

新西兰果园规范化栽培技术及发展趋势

胡兴华¹, LOUISE Wake²

(1. 广西壮族自治区 广西植物研究所, 广西桂林 541006; 2. 新西兰黑斯廷市 Hillview 果园, 黑斯廷 4201)

摘要: 报道了新西兰水果主产区果园普遍采用的规范化栽培技术系统, 包括果园布局、果树定植与枝条定向牵引、果产品全程质量管理、果园生态环境管理等技术, 并分析了该技术的特点、目的和作用, 对新西兰果园近年在栽培技术上的优化和创新进行了总结, 提出了新西兰果园栽培的发展趋势。

关键词: 新西兰; 果园; 栽培技术

中图分类号: Q949.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2004)05-0450-06

Standard cultivating technology and developing trend of orchard in New Zealand

HU Xing-hua¹, LOUISE Wake²

(1. *Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006, China;* 2. *New Zealand Hillview Orchard of Hastings, Hastings 4201, New Zealand*)

Abstract: The technical system of garden standard cultivation in main fruit producing section in New Zealand was reported, which includes garden distribution, branches planting and branches directional traction, full quality control of fruit product, ecological environmental control of garden, and so on. Moreover, characteristics, the purpose and function of these techniques were analyzed. The optimization and innovation of cultivating technology was summed recently, and the developing trend of garden cultivating technology was also advanced.

Key words: New Zealand; orchard; cultivating technology

新西兰是农业发达国家, 位居南半球, 气候温暖干爽, 土壤肥沃深厚, 具有适合果树生长的得天独厚的自然条件, 集约化的果树栽培历史已超过一百年, 早在 1899 年成立了第一个果树栽培专业协会——霍克斯湾水果种植者协会 (Rose, 1999)。目前大面积的水果产区遍布该国南北, 尤其是在奥克兰及东海岸的哈密尔顿、布兰提湾和霍克斯湾等地区, 集中着 53 761 hm² 的猕猴桃、桃、李、梨及苹果园。水果种植业越来越成为新西兰极为重要的经济支柱, 出口总值由 1980 年的 1 亿美元上升至 2002 年的 11 亿美元, 猕猴桃、苹果、梨、桃和鳄梨等销往世界 108 个国家 (Kerr 等, 2002)。其中, 2002 年猕猴桃产量占世界总产量的 20%, 产品的 85% 出口到世界各地。以猕猴桃为例, 2002 年世界几个主要种植国所

产猕猴桃每 1 kg 净利润分别为法国 14 美分、美国为 19 美分、新西兰则达 34 美分 (O' Rourke, 2002a)。经历一百多年的努力, 新西兰成功探索和建立了一套成熟稳定、具有显著特点和优越性的果园规范化栽培技术。为此, 笔者对新西兰果园主要的栽培技术进行了实地考察, 并分析其特点, 预测其发展趋势, 以期为其地区果树产业的发展提供参考和依据。

1 新西兰果园规范化栽培技术现状

1.1 果园布局

它包含两个方面的技术内容: 一是果园中果行的走向及行之间距离的规格; 二是同一果园中不同

收稿日期: 2004-02-20 修订日期: 2004-03-25

作者简介: 胡兴华(1974-), 男, 广西河池人, 研究员, 主要从事植物引种驯化和果树良种选育研究。

的水果种类品种的搭配。

1.1.1 果行排列 平坦地带果园中果行大致以南北走向为主,以利于果树均匀充分接触太阳光照;丘陵地带则以山脚山顶走向为主,从而方便各种机械来回运动。果园中所有果行之间的距离即行间距是完全统一的,为方便机械化生产和果树造型需要,果行通常笔直划一,行间道畅通无阻。

1.1.2 品种匹配 新西兰果园很重视品种匹配,一个果园至少栽培两种以上的果树,通常约 12 个品种,多则高达 20~30 种,果园面积越大,品种数量越多。以霍克斯湾地区的 Hill View Orchard 为例,该园面积 33 hm²,栽培有梨、桃、苹果三大类共 17 个品种。它们在果园中的分布和近三年来的产量情况如表 1 所示。

表 1 Hillview Orchard of Hastings 部份果树品种数量及产量表
Table 1 Quantity and production of some varieties in Hillview Orchard of Hastings

种类 Crops	品种 Varieties	定植时间 Planted time (a)	株数 Number	株行距 Spacing (m)	面积 Area (hm ²)	产量 Production(kg)			均产量 Average production (kg/hm ² . a)
						2001 年	2002 年	2003 年	
梨 Pears	Packhams	1982	1004	2.4×3.6	0.87	55 494	60 192	49 158	54 948
	Packhams	1989	117	2.5×4.5	0.13	—	—	—	—
	Bosc	1982	649	2.4×3.6	0.55	28 440	55 440	20 520	34 800
	Bosc	1989	547	2.5×4.5	0.62	—	—	—	—
	WBC	1989	170	2.5×4.5	0.19	27 306	26 622	9 432	37 052
	WBC	1993	335	2.5×4.5	0.38	—	—	—	—
桃 Peaches	Peacherines	1999	421	2.4×4.8	0.48	—	2,498	3,062	5,791
	Golden Queens	1982	900	3.6×6.1	1.98	—	87 000	60 000	37 121
苹果 Apples	Pacific Rose	1993	478	2.5×4.5	0.54	24 048	31 608	28 404	39 464
	Pacific Rose	1998	320	1.5×3.6	0.17	—	—	—	—
	Royal Gala	1989	546	2.0×4.5	0.49	68 616	57 240	65 160	63 041
	Galaxy	1998	960	1.5×3.6	0.52	—	—	—	—
	Fuji	1984	565	2.4×3.6	0.49	12 924	27 990	31 320	49 138
	Braeburn	1981	1188	2.4×3.6	1.03	92 970	89 424	90 234	70 446
	Aurora	1995	235	2.5×4.5	0.26	—	—	—	—
Granny Smith	1981	1224	2.4×3.6	1.06	57 042	70 920	92 160	69 220	
总计 Total	—	—	9650	—	9.76	366 840	508 934	449 450	—

注:“—”表示 Hillview Orchard of Hastings 没有提供其原始数据。

品种多样化具有明显的优点,首先能有目的地错开果树开花、疏花保果、成熟采收等高峰期,保证果园生产能持续有序进行,从而避免单一品种所导致的整个果园在保花保果、疏花疏果、成熟采收等关键时期内工作量高度集中,减缓果园在用工、设备使用、贮藏、运输等环节处于紧张的压力。第二是降低产品的市场风险。品种单一,市场风险抵御能力极为有限,品种多样化则能够互相弥补,此消彼长,降低整个果园产品的市场风险。第三,果园对病虫害侵袭的免疫和自我修复能力大大提高,使果园的生态多样性提高,果园生态系统稳定和自我恢复能力提高。同时通过科学设计把同种类果树分成若干定植区块,然后使不同种类果树的定植区块交错相连,使之在同类果树间形成具有隔离作用的“生物带”。如图 1 所示,该果园中三大类水果村是有规律地相互穿插,互为对方的病虫害隔离区。如果果树种类增加,则穿插的区块更多,同一类果树不同定植区块间

的距离更远,效果更好。

在同一种类果树的某一定植区块内,不同品种隔离一行或若干行交叉种植,相互之间也是阻止病害蔓延的生物屏障。同一块区内不同品种的交叉情况,本文选择该园区某一梨树区作示意图(图 2),由图可知不同品种之间交叉定植,客观上形成了阻止病虫害传播蔓延的“生物墙”。

1.2 果树定植与枝条定向牵引

1.2.1 定植前的准备 新开垦果园或者重新种植幼树以淘汰老化果树,先要对园地进行全垦整地,用拖拉机深翻地,然后打碎泥块,平整地块。在平整完毕的园地上进行测点,根据一定的尺度确定某一定植行的位置,打桩做标记,沿着桩标指示方向和位置,用拖拉机犁开一条条定植沟,沟深 50 cm、宽 40 cm,新开垦果园在整地完毕后还要埋设灌溉管网,管网要求埋设地面以下 50 cm,统一在定植沟一端预留接口,接口通常露出地面,方便与滴灌管、喷灌管联络。

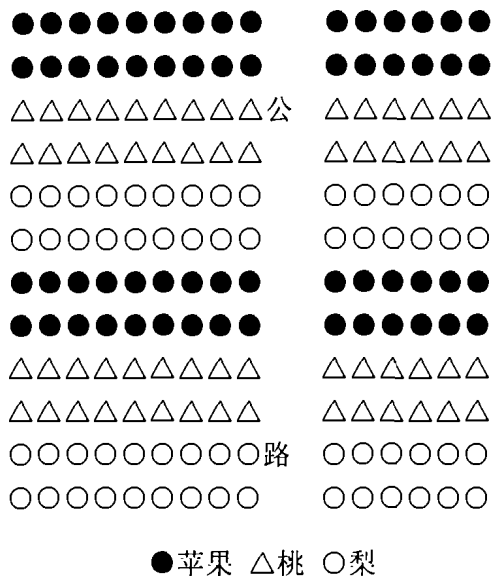


图 1 果园中不同种类果树交错定植示意图
Fig. 1 The sketch map of interleaving planting with different kinds of fruit trees in garden

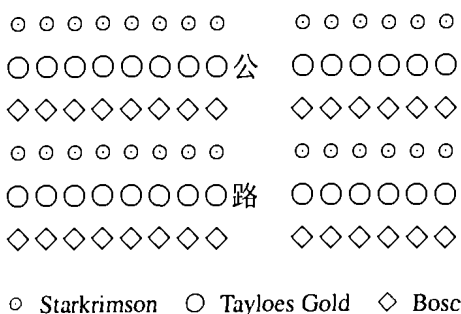


图 2 同一种类果树块区内不同品种的交叉排列
Fig. 2 The intercross distributions of different varieties in the same kinds of fruit trees section

1.2.2 定植 每年冬春交替的 8、9 月份是定植果树的最佳时间。通常使用营养杯苗,果苗规格以高 1~1.2 m,基径 1.2 m 为佳,定植时把苗放入定植沟内规定位置,撕脱塑料膜,注意不要弄散果苗根部土球,扶正树苗,人工回土少许,使果苗受支撑而保持站立姿势,待整行树苗放置完毕,检查每株树苗的位置正确无误后,用拖拉机分别从两侧向定植沟内回土填平。扶正果苗,用脚踏实根部泥土,最后用扶剪剪掉幼苗顶端以促进侧芽快速发育,注意控制每株苗剪顶的位置,以保证每行树苗在剪顶后高度保持一致。

1.2.3 果树灌溉 果苗定植完毕,要立即进行灌溉,尽管新西兰水资源丰富,但果园中仍普遍实施节水灌溉,其中以滴灌为主。早期滴灌管为金属管,现已全部被黑色塑料管替代。每行果树铺设一条滴灌塑料管,管子紧贴树干,一端连通地下管网的接头,另

一端封闭。滴水孔位于每两株相邻果树的正中间,也有的开孔在离树干 0.5 m 的位置。果树定植后首次灌溉需持续较长时间,以树干基部周围约 1 m² 泥土湿润为准。以后每周灌溉 1~2 d,三龄以上果树每周灌溉 2 d,在发芽膨大期,果实快速增大期可适当增加灌溉天数。遇上天气变化亦作相应调整,持续高温干旱应增加每周灌溉天数,降水充足时应减少或停止灌溉。

1.2.4 果树枝条定向牵引 为提高果树产果量,同时又方便机械化生产管理,新西兰果园多数果树的枝条实行了定向牵引和固定。如梨、苹果、葡萄、猕猴桃等。不同种类的果树枝条牵引的方法有所差异,但基本方式是相同的。本文以梨树的枝条定向牵引为例介绍此方法。梨树苗定植完毕后,在果行中每隔 20 m 立一根高 2 m、口径 15 cm 的柱子,在柱子上由下至上钉四条互相平行的横栅,每条栅长 70 cm,每两条横栅之间相距 50 cm。此木架结构是果树枝条定向牵引的主要支撑构架,最低层的那条横栅为第一级横栅,往上依次为二、三、四级横栅。果树第一批枝芽长到 2~4 cm 时,对所有果树统一进行抹芽,离茎基部 30 cm 高度以内的芽全部抹除,30 cm 以上的芽则全部保留。待定植后一年,树高 1.2~1.5 m,枝条长度达到 30~50 cm,此时在一级横栅上拉设 6 条贯穿果行的铁丝,其中 2 条铁丝紧贴柱子两侧固定在横栅上,称之内线,整行果树应位于两条内线围拢之中。另 2 条铁丝分别固定在横栅两端,称之外线。剩余 2 条铁丝分别固定在柱子两侧内、外线间居中的位置上。6 条拉开的铁丝组成一个平面,将承载和固定被定向牵引的枝条。

枝条定向就是人为确定果树一级侧枝伸展的方向,牵引则是为达到定向目的而把经过挑选的若干枝条扭曲、缠绕和绑扎在固定的框架结构或铁丝等之上。梨树枝条定向牵引的过程分 3 步:第一步,在幼树上挑选四条长势良好、粗壮,且分枝位置与一级横栅高度相近的侧枝;第二步,把 4 条侧枝分别缠绕到幼树左右两侧的铁丝内线上,每一条铁丝分别缠绕有伸展方向相反的两条侧枝,用细绳绑紧,使枝条保持缠绕状。注意不要折断枝条,保持树干直立;第三步,及时把已定向枝条不断长长的前端缠绕到铁丝上,当枝条长度达到近 1 m 时,剪断枝条顶端,促进二级侧枝生长,二级侧枝以及结果母枝、结果枝等自然挂靠在铁丝中间线和外线上。依同样方法,根据果树生长速度适时拉设第二、三、四级。横栅的铁

丝定向牵引枝条,并清除多余的侧枝。全部定向牵引完成后,每株果树所有枝条被分成层次分明的4层,每层相隔50 cm,整行果树被铁丝贯穿相连,生长旺盛的枝叶使果行形成一条高2.5 m,宽1.2~1.5 m的规则整齐的绿色长方体。

1.3 果产品全程质量管理

为使产出的果实风味宜人,色泽亮丽,外形美观,果园需要对果实进行全程质量管理,具体措施如下:

1.3.1 修剪增光 果树座果后3~4周,对果行进行整形修剪,剪除无座果或座果极少枝条,疏裁过于茂盛的枝叶及其对座果枝形成严重荫蔽作用的枝杈,使座果枝充分接触光照,顺利进行光合作用。

1.3.2 疏果保果 修剪完毕后及时疏果,总的原则是去小留大,疏掉小果、异形果、病果,保留生长发育好、果形大的果实。疏果强度因果树种类品种不同差异甚大,桃树疏果强度最大,为60%~70%,其中Black Boy高达80%,苹果次之,如Roy Gala和P. Beauty为50%,梨树最轻,通常为20%。疏果时,被疏摘的果实要向疏果者身体后侧扔弃,杜绝把果实从疏摘位置直接朝下扔弃,避免树上果实受其冲撞而形成凹窝或脱落等。

1.3.3 增加光照 果实生长后期,其发育方式从以体积增大为主,转向以糖分制造、转化和积累为主,果实的颜色开始由青绿变黄、橙、红等,充足的光照成为极关键的影响因素。此时,在果园行间道上铺设白色塑料或者白色尼龙布,使直射到行间道上的阳光向上反射,增加果树尤其是果树下层的光照,有利于全部果实高效、充分地进行糖分合成和积累,最大限度提高果实的含糖度和着色率。

1.3.4 残果的产生及清除 果实生长过程中,由于品种特性、极端天气、病虫害侵袭以及人为的损伤等原因,会产生各种残果,如畸形果、日灼果、裂果、病斑果、鸟食果和擦伤果等。为提高出产水果质量,一方面采取措施避免残果产生的条件,减少残果的产生量;另一方面,在果实采收前,统一清除残果,通常进行1~2次。

1.3.5 采前灌水 平时果园灌溉通过滴灌管的滴灌完成,但是有时候需要在采果前一周对果树进行集中的高强度喷灌,以弥补因持续干旱或降水量不足而导致的果实水分缺失。果园原有的滴灌管不胜任如此强度的喷灌,需临时铺设另一条简易喷灌管道。为此,新西兰专门设计生产一种100 mm口径的铝合金薄管,管长约10 m,两端有卡口和喷头,不但轻

便,而且组装起管道来十分容易。喷灌的程度以受喷灌区域地表普遍出现积水迹象时停止灌水为佳,通常需喷射3~5 h。果树采前灌水有利于增加果实水分,延长果实采收后的保鲜期,使果产品长时间保持形态饱满、水分充足、味道鲜美的特性。并非所有水果采前都能进行果树灌水,如Golden Queen和Peacherine等易出现裂果的品种不能采取此种措施。

1.3.6 果实采收技术及采后保鲜 同一种类果树的果实,甚至同一株果树的果实,其成熟时间都存有一定差异,有的成熟较早,有的成熟时间滞后,所有果实的成熟是个连续的过程。新西兰绝大多数果园采用分批采收果实的方式,及时采摘成熟的果实,暂未成熟的果实则保留于树上一段时间,待其成熟后方采收。通常桃子成熟较快,其采收频度为3~4 d,梨、苹果成熟较慢,采收频度为2~3周。分批采收能有效地控制果实质量,每次采摘均依据一定的要求和标准有选择地摘取果实,所以被采收的果实,无论是尺寸、形状、成熟度和果色等均保持良好的一致性,果实的整体质量得到保证。分批采收还能最大限度收获优质果实,由于所有的果实都得以充分生长,其达到采摘标准的果实数量实现了最大化,避免了一次性采果方式出现的次等果多、浪费严重等现象。

摘果时用手握住果实向上翻扳,果柄在离层位置断脱,断口平滑,装载果实时它不会擦伤其它果实的表皮。在摘果时装载果实的容器为全国统一尺度、形状的筐或箱,载满果实的果筐或果箱直接被送到仓库贮存或是销售市场,不必进行分装等程序,节省了工时,减免了分装时出现的果实损伤等。

新西兰水果保鲜的主要方法是冷藏。每个果园均备有小型的冷库,每一片产果区则建有若干大型冷藏工厂。所有采收的果实在采收当天即时送进冷库,在4℃条件下贮存保鲜。

1.4 果园生态环境管理

1.4.1 杂草管理 果园中杂草与果树间存在激烈的竞争,它不仅争夺果树的水肥,还会挤占果树生长空间,抢占光线,甚至窝藏鼠、兔等危害果树的动物,所以清除杂草是果园管理的一个重要环节。与我国果园“锄草”或“铲草”的方式不同,新西兰果园普遍采用机械割草结合使用化学除草剂除草的方式。一旦杂草生长至30 cm高,即用割草机把它整整齐齐割短至5 cm,割草机无法触及的杂草,如生长在果树茎基四周的,则对其喷洒化学除草剂彻底清除。通常果树茎基四周因为受荫蔽,极少有杂草滋长。夏

季杂草生长迅速,每月割除 1 次,其余季节可少割或不割。在这种杂草管理方式下,行间道里形成一层厚度在 5~30 cm(多数时间为 5~15 cm)的草垫,果树基部两侧宽 40 cm 的区域则清洁无任何杂草。一方面杂草的生长受到严格控制,无法形成具竞争力的地上茎叶和地下根系,果树的生长不受杂草干扰;另一方面杂草经多次平整切割而形成的草垫层可以保持水土,调节果园地表微气候以及防止行间道土层因受生产机械来回碾压而发生板结等。

1.4.2 病虫害防治 以预防为主,根据长期观察,新西兰确定降雨前后是果树病虫害进行侵袭、传播的主要时间,所以每一次临降雨前果园都要抓紧进行喷洒杀菌灭虫药,预防果树感染菌和遭受害虫侵袭。如果降雨量超过 40 mm,降雨结束后须补充喷洒 1 次杀菌药。对已经感染病害的果树,及时修剪掉受感染枝条并将其销毁,如梨树常见的梨火疫病,往往先发生于枝叶上,然后快速侵染主干,凡被感染的枝叶很快枯萎发黑,形同被火烧过一样,果树一旦感染上它,唯一的办法就是修剪所有染病枝干并将其焚毁。对虫害的传播也有利用生物防治方法进行控制的,但使用化学杀虫剂是主要的途径。

1.4.3 果园环境卫生管理 果园日常生产中会产生一些废弃物,如果树修剪、整形时裁剪下树的枝叶,员工生活垃圾等,这些废弃物通常都及时进行处理,被裁剪下的枝叶一般是均摊在行间道上,用割草机把它切割成碎屑,被微生物分解后进入回归土壤。生活垃圾则集中装载,待达到一定数量时统一焚毁。员工生活、休息区均建有完善的生活设施,杜绝污水横流等情况发生。

2 新西兰果园栽培技术新进展

受国际市场激烈竞争和世界范围内兴起“绿色食品”消费观念的影响,新西兰近十年来加快了水果产业结构调整的步伐,不断推进果树栽培技术的优化和创新,并取得了一些进展,主要有以下几方面:

2.1 品种改良速度加快,新品种栽培面积迅速攀升

新西兰近十年来高度重视果树新品种的选育和引进,尤其是集中力量培育一系列高品质的苹果和梨的新品种。从 1990 年至今,新西兰有 12 个苹果新品种获得品种专有权,其中的“太平洋玫瑰”(Pacific Rose)已居该国果树种植面积第五位(O'Rourke, 2002b)。用于生产罐头的梨子新品种

Buttirat 和 Williams 迅速发展,已占梨子产量的三分之一(O'Rourke, 2002c)。果园中新种植的果树基本是 1990 年以后培育的品种。

2.2 矮化和密植技术日益替代传统栽培技术

新开垦果园以及老果园对果树进行更新换代时,基本采用密植和矮化技术,在保持原先果园行间距不变的情况下,果树株间距从 3 m 缩至 1.5 m、1.2 m,甚至 1 m 树高控制在 2 m 左右。相对于传统栽培方式,矮化和密植技术使果园生产趋于简易化,有利于提高果园单位面积产量和品质(Harold, 1978)。

2.3 枝条定向牵引技术开始被简化

原有的枝条定向牵引技术存在许多不足,其工作量巨大,同时对侧枝的约束加剧了果树的顶端优势,当果树所有枝条被规则分成 4 层后,顶层枝条遮挡了大部分太阳光,对下层枝条形成明显的荫蔽作用,大大降低了下层枝条的生产能力。为此,一些种植者开始对果树定向牵引技术进行简化,改四层定向牵引为只定向牵引果树最低一层枝条。果树定植后,果行中央每隔 20 m 埋立一直柱,沿着柱子拉设一条离地面高 80 cm 的铁丝,每株果树挑选 2 条合适的枝条分别沿相反方向缠绕固定在铁丝上。随着实践的发展,果园生产管理技术也相应改进,这些改进主要表现在果树定向牵引和病虫害防治 2 个方面。修剪掉位于此两条枝条下面的所有其它枝条,位于被牵引的两条枝条上侧的枝条则根据树势进行修剪造型,不再强行定向牵引。简化定向牵引技术目的是要克服该技术的弊端,对下层枝条的强行定向牵引则开辟行间道上生产机械通行的道路空间。Hill View 果园以苹果中的 Galaxy 和 Roy Gala 两品种以及梨的 Bosc、Buttira 和 Starkrimson 三品种作简化栽培试验,取得较好效果,不但比对照易于管护,而且产量亦比对照的高。该技术的简化与果树新品种的栽培、密植矮化技术的推广紧密结合在一起,多数果园在栽培新品种的同时实施密植矮化和枝条定向牵引简化技术。

2.4 围绕生产“绿色”食品目标,各种替代或减少农药施用的新技术在果园中得到试验和推广

与十年前相比,今天的果园生产理念已经有了很大的不同,由于国际市场愈来愈把“绿色”产品作为优先考虑的要素,继续大量施用化学农药的果园,其产品无法越过国际市场日益严格的农药残留量限制所形成的壁垒。靠国际市场生存的新西兰果园没有回避也无法回避这一挑战,研究运用各种减少、替代化

学农药施用的新技术的潮流在新西兰方兴未艾。截止 2003 年底,以下几方面的研究运用较有代表性。

2.4.1 选育抗病能力强的果树新品种 新西兰国家园艺所选育出的梨子新品种几乎能抵抗所有真菌感染病害,并开始在果园中试种,同时大力进行对其它种类果树抗病新品种的选育研究。

2.4.2 果园普遍采用病虫害综合防治措施 除了研究和应用高效低毒、易分解农药外,多数果园对害虫还采用黑光灯诱杀、化学剂诱杀、化学剂干扰雌雄害虫交配、释放害虫天敌等生态防治进行控制。

2.4.3 大型防虫网兴起 受其它作物如草莓、葡萄用防虫网防害虫的启发,新西兰一些果园开始搭建大型防虫网保护果园免遭昆虫和有害动物的侵袭。果园上张开的巨网将整个果园笼罩起来,只有出入口可以临时开关,一切昆虫、有害动物均被阻隔在巨网之外,切断了虫媒传播疾病感染果树的途径。大型防虫网的使用极大的减少了果园施用农药的次数和数量,是果园生产符合“绿色”产品要求的有力保障,但其投资庞大,目前主要在杂交桃、李、甜梅等果园采用。搭建大型的防虫网保护果园符合当代环保潮流,是一种具有积极探索意义的方法,但现阶段并非多数果园承受得起,其发展潜力仍有待观察。

3 新西兰果树栽培技术发展趋势预测

新西兰果树是靠国际市场生存的(Kerr 等,

2002),为在激烈的国际竞争中保持领先的地位,选育栽培更加优良的果树品种,扩大新品种水果出口量的比例将是新西兰今后长期坚持的方向。密植矮化、简化枝条定向牵引技术将成为新西兰果树栽培技术的主流。同时,对生产“绿色”水果,包括选育抗病品种、物理防虫、化学控制病虫害、生物方法控制病虫害的试验和推广将越来越受到重视和加强。新方法、新技术的不断出现,新西兰将形成一套更成熟有效的“绿色”水果生产技术系统。

参考文献:

- Harold Bradford Tukey. 1978. Dwarfed Fruit Trees [M]. USA; USA Cornell University Press, 11-13.
- Kerr JP, Hewett EW, Aiken AG. 2002. New Zealand Horticulture Facts & Figures [M]. New Zealand; Martech Consulting Group Ltd Press, 16, 3-4, 3.
- ORourke Des. 2002a. World Kiwifruit Review [M]. USA; Belrose Press, 37-39.
- ORourke Des. 2002b. World Apple Review [M]. USA; Belrose Press, 39-40.
- ORourke Des. 2002c. World Pear Review [M]. USA; Belrose Press, 19-21.
- Rose Mannering. 1999. A History of Fruitgrowing in Hawke's Bay [M]. New Zealand; Publishing Solutions Limited Press, 1-2.

(上接第 442 页 Continue from page 442)

- Lepp NW. 1981. Effects of heavy metals pollution on plants [M]. London; Applied Science 1, 35-39.
- Liu Q(刘茜). 1996. Studies of the Biomass and Productivity of Different Age-group Pinus massoniana Plantation(不同龄组马尾松人工林生物量及生产力的研究)[J]. *Journal of Central South Forestry University* (中南林学院学报), 16(4):47-52.
- Tian DL(田大伦). 1989. Studies on nutrient elements cycling and density effect of pole stage of *Pinus massoniana* stand (马尾松林杆材阶段养分循环及密度关系的研究)[J]. *Scientia Silvae Sinicae* (林业科学), 25(2): 106-112.
- Wang X(王新), Wu YY(吴燕玉), Liang RL(梁仁禄), et al. 1994. Effects of various modifiers on migration and accumulation of heavy metals(各种改良剂对重金属迁移积累影响的研究)[J]. *Chinese journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 5(1): 89-94.

- William H Smith. 1981. Air Pollution and forests [M]. Springer-Verlag New York Inc.
- Xiang WH(项文化), Tian DL(田大伦). 2002. Nutrient cycling in pinus massoniana stands of different age classes(不同年龄阶段马尾松人工林养分循环的研究)[J]. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生态学报), 26(1): 89-95.
- Yu GY(余国营), Wu YY(吴玉树), Wang HX(王焕校). 1992. Effects of the different cadmium compounds and their interaction on the Wheat (*Triticum aestivum* L.) (不同形态 Cd 及其与 Zn 的相互作用对小麦生理的影响)[J]. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 2(2): 92-94.
- Yu GY(余国营), Wu YY(吴燕玉). 1998. Transfer and cycling of heavy metals in and out of the larch trees (*Larix olgensis* var. *koreana* Nakai) before and after leaf fallen (落叶松落叶前后重金属元素内外迁移循环规律研究)[J]. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 18(2): 203-209.