相对比强值较山定子砧树高24.30%,侧芽和短枝芽相应高28.27%和26.52%。M9砧树须根的相对比强值较山定子砧树高9.46%,其余器官内均低于山定子砧树。

与养分积累期相比, $^{14}\text{C}$ 同化物质总强的百分率由于叶内 $^{14}\text{C}$ 同化物质的进一步积累和转移,各组合无论地上部和根系均有增加。M9、M7砧树地上部一年生枝、多年生枝和短枝,以及M9砧树根系的主轴根高于山定子砧树,其余根则低于后者。与前期相比,M9砧树的多年生枝增加了15.25%,一年生枝增加了12.51%,主轴根增加3.8%,须根增加

1.67%, 侧根增加 1.20%, 短枝增加 0.09%。M7 砧树相应增加 24.86%、5.04%、2.83%、5.52%、4.30%和 0.14%。山定子砧树多年生枝增加了 10.94%, 一年生枝减少了 1.77%, 其余相应增加 0.86%、6.17%、5.36%和 0.06%。

地上部和根系间 <sup>14</sup>C 同化物质的含量与前期相比变化较大, 总的趋势地上部含量减少, 根系内含量增加。M9 砧树地上部减少, 根系增加了 6.77%, M7 砧树增加了 12.65%, 山定子砧树增加了 12.39%。但 M9 砧树地上部总强百分率仍比根系高 3.05 倍, M7 砧树高 2.37 倍, 山定子砧树仅高 1.34 倍。表明矮砧、半矮化砧树休眠期大量 <sup>14</sup>C 同化物质主要贮存在地上部的多年生枝和一年生枝内, 占总强百分率的 69.80%~74.93%。山定子砧树 <sup>14</sup>C 同化物质主要贮存在地上部的多年生枝和根系, 一年生枝内含量较少。休眠期间矮砧、半矮化砧红星苹果树地上部 <sup>14</sup>C 同化物质含量较高, 仍有利于地上部有机物质的合成、转化和利用, 继续供应地上部各类器官、组织原始体的发育和分化, 主要影响花芽、花序原基, 花原基, 花器原基及叶芽内锥梢、叶原基的分化和发育, 为翌年的生长和结果奠定基础。矮砧、半矮化砧树根系内虽然比前期有所增加, 但 <sup>14</sup>C 同化物质的含量远低于乔砧树, 继续限制根系的生长和吸收, 也影响其抗寒性。我国北部地区自根矮砧、半矮化砧树, 冬春容易发生低温冻害的原因, 除根系分布较浅外, 也与根系细胞内碳水化合物较少, 细胞液浓度较低有密切相关。

### 2.3 不同砧木对 <sup>14</sup>C 同化物质下运的影响

测定不同砧木红星苹果树地上部和根系内的 <sup>14</sup>C 同化物质的总强值表明, 矮砧、半矮化砧树地上部和根系间含量的差异较大, 乔砧树较小。养分积累期前两者地上部和根系 <sup>14</sup>C 同化物质的比值为 4.57:1 和 4.87:1, 乔砧树仅为 2.30:1。休眠期大量 <sup>14</sup>C 同化物质下运, 地上部和根系间的含量差距有所缩小, 但矮砧、半矮化砧树和乔砧树之间的差距仍然显著, 前两者地上部与根系内 <sup>14</sup>C 同化物质的比值为 3.05:1 和 2.37:1, 乔砧树则为 1.34:1。

M9、M7 砧树地上部和根系间 <sup>14</sup>C 同化物质含量远较山定子砧树差异大, 表明砧穗间组织构造差异, 特别是输导系统的差异, 矮砧、半矮化砧树远较乔砧树大, <sup>14</sup>C 同化物质下运较缓慢, 滞留在地上部较多, 改变了地上部碳水化合物与含氮物质间的比例, 加大了碳氮比, 抑制了地上部的营养生长, 加速花芽分化而有利于生殖生长。同时不能保证有大量碳素营养物质及时地往根系输送, 对根系发生限量供应, 抑制了根系的生长和吸收, 反过来根系又抑制地上部的营养生长。所以砧穗组织构造的差异, 影响有机营养物质的及时运转, 抑制根系和地上部的生长是矮砧、半矮化砧树能矮化、早果、优质的机理之一。

## 3 小结

**3.1** 养分积累期矮砧、半矮化砧树地上部叶片的同化 <sup>14</sup>C 能力较强, 积累的 <sup>14</sup>C 同化物质较多。

**3.2** 养分积累期和休眠期, 矮砧、半矮化砧树地上部 <sup>14</sup>C 同化物质含量的百分率, 远高于乔砧树, 所以较乔砧树更有利于地上部后备器官、组织的发育分化。

3.3 矮砧、半矮化砧树根系内  $^{14}\text{C}$  同化物质含量远低于乔砧树, 所以根系生长较弱, 抗寒力远低于乔砧树。秋季保留砧木萌蘖, 可促进砧木根内碳水化合物的积累, 适当提高矮砧、半矮化砧根系的抗寒力。

3.4 矮砧、半矮化砧树  $^{14}\text{C}$  同化物质, 休眠期主要贮藏在地上部多年生枝和一年生枝, 乔砧树主要贮藏在多年生枝和根系。

3.5 矮砧、半矮化砧树地上部  $^{14}\text{C}$  同化物质的含量远高于根系的原因是砧穗组织构造, 特别是输导系统的差异较大, 造成  $^{14}\text{C}$  同化物质下运缓慢, 滞留在地上部较多, 是矮砧、半矮化砧树能矮化、早果、优质的机理之一。

### 参 考 文 献

- 1 王中英, 齐灵, 解思敏等. 矮砧苹果树光合速率变化研究. 华北农学报, 1990, 5(3): 89~93
- 2 王中英, 齐灵, 解思敏等. 矮砧苹果树光合产物的积累与消耗. 落叶果树, 1989(4): 1~3
- 3 王中英, 董明, 古润泽等. 矮化中间砧红星苹果幼树碳素代谢研究 1. 碳素营养的积累、分配与贮存. 山西农业大学学报, 1986, 6(2): 119~124
- 4 王中英, 董明, 古润泽等. 矮化中间砧段对  $^{14}\text{C}$  光合产物运转影响的研究. 果树, 1986(2): 5~8
- 5 Barden JA et al. Rootstock does not affect net photosynthesis, dark respiration, specific leaf weight, and transpiration of apple leaves. J Amer Soc, 1978, 104(4): 526~528
- 6 Froshey CG et al. Production efficiency of a large and small "McIntosh" apple tree. Hortscience, 1970(1): 164~165

## A study on the Accumulation and Storage of $^{14}\text{C}$ Assimilate Content of Starking Delicious Young Apple Tree on Dwarfing Stocks

Wang Zhongying     Du Junjie

(Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

**Abstract** The young tree of Starking Delicious was fed with  $^{14}\text{C}$ . The result showed that  $^{14}\text{C}$  relative mark level in ground part of dwarfing stocks was higher than that in root and in standard stock. There was same case during dormant period.  $^{14}\text{C}$  assimilate accumulated mostly in perennial and annual shoot while that in the root was less. The dwarfing stocks retarded assimilate transport, then influence on root growth, bud formation, product and fruit quality.

**Key words:** Young apple tree;  $^{14}\text{C}$ ; Dwarfing stock; Accumulation; Storage