

根系修剪对苹果树根系活力及冠层特性的影响

张 文, 朱雪荣, 李 卫, 李丙智, 范崇辉

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以 18 a 生矮化中间砧“长富 2 号”苹果树为试材,研究了秋季、萌芽期及花后根剪处理对苹果树根系活力、冠层特性及叶片质量的影响,以探讨苹果树适宜的根剪时期。结果表明:根系修剪提高了根系活力与叶片磷、钾营养,减小了叶面积指数,有利于树体通风透光,但降低了叶片质量;秋季根剪在生长季前期根系活力高,叶倾角小,叶片质量相对较好;萌芽期根剪生长季中后期根系活力高,叶面积指数小,增加树冠透光率。综合分析认为,秋季和萌芽期根剪对提高苹果树根系活力与冠层特性较为适宜。

关键词:苹果;根系修剪;根系活力;冠层特性;叶片质量

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0010-04

苹果是世界四大果树之一,目前我国苹果栽培面积、总产量、人均占有量均居世界首位,已成为世界上最大的苹果生产和消费国。但我国的苹果生产存在许多问题,如树势过旺及树体过大等,常造成冗余消耗及树体营养失衡^[1]。根系修剪可有效控制树体生长,促进其开花和结果^[2-3],且因其可结合深翻施肥等操作进行,生产上易于推广,因此越来越受到栽培者的重视。但根系生长在土壤中,其修剪相对较难,截止目前,尚缺乏系统性和深入性研究。近年来,有关果树根剪的报道多见于盆栽树及幼树^[4-6],对露地盛果期的果树研究较少。该试验选取陕西渭南南部盛果期苹果园,研究了不同时期根剪对树体根系活力、冠层特性及叶片质量的影响,旨在探讨适宜的根剪时期,为根系科学管理,提高果园的经济效益提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苹果树品种为“长富 2 号”(Malus domestica Borkh. cv. Red Fuji),矮化中间砧为 M26,树龄 18 a,株行距 2.2 m×4.2 m,小冠疏层形。选择树形树势基本相同

的苹果树 40 株进行试验处理。

1.2 试验方法

试验在陕西礼泉县新时乡的某苹果园进行。于 2011 年 11 月至 2012 年 4 月,分别进行秋季根剪(11 月 13 日)、萌芽期根剪(3 月 11 日)、花后根剪(4 月 27 日)和对照不剪 4 种处理。单株小区、10 次重复。每种处理在距树干 1 m 处两侧行间挖沟,沟深 60 cm,宽 30~40 cm,长 200 cm,切断部分根系,未作处理的树为对照。试验树其它管理措施一致。

1.3 项目测定

1.3.1 根系活力 于 2012 年 5~10 月,对不同处理树每月下旬利用根钻在距树干 1 m 处取生长根 0.5 g,采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法^[7]测定根系活力。

1.3.2 冠层特性 选 7 月中旬某阴天,对不同处理树在冠下东、南、西、北 4 个方位,距主干 0.00、0.50、1.00、1.50、2.00 m,距地面 0.30 m 处,用 LAI-2000 冠层分析仪测定树冠下不同位置的叶面积指数(LAI)、冠层开度(DIFN)、平均叶倾角(MLA)。整个树冠的叶面积指数、冠层开度、平均叶倾角根据相邻 2 个测定点位置的平均数据进行加权平均。

1.3.3 叶片质量 在不同处理中选取 3 株树,分别于 5 月 26 日、7 月 12 日及 9 月 28 日每株树采集树冠南侧中上部成熟叶 30 片,混合均匀带回实验室,用意大利 Flowsys 型连续流动化学分析仪测定叶片 N、P、K 含量。在不同处理中选取 3 株树,分别于 5 月 26 日及 9 月 28 日每株树选取树冠南侧中上部成熟叶 30 片,采用叶绿素仪(SPAD)活体测定叶绿素含量。每株树另采集叶片 30 片,带回实验室测定叶片鲜、干重(电子天平)、叶片面积(叶面积仪)和叶片厚度(游标卡尺)。

第一作者简介:张文(1988-),女,山东济宁人,硕士研究生,研究方向为果树生理生态。E-mail:wenwine@126.com.

责任作者:范崇辉(1956-),男,陕西礼泉人,本科,教授,硕士生导师,现主要从事果树栽培及生理生态等研究工作。E-mail:apple19561019@163.com.

基金项目:国家现代农业产业(苹果)技术体系资助项目(MATS);农业部行业计划资助项目(nyhyzx07-024);国家科技支撑计划资助项目(2007BAK31B01-04)。

收稿日期:2013-05-14

1.4 数据分析

试验数据运用 SAS 及 Excel 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同时期根系修剪对苹果树根系活力的影响

由图 1 可以看出,生长季苹果根系活力变化呈单峰曲线。5 月份不同处理根系活力依次为秋季根剪>萌芽期根剪>对照>花后根剪,各处理间有显著差异($P<0.05$)。6 月份后不同处理根系活力明显升高,花后处理升高幅度较大,超过对照,各处理间差异显著;7 月份各处理根系活力达生长季峰值,萌芽期根剪根系活力最高,显著高于其它处理,其它 3 种处理间差异不显著。8 月份不同处理苹果根系活力大幅度降低,对照根系活力显著低于根剪各处理,秋季、萌芽期及花后根剪 3 种

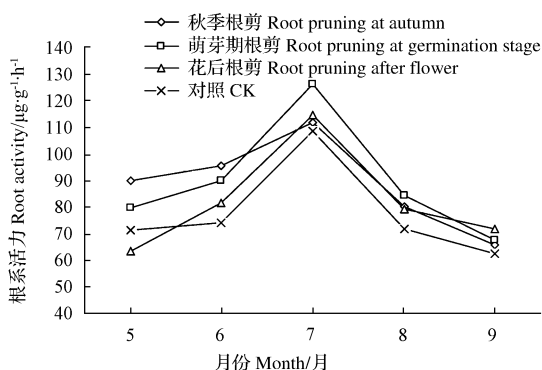


图 1 不同时期根系修剪对苹果树根系活力的影响

Fig 1 Effect of different periods of root pruning on root activity

表 1

不同时期根系修剪对冠层特性的影响

Table 1

Effect of root pruning at different periods on canopy characteristics

处理 Treatment	叶面积指数 LAI	冠层开度 DIFN	平均叶倾角 MLA/(°)
秋季根剪 Root pruning at autumn	4.835±0.181 ^{ab}	0.0186±0.0027 ^a	35.625±4.098 ^b
萌芽期根剪 Root pruning at germination stage	4.656±0.241 ^b	0.0206±0.0044 ^a	36.625±4.739 ^{ab}
花后根剪 Root pruning after the flower	4.693±0.131 ^b	0.0201±0.0032 ^a	38.875±2.861 ^{ab}
对照 CK	4.908±0.283 ^a	0.0181±0.0037 ^a	39.125±2.011 ^a

注:同列不同小写字母代表用 Duncan's 新复极差法检验,在 $P<0.05$ 水平上有差异。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference determined by Duncan's multiple range at $P<0.05$. The same below.

2.3 根系修剪对苹果树叶氮、磷、钾营养和质量的影响

2.3.1 根系修剪对苹果树叶氮、磷、钾营养的影响

由表 2 可知,在生长季前期,叶片全氮含量对照最高,萌芽期根剪最低,二者存在显著差异($P<0.05$),与其它 2 种处理无显著差异。在生长季中期,叶片全氮含量由多到少依次为花后根剪、萌芽期根剪、秋季根剪、对照,各处理之间无显著差异。生长季后期与中期相比,各处理叶片全氮含量均有不同程度下降,其中花后处理下降幅度最大,秋季根剪与对照下降幅度较小;二者显著高于花后根剪处理($P<0.05$),萌芽期根剪处理与其它根剪处理间无显著差异。生长季前期,叶片磷含量秋季根剪>萌芽期根剪>花后根剪>对照,各处理间均有显著

处理间差异不显著。生长季后期的 9 月份不同处理苹果根系活力进一步降低,对照根系活力显著低于根剪各处理,根剪的 3 个处理间差异不显著。总体来看,根剪处理后根系活力显著高于对照,说明根剪有提高根系活力的作用,其中,生长季前期,秋季根剪处理根系活力较高,生长季中后期,萌芽期根剪根系活力较高,花后根剪根系活力在生长季升高幅度最大。

2.2 根系修剪对苹果树冠层特性的影响

由表 1 可知,不同根剪处理苹果树 7 月份的叶面积指数(LAI)依次为对照>秋季根剪>花后根剪>萌芽期根剪。对照处理叶面积指数最大,与萌芽期根剪及花后根剪处理均有显著差异($P<0.05$),与秋季根剪处理差异不显著。秋季根剪处理叶面积指数大于萌芽期及花后处理,但无显著差异,萌芽期处理叶面积指数略小于花后根剪处理,二者差异不显著。冠层开度(DIFN)可估计树冠透光率,由表 1 可以看出,不同根剪处理的冠层开度,对照<秋季根剪<花后根剪<萌芽期根剪,各处理间虽无显著差异,但与叶面积指数结合可看出,根剪处理对于减少树体冗余,增加可利用光照有一定作用,其中萌芽期根剪效果相对最好。光线的入射角小而叶倾角大或入射角大而叶倾角小有利于集中用光^[8],对于渭北地区,在生长季,太阳高度角较大,叶倾角小较有利于提高受光面积。对照处理平均叶倾角最大,秋季处理平均叶倾角最小,二者有显著差异($P<0.05$),萌芽期与花后处理平均叶倾角介于二者之间,与其它 2 个处理无显著差异。

差异($P<0.05$)。生长季中期,萌芽期根剪处理叶片磷含量最高,其次是秋季与花后根剪处理,对照含量最低,萌芽期根剪与秋季根剪与对照差异显著。在生长季后期,萌芽期与花后根剪叶片磷含量显著高于秋季根剪及对照($P<0.05$)。生长季秋季根剪叶片磷含量变化最大。生长季前期,秋季根剪与花后根剪处理叶片钾含量显著高于萌芽期处理,而与对照无显著差异($P<0.05$)。生长季中期,各根剪处理钾含量均有下降,对照叶片钾含量最低,显著低于秋季与萌芽期根剪处理($P<0.05$)。生长季后期,各处理间叶片钾含量无显著差异($P<0.05$),且均低于生长季中期。生长季各根剪处理叶片钾含量变化幅度均较大。

表 2 不同时期根系修剪对叶片氮、磷、钾营养的影响

Table 2 Effect of root pruning at different periods on N,P,K contents in leaf

日期 Date/月.日	处理 Treatment	全氮 TN/%DW	磷 P/%DW	钾 K/%DW
5.26	秋季根剪 Root pruning at autumn	2.5353±0.1027 ^{ab}	0.1901±0.0144 ^a	1.4971±0.1403 ^a
	萌芽期根剪 Root pruning at germination stage	2.5196±0.1151 ^b	0.1572±0.0160 ^b	1.3017±0.1566 ^b
	花后根剪 Root pruning after flower	2.5924±0.0614 ^{ab}	0.1408±0.0105 ^c	1.4264±0.1181 ^a
	对照 CK	2.6314±0.0869 ^a	0.1254±0.0063 ^d	1.3950±0.0565 ^{ab}
7.12	秋季根剪 Root pruning at autumn	3.1562±0.2621 ^a	0.1452±0.0090 ^a	1.0092±0.0459 ^a
	萌芽期根剪 Root pruning at germination stage	3.2145±0.1124 ^a	0.1490±0.0102 ^a	1.0152±0.0731 ^a
	花后根剪 Root pruning after flower	3.2310±0.2124 ^a	0.1393±0.0106 ^{ab}	0.9822±0.0311 ^{ab}
	对照 CK	3.0674±0.0465 ^a	0.1279±0.0047 ^b	0.8962±0.0689 ^b
9.28	秋季根剪 Root pruning at autumn	2.8658±0.0528 ^a	0.1224±0.0021 ^b	0.7091±0.0790 ^a
	萌芽期根剪 Root pruning at germination stage	2.7329±0.0861 ^{ab}	0.1413±0.0090 ^a	0.6852±0.0327 ^a
	花后根剪 Root pruning after flower	2.5387±0.2254 ^b	0.1347±0.0053 ^a	0.6526±0.0174 ^a
	对照 CK	2.8426±0.1002 ^a	0.1231±0.0061 ^b	0.6300±0.0613 ^a

2.3.2 根系修剪对苹果树叶片质量的影响 由表 3 可知,生长季前期秋季根剪处理的叶片的叶绿素含量与对照相同,高于萌芽期及花后根剪处理,但各根剪处理间无显著差异;生长季后期,对照叶绿素含量最高,显著高于秋季及花后根剪处理($P<0.05$),与萌芽期根剪处理无显著差异。生长季前期各根剪处理间比叶重无显著差异,生长季后期,秋季与花后根剪处理显著高于萌芽期根剪处理及对照($P<0.05$)。对照叶片厚度最大,生

长季前期显著高于萌芽期根剪处理($P<0.05$),与秋季及花后根剪处理无显著差异;生长季后期对照与秋季根剪处理显著高于萌芽期根剪处理($P<0.05$)。生长季前期叶片含水量明显高于后期,但同一时期各根剪处理间无显著差异。整体来看,根剪处理对比叶重有一定的提高作用,但降低了叶片厚度和叶绿素含量,秋季根剪叶片质量高于萌芽期根剪与花后根剪。

表 3 不同时期根系修剪对叶片质量的影响

Table 3 Effect of root pruning at different periods on leaf quality

时间 Time	处理 Treatment	叶绿素含量 Chlorophyll content/SPAD	比叶重 Specific leaf weight/mg·cm ⁻²	叶片厚度 Leaf thickness/mm	含水量 Water content/%
5月 May	秋季根剪 Root pruning at autumn	50.3±3.1 ^a	8.5±0.73 ^a	0.47±0.034 ^{ab}	60.3±1.5 ^a
	萌芽期根剪 Root pruning at germination stage	49.4±3.9 ^a	8.1±1.11 ^a	0.44±0.009 ^b	61.2±1.7 ^a
	花后根剪 Root pruning after flower	48.6±3.4 ^a	8.3±1.45 ^a	0.47±0.030 ^{ab}	60.2±4.8 ^a
	对照 CK	50.3±3.9 ^a	8.0±0.51 ^a	0.49±0.036 ^a	62.6±1.0 ^a
9月 September	秋季根剪 Root pruning at autumn	55.7±4.2 ^b	12.2±0.74 ^a	0.51±0.049 ^a	54.9±1.7 ^a
	萌芽期根剪 Root pruning at germination stage	56.0±3.6 ^{ab}	11.0±0.05 ^b	0.42±0.001 ^b	56.6±0.6 ^a
	花后根剪 Root pruning after flower	55.1±4.5 ^b	12.2±0.33 ^a	0.50±0.011 ^{ab}	52.1±3.9 ^a
	对照 CK	58.0±4.5 ^a	11.3±0.33 ^b	0.52±0.062 ^a	55.2±2.6 ^a

3 结论与讨论

根系是植物吸收水分及养分的重要器官,对部分根系进行修剪,可以促进被剪根系发生新根,从而促进该部分根功能及整个根系功能的提高^[9]。该试验对盛果期苹果树进行了不同时期根系修剪处理,结果表明,根剪处理可以刺激根系生长(主要原因是提高了生长季早期根系的 IAA 含量,试验数据暂未发表),在一定范围内提高根系活力。秋季根剪处理时间最早,生长季前期根系活力最高;萌芽期根剪在生长季中后期根系活力最高;3种根剪处理在生长季后期根系活力趋于一致。根系活力水平直接影响着地上部的营养状况。根剪处理与对照相比,生长季叶片矿质元素的变化较大,叶片磷含量与钾含量表现出高于对照的趋势,这说明根剪对根系磷与钾的吸收有一定促进作用。曹磊等^[10]对银杏的断根研究也表明,断根对根系营养元素的吸收有影响,但就全年来说,断根反而增加了养分吸收。有关根剪促进根系对磷和钾吸收的生理机制需要今后更为深入的

研究。根系修剪对果树有控冠效果^[2,11],该试验萌芽期和花后根剪降低树体叶面积指数,秋季根剪利于提高叶片受光面积。根剪处理有提高叶片比叶重、降低叶片厚度和叶绿素含量的趋势。秋季根剪根系活力较高,叶倾角最小,叶片氮、磷、钾营养含量高,叶片质量相对较好。

参考文献

- [1] 陈学森,韩明玉,苏桂林,等. 当今世界苹果产业发展趋势及我国苹果产业优质高效发展意见[J]. 果树学报,2010,27(4):598-604.
- [2] Schupp J R, Ferree D C. Influence of time of root pruning on growth, mineral nutrition, net photosynthesis and transpiration of young apple trees[J]. Scientia Horticulturae, 1990, 42(4):299-306.
- [3] Khan Z U, McNeil D L, Samad A. Root pruning reduces the vegetative and reproductive growth of apple trees growing under an ultra high density planting system[J]. Scientia Horticulturae, 1998, 77(3-4):165-176.
- [4] 杨洪强,接玉玲,张连忠,等. 断根和剪枝对盆栽苹果叶片光合蒸腾及 WUE 的影响[J]. 园艺学报,2002,29(3):197-202.
- [5] 吕德国,秦秀霞. 3年生盆栽苹果树根系修剪的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2000,31(4):389-394.
- [6] 李宪利,高东升,耿莉. 花期根剪对苹果幼树叶营养及光合特性的影响[J]. 山东农业大学学报,1996,27(3):293-296.

不同主枝开张角度下轮台白杏树冠微域气候及生长结果差异分析

李军如¹, 宋涛²

(1. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆轮台县种子管理站, 新疆 轮台 841600)

摘 要:以 5 a 生轮台白杏为试材,研究了树体整形过程中主枝开张角度对树冠微域气候和生长结果的影响,以期为合理整形修剪提供参考依据。结果表明:主枝的不同开张角度对轮台白杏冠层的光合有效辐射强度(PAR)、坐果率和单株产量有显著影响。60°开张角度树冠内的光照较为充足,树冠内的温度相对较高,树冠内的湿度均明显低于自然生长形态,略低于 30°开张角度;60°的主枝角度在提高轮台白杏新梢生长量、坐果率和单株产量方面相对于自然形态和 30°开张角度的效果最好。该试验结果表明在轮台白杏整形过程中,主枝开张角度以 60°左右为宜。

关键词:杏;主枝角度;微域气候;生长发育

中图分类号:S 662.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0013-04

轮台白杏是新疆的特色林果树种,主要分布于巴音郭楞蒙古自治州的轮台县与阿克苏地区的库车县。目

前,轮台白杏在轮台县的种植面积已超过 1.3 万 hm²,并有多家加工企业,产业化优势明显,经济效益显著^[1]。轮台白杏树体生长干性强,放任生长的传统栽培方式已不适应集约化生产的需要。为了探索适合轮台白杏集约化栽培的新模式,近年来有关轮台白杏光合特性的研究已有报道^[2-6],但多着眼于对轮台白杏不同树形的光合特性等方面,缺少具体整形修剪技术对树体生长与结

第一作者简介:李军如(1974-),男,硕士,高级工程师,现主要从事果树栽培管理工作。E-mail:kuerle001@126.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区科技计划资助项目(201130102)。

收稿日期:2013-05-20

- [7] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
[8] 黄高宝. 作物群体受光结构与作物生产力研究[J]. 生态学杂志, 1999,18(1):59-65.
[9] 吕德国,唐沂泉,李京祯. 局部剪根对苹果整体新根发生动态的影响[J]. 落叶果树,1998(2):24-25.

- [10] 曹磊,袁玉欣,井学辉,等. 断根处理对银杏树体生长、养分吸收及根系再生的影响[J]. 河北农业大学学报,2005,28(2):23-28.
[11] 罗新书. 深翻树穴对苹果幼树根系和地上部生长的影响[J]. 中国果树,1960(1):25-30.

Effect of Root System Pruning on Root Activity and Canopy Characteristics of Apple Tree

ZHANG Wen,ZHU Xue-rong,LI Wei,LI Bing-zhi,FAN Chong-hui

(College of Horticulture,Northwest Agriculture and Forestry University,Yangling,Shaanxi 712100)

Abstract: Taking 18-year-old 'Changfu II' apple tree with dwarfing interstock as experimental material,the effect of root system pruning at different periods such as autumn,germination stage and post-anthesis on root activity,canopy characteristics and leaf quality were studied,in order to investigate suitable period of root system pruning. The results showed that root pruning improved root activity and leaf P and K content,decreased leaf area index and improved environment on light and wind,but reduced leaf quality. Root activity was higher in early growing season,mean leaf angle was small,and leaf quality was relatively high of autumn root pruning;germination stage root pruning was conducive to decrease leaf area index,increase light transmittance and root activity was higher in middle and late growing season. Comprehensive analysis showed that autumn and germination stage root pruning were more suitable for improving root activity and canopy characteristics.

Key words: apple;root system pruning;root activity;canopy characteristics;leaf quality