

关于西澳大利亚蜂蜜的研究

罗伯·曼宁博士

西澳大利亚州农业与食品部

2011年9月

蜂蜜的抗菌及抗氧化活性

背景

当研究人员使用更先进的方法对蜂蜜样品进行重新分析后，证实来自西澳大利亚州一家包装商的蜂蜜样品中含抗生素残留的阳性随机试验结果为假，从而发现了蜂蜜的“活性”。

西澳大学伊丽莎白二世女王医学中心微生物学系的Khaira和Mee（2000）研究了各种西澳蜂蜜样品的最低抑菌浓度（MIC）（从1999年8月至2000年1月的花期）。红柳桉蜂蜜（Jarrah）是在所测样本中抗菌活性最高的蜂蜜，其对白色念珠菌的最低抑菌浓度为20%w/v（20克蜂蜜于100毫升水中），铜绿假单胞菌和大肠杆菌为5%w/v，金黄色葡萄球菌为2.5%w/v。金黄色葡萄球菌是对红柳桉蜂蜜最敏感的微生物。

2002年2月26日，当时的农业部发布了罗伯·曼宁（Rob Manning）和诺拉·默瑟（Nola Mercer）使用在新西兰开发的一种测定方法对西澳蜂蜜的抗菌活性进行研究的结果。研究表明，由于天然存在一种酶，西澳的蜂蜜具有世界上最高的抗菌活性水平。稀释蜂蜜后，葡萄糖氧化酶会产生低浓度的过氧化氢，这是其抗菌活性的来源。它不同于新西兰的麦卢卡（*Leptospermum scoparium*）蜂蜜，后者被称为“非过氧化物”蜂蜜（Molan和Russell 1988），因为它的活性来自于一种叫做甲基乙二醛的化学物质。麦卢卡蜂蜜（Manuka）中的“独特麦卢卡因子（UMF）”非常特殊，到目前为止，仅存在于从麦卢卡族植物取得的蜂蜜中（Allen等 1991; Anon 1998; Davis 2005），其中就包括在西澳大利亚州发现的一种（Beeinformed, 2008）。

自2002年以来，悉尼大学，西澳大利亚的养蜂场和维斯比（Wescobee）公司的研究人员对西澳蜂蜜进行了进一步研究。2009年，维斯比推出了一种含100%蜂蜜的新产品，借由其抗菌活性而首次进入医疗保健市场，并在2010年获得了日本的出口奖（Wescobee 2011）。

2002后，红柳桉蜂蜜作物受到不利自然环境的严重影响，很多年来一直饱受干旱的困扰。

以上便是发现西澳蜂蜜抗菌活性和抗氧化活性的简短背景。

概述

蜂蜜是一种高度复杂的混合物，包含至少200种植物化学物质，其成分严格取决于产蜜花卉和地理来源（Beretta等, 2005）。蜂蜜的抗菌活性源于其渗透作用、酸性和过氧化氢含量（Molan 1992），样品之间的差异很大（Molan等, 1988; Garcia等, 2000; Brady等, 2004）。蜂蜜中过氧化氢的含量是可以测量的，现在这也成为对蜂蜜活性进行评级的重要量化指标，这一指标对于制药市场，特别是在伤口护理和皮肤感染治疗方面尤为重要。

葡萄糖氧化酶的酶活性使蜂蜜中产生了过氧化氢，葡萄糖氧化酶有些来自蜜蜂头部内的下咽腺（Gauhe 1941, Weston 2000年引用），有些则来自花朵的花蜜（Carter and Thornburg 2004）。

不同蜂蜜中过氧化氢的浓度各不相同（Allen等, 1991），当蜂蜜稀释至浓度在30%至50%（v/v）时，过氧化氢的生产浓度最大（Bang等, 2003）。但是，许多调查结果显示有些蜂蜜样品只有很少或几乎完全没有抗菌活性（Allen等, 1991; Brady等, 2004）。

具有高抗菌活性的蜂蜜在医学上已成为促进伤口愈合、治疗烧伤和溃疡的重要有效抗菌替代品（Molan 2001）。

蜂蜜的抗菌活性研究

在1999年至2004年间，研究人员对342个未经巴氏消毒的蜂蜜样品进行了测试，这些样品均来自西澳西南部的商业养蜂场。他们使用琼脂孔扩散法测试蜂蜜中的金黄色葡萄球菌，以苯酚为标准进行对比。

蜂蜜抗菌活性测试

研究使用的方法与新西兰怀卡托大学蜂蜜研究实验室所使用的方法相似，结合琼脂孔扩散法（图1）和凸模固定板来检测Allen等人（1991）所述的抑制物质。

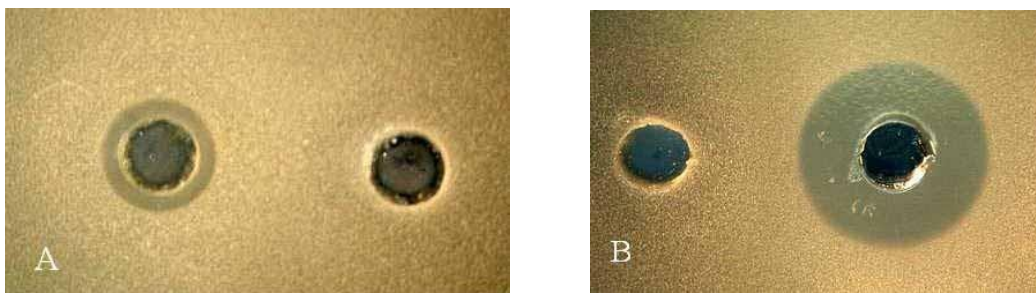


图1. 琼脂扩散测定法显示了蜂蜜阻止金黄色葡萄球菌（ATCC 9144）生长的抑制区。有些蜂蜜（A左）的抗菌活性比红柳桉蜂蜜（B右）要低，红柳桉蜂蜜琼脂孔周围有更大、更清晰的抑制区。

不过，曼宁和默瑟使用的金黄色葡萄球菌分离株与前者有所不同，是从昆士兰州第一产业部食品技术中心获得的分离株ATCC 9144的干冻培养物，按照说明将其在胰蛋白酶大豆浓液（Merck 1.05459）中重构，并在37度下孵育18小时而形成的。

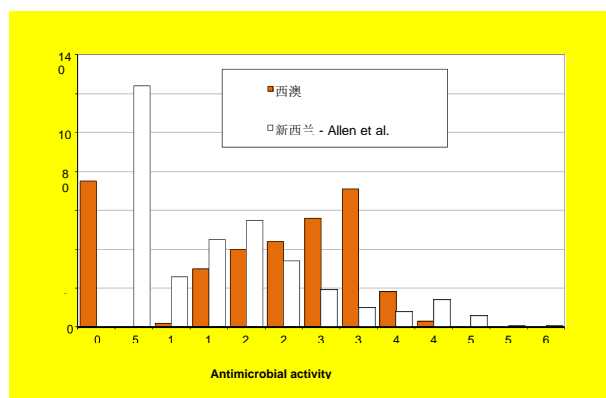
该方法与Allen（1991）方法不同的其他方面包括营养琼脂品牌（23g / l OXOID CM 3），过氧化氢酶品牌（Sigma C9322，2800单位/ mg），以及苯酚标准（10% w / v溶液）为分析级试剂（BDH）。

研究人员在不了解已知活性的情况下，对先前已经在新西兰怀卡托大学测试过的麦卢卡蜂蜜样品（M110）进行了测试，并且确认西澳的测试结果与新西兰的数据一样准确。因此实验中会定期测试“M110”以确定调查期间方法的稳健性。

实验结果

蜂蜜的抗菌活性¹

临床医学仅关注有活性的蜂蜜。新西兰标志性的 medihoney牌麦卢卡蜂蜜只有到达了一定活性水平才可出售。因此，本文仅展示具有活性的蜂蜜的数据。在这342个蜂蜜样品中，有70个样品（20.5%）没有显示出可检测到的抗菌活性，所测试蜂蜜的苯酚含量分布在0%至45%（w /



v) 之间（图2）。

图2.西澳大利亚州和新西兰蜂蜜的蜂蜜活性范围

美叶桉（*Corymbia calophylla*）和红柳桉树（*Eucalyptus marginata*）是西澳大利亚州的本土物种，从中提取的蜂蜜在所有测试的蜂蜜中具有较高的抗菌活性，其平均活性为31.1% w / v苯酚（29）²和30.2%（w / v）苯酚（62）。这两种特有物种的活性比新西兰麦卢卡蜂蜜的平均活性高出约90%（图3）。

¹ 测试值表示为w / v%苯酚含量，并且可以表示为苯酚当量的百分比，因为抗微生物活性测试是一种酚当量测定，其中蜂蜜的活性参考苯酚标准。许多物种样本没有活性，有些物种的取样数量很低，例如1-3。

² 苯酚读数后的数字是样品量。

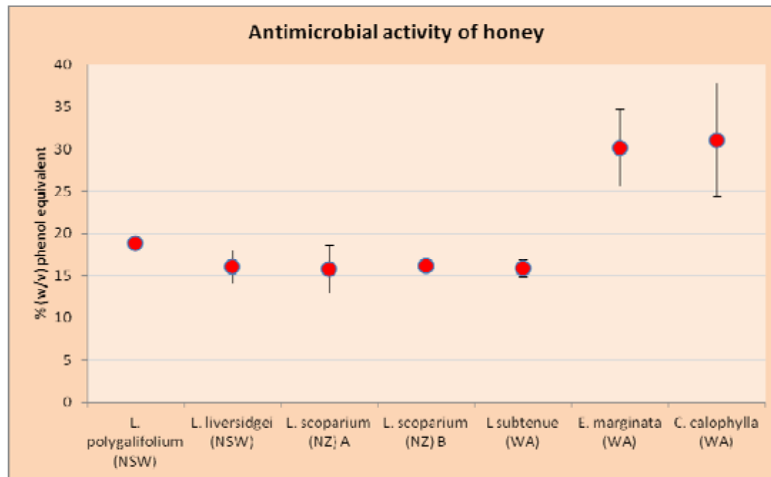


图3. 新西兰麦卢卡蜂蜜、澳大利亚“麦卢卡”物种、西澳红柳桉和美叶桉的抗菌活性比较。数据（SE平均值）来自Irish等（2011），曼宁和默瑟（未出版）和Allen等（1991）。

所有受试西澳蜂蜜均为“过氧化物”蜂蜜，但有两个非过氧化物蜂蜜样品：*Leptospermum subtenue*和一种取自East Kimberley的黑色蜂蜜，这种黑色蜂蜜在后来的测试中测出了极高的锌含量（570 mg / kg），这也许是其显示“非过氧化物”读数的原因。

抗菌活性的平均值最高的其他桉树品种包括：*Eucalyptus erythrocorys* Red-capped gum（36.7% w/v 苯酚），*E. diversicolor* Karri（32.2% w/v 苯酚），*E. patens* Forest blackbutt（31.1% w/v 苯酚），*E. occidentalis* Yate（30.5% w/v 苯酚）and *E. gomphocephala* Tuart（28.5% w/v 苯酚），*Eucalyptus wandoo* Wandoo（27% w/v 苯酚），*E. rudis* Flooded gum（27.9% w/v 苯酚），*E. platypus* Moort（0% w/v 苯酚），*E. flocktoniae* Merrit（0% w/v 苯酚），*E. loxophleba* York gum（0% w/v 苯酚）and *E. campaspe* Silver gimlet（16.7% w/v 苯酚）。

其他受测物种的结果如下：*Agonis flexuosa* Peppermint（0% w/v 苯酚），*Arctotheca calendula* Capeweed（0% w/v 苯酚），*Asphodelus fistulosus* Onion weed（27.7% w/v 苯酚），*Banksia grandis*

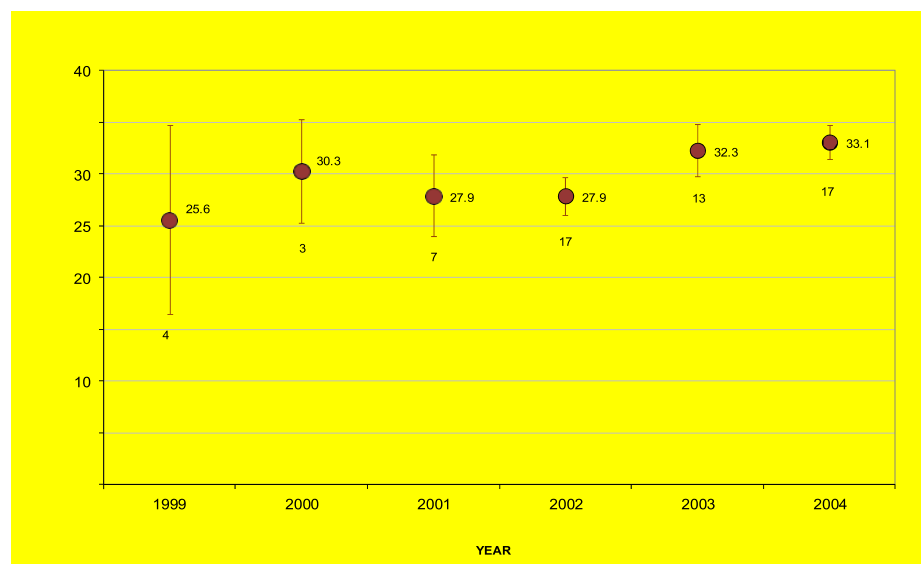
Bull Banksia（28.9% w/v 苯酚），*Brassica napus* Canola（14.7% w/v 苯酚），*Dryandra sessilis* Parrotbush（17.1% w/v 苯酚），*Echium plantagineum* Paterson’s curse（15.3% w/v 苯酚），*Hakea trifurcata* Trifurcata（25.8% w/v 苯酚），*Helianthus annuus* Sunflower（0% w/v 苯酚），*Malus sp* Apple（0% w/v 苯酚），*Melaleuca spp* Paperbark（0% w/v 苯酚），*Nuytsia floribunda* Xmas tree（25.8% w/v 苯酚），*Prunus sp* Plum（0% w/v 苯酚），*Psoralea pinnata* Taylorina（12.6% w/v 苯酚）。

有90种样品来源于不同物种的混合物（24.4% w / v苯酚），有47种样品来自“未知”物种（19.8% w / v苯酚）。来自Medihoney公司的商业样品苯酚含量为17.3% w / v。

珀斯市区边缘的花园里种植着更丰富的植物群，那里出产的蜂蜜抗菌活性（苯酚的含量为19.2% w / v）比麦卢卡蜂蜜（15.8% w / v苯酚）还要更高。

蜂蜜中的抗菌活性（按年份比较）

在所有蜂蜜样本中，红柳桉蜂蜜（Jarrah）的样本数量最多（ $N = 61$ ），研究人员利用这些样本比较了1999年到2004年红柳桉蜂蜜的平均抗菌活性（图4）。统计方差分析的结果证实不同年份之间存在显著差异（ $P < 0.0001$ ）。



份之间存在显著差异（ $P < 0.0001$ ）。

图4. 不同年份红柳桉蜂蜜活性的变化

外来物种与本土物种的蜂蜜活性对比

受试蜂蜜样本中有264个可以归入以下三组之一：来自外来物种的蜂蜜，来自本地物种的蜂蜜或两者的混合物。

方差分析显示来自不同来源的蜂蜜平均抗菌活性值存在显著差异（ $P < 0.0001$ ）。主要产生差异的是来自本地植物的蜂蜜，外来植物和混合来源（本地-外来）蜂蜜之间的抗菌活性没有显著差异（ $P = 0.7923$ ）。

来自本地植物的蜂蜜平均抗菌活性比所有其他来源的蜂蜜抗菌活性都要高得多（ $27.6\%w/v$ 苯酚），混合来源蜂蜜的苯酚含量为 $18.3\%w/v$ 。外国蜂蜜（收集于在珀斯机场违反检疫法规而查封的样本）和来自外来植物（主要来自农田）的蜂蜜的活性较低，分别为 $17.5\%w/v$ 苯酚和 $17.4\%w/v$ 苯酚。

蜂蜜中的矿物质对抗菌活性的影响

葡萄糖氧化酶是蜜蜂在蜜中添加的一种酶，它会氧化少量的葡萄糖到葡萄糖酸内酯，与葡萄糖酸平衡，有助于使花蜜稳定，防止发酵。反应中氧化的每个葡萄糖分子都会产生一个分子的过氧化氢，有助于防止微生物变质，这种作用在稀释的蜂蜜中尤其明显（White等，1992，White等，1963，Weston，2000）。Carter和Thornburg（2004）的研究表明，烟草类植物会在其花蜜

镁	0.40	0.02	0.50	0.27	0.85	1.00						
硫	-0.03	0.18	0.12	0.44	-0.12	-0.07	1.00					
硼	-0.51	0.07	-0.53	-0.38	-0.44	-0.50	-0.04	1.00				
铜	0.20	0.20	0.46	0.36	-0.05	0.06	0.25	-0.18	1.00			
铁	-0.01	0.01	0.23	0.10	0.04	0.05	0.05	0.10	0.27	1.00		
锰	0.53	-0.15	0.42	0.06	0.74	0.71	-0.24	-0.52	-0.08	-0.05	1.00	
锌	-0.12	0.18	0.02	0.44	0.19	0.21	0.24	-0.01	0.23	0.16	-0.01	1.00
	Activity	磷	钾	钠	钙	镁	硫	硼	铜	铁	锰	锌

在蜂蜜中，钙与镁和锰呈正相关。硼与抗菌活性之间存在弱负相关关系，

钾、镁和锰、镁与钾呈弱正相关，锰与抗菌活性呈弱正相关。抗菌活性与钾呈弱正相关。

磷、钠、硫、铜、铁和锌与所测试的任何其他矿物均无相关。

讨论

在收集了五个或以上样本的物种中，美叶桉（Marri）和红柳桉（Jarrah）这两个物种对金黄色葡萄球菌的平均抗菌活性分别为31.1%和30.2%（w/v）苯酚当量。该活性明显高于新西兰的麦卢卡蜂蜜，后者的平均酚含量为15.8%，与Allen等人（1991）测得的平均16.2%的活性相似。参见图2。

研究人员也使用其他微生物测试过红柳桉蜂蜜。Irish等（2006a）发现未经加工的红柳桉蜂蜜对三种念珠菌的活性比经测试的两个医学专用蜂蜜品牌还要高得多，其中一个Medihoney™，一种非过氧化物麦卢卡蜂蜜的混合物，另一个是一种高活性过氧化物蜂蜜。对红柳桉蜂蜜的进一步研究显示它是防止金黄色葡萄球菌在体外形成生物膜的有效试剂，可用于特别重要的医疗设备，例如导管（Irish等，2006b）。

Irish等（2011年）最近发表的研究结果显示，根据对477种蜂蜜的测试，美叶桉和红柳桉蜂蜜的总抗菌活性均是澳大利亚最高的。美叶桉蜂蜜的抗菌活性中位数（而非平均值）为25.7%w/v苯酚（8），红柳桉蜂蜜为25.1%w/v苯酚（19），塔斯马尼亚麦卢卡（与新西兰麦卢卡同种）为13.1%w/v苯酚（11）。这些数据有力地证实了西澳美叶桉和红柳桉蜂蜜的早期实验结果（Manning和Mercer）。

对于最初的Manning&Mercer实验中的许多其他植物物种，Irish等（2011）发现以下物种的抗菌活性中位数较低：Wandoo（<5%w/v苯酚），Eucalyptus accedens Powderbark（<5%w/v苯酚），Parrotbush（<5%w/v苯酚），Paperbark（7.4%w/v苯酚）和Paterson's curse（6.3%w/v

v苯酚)。这些蜂蜜中很多都有无活性的样品（Powderbark除外），而活性低于5%的物种则被归类为“无法检测”（Irish等，2011）。

在西澳大利亚州的两个物种美叶桉和红柳桉中，纯正的红柳桉蜂蜜可以在较长时期内一直保持液态，这与美叶桉蜂蜜明显不同。Chandler等（1974）的研究指出，红柳桉蜂蜜不易结晶，凝固的蜂蜜必须重新加热才能恢复液态，但加热过程会破坏与蜂蜜抗菌活性有关的葡萄糖氧化酶。蜂蜜中其他的酶（例如淀粉酶和转化酶），只要没有在45度以上加热16小时，则仍然具有活性，但温度高于50度通常会导致活性迅速丧失（Langridge 1977）。不过蜂蜜的抗菌活性确实会随着储存时间增加而减少，Irish（2011）的研究表明，储存8至22个月的过氧化物蜂蜜的平均活性降低了9.5%，如果将产品储存在4度而不是25度，则损失显著减少。

消费者通常比较青睐液态蜂蜜，而红柳桉树一般聚集生长在达令高原的红土区内，保证了蜂蜜的纯正（Wheeler和Byrne 2006），这使红柳桉成为功能性食品蜂蜜的首选来源，还可进一步开发医药市场。红柳桉蜂蜜的采收期在9月至1月，美叶桉蜂蜜在2月至3月（Smith, 1969）。这两个物种通常每两年开花一次，蜂蜜的采收量可达到几百吨，但是产量受到环境的影响也相当大（例如火灾、干旱和高温）。

自发现西澳蜂蜜的抗菌特性以来，多年来各方面一直在像新西兰推广麦卢卡蜂蜜那样推广这些蜂蜜，希望能树立一个让消费者熟知的品牌。但是，西澳的红柳桉林有好些年都产量不佳，使得这种蜂蜜一直短缺。麦卢卡蜂蜜因为产量有限，选择将另一种高活性蜂蜜混入其中，红柳桉蜂蜜将来也许不得不借鉴这种做法以解决现在市场上超出正常价格上涨的供需问题。对于红柳桉蜂蜜来说，在不产生结晶的前提下，将红柳桉蜂蜜与同等活性的美叶桉蜂蜜混合似乎是增加供应的合适方法。混合程度可以在在产品标签体现，例如用“红柳桉80”保留主导品牌名称。

由于外来物种蜂蜜（通常从农业植物中收获）的平均抗菌活性较差，因此保留能出产最高质量抗菌蜂蜜的本地植物资源极为重要。政府土地局正在不断将优质养蜂土地开发成自然保护区和国家公园。但现行政策往往会限制养蜂人利用这些土地，基于这些蜂蜜可以给公众带来的潜在健康益处，应谨慎评估当前政策。来自外来和本地物种的混合源蜂蜜的抗菌活性与外来物种蜂蜜的抗菌活性没有明显差异，这说明我们需要将养蜂场保留在森林中，而不是迁移到与农田相邻的森林保护区边界。

20%的蜂蜜样品没有抗菌活性，这与从其他蜂蜜研究的结果相似（例如Allen等，1991；Brandy等，2004；Davis，2005和Irish等2011）。为什么有些蜂蜜没有活性的原因还不得而知。Dustman 1971（引自Weston 2000）指出，某些蜂蜜中过氧化氢的含量较高，也可能是由于蜂蜜



中缺乏植物来源的过氧化氢酶引起的，而这种现象是由花粉引起的。

图5. 红柳桉蜂蜜对皮肤移植的术后处理。每天两次使用蜂蜜和非织造Multigate品牌无菌垫，感染的伤口在26天内愈合。

因此从理论上可以推测，蜂箱中的蜂巢因为包含大量的花粉，可能没有活性，而蜂后无法进入的超级蜂巢（一个位于蜂巢上方的盒子，使用金属或塑料装置防止蜂后进入，这就意味着没有蜂卵，不需要储存大量花粉）中的蜂蜜往往会更具活性。养蜂业可以在有或没有蜂后的情况下进行采蜜，这就意味着该理论可以在进一步的实验中得到检验。

西澳蜂蜜的抗菌活性远远高于对葡萄牙蜂蜜测得的平均值7.6%w/v苯酚（Henriques等，2005）。与我们来自同一属的样品相比，在葡萄牙收集的三份桉树蜂蜜显示出令人惊讶的低活性，仅为6.8%w/v苯酚。Brady等人2004年的研究显示某一种桉树样品的苯酚值更高，为16.8%。这项差异可能是由于实验中使用的金黄色葡萄球菌分离物不同（尽管Brady等2004年使用的分离物是相同的）、蜂蜜的收集和储存方式不同或10%苯酚的pH值标准不同导致的。例如，一批苯酚pH值高达7.18（应为pH 6）的样品确实会导致苯酚区域直径减小，从而影响最终计算出的%（w/v）苯酚值。但是，西澳研究的大多数数据已得到Irish等人的证实（2011年），红柳桉和美叶桉是澳大利亚乃至世界上活性最高的两种过氧化物蜂蜜。

蜂蜜的平均抗菌活性可能会随年份变化。某些年份的红柳桉蜂蜜在抑制金黄色葡萄球菌生长显示出明显的抗菌活性差异。由于红柳桉每两年开一次花，所以蜂蜜大多是从森林的不同地点采集的，有些时候可能是整个森林的普遍开花，有些时候则是养蜂人在较为分散的区域发现的。DeMera和Angert（2004）指出，在植物地理学上，植物来源对蜂蜜的抗菌活性是有影响的。

红柳桉蜂蜜的用途

彼得·莫兰（Peter Molan）博士（2006）指出：“有大量的证据显示蜂蜜适合用作多种伤口类型的伤口敷料。其抗菌活性可迅速清除感染、保护伤口，提供湿润的愈合环境而不会有细菌滋生的风险。它还可以迅速清除伤口创面并消除恶臭，其抗菌活性可减少水肿和渗出，并防止或最大程度地减少肥大性瘢痕形成。它还能刺激肉芽组织和上皮组织的生长，促进愈合。此外，它创建了一个伤口与敷料之间没有粘连的界面，因此敷料可以很容易地去除，而不会造成疼痛或



损坏新长成的组织。”

图6.用红柳桉蜂蜜治疗狗的感染伤口。每天在伤口上用干纸巾沾红柳桉蜂蜜治疗两次，伤口在15天内愈合。

红柳桉蜂蜜和美叶桉蜂蜜不仅仅是优质的食用蜂蜜，他们在医学方面主要用于治疗表面伤口，例如溃疡、植皮、割伤或烧伤，图5和6就是这样一些证据。据报道，在马腿伤口中使用红柳桉蜂蜜的好处除了蜂蜜本身的治愈能力，还可以在进行治疗的两周后停止使用昂贵的Solosite凝胶和Melolin护垫（Camarda 2007）。Molan博士对蜂蜜及其对伤口的影响的完整综述可以通过搜索其2006年论文的详细信息在网上找到。

红柳桉蜂蜜中的抗氧化剂

蜂蜜是抗氧化剂的重要来源，主要有酚酸、类黄酮、类胡萝卜素、抗坏血酸等，它们协同工作，可以解释蜂蜜的许多生物学特征和治疗特性。

在塔斯马尼亚州进行的实验表明，红柳桉蜂蜜具有很高的抗氧化活性。抗氧化剂的重要性在于它可以防止细胞损伤和慢性疾病的发展。红柳桉蜂蜜是一种深色琥珀状蜂蜜，富含比大多数其他蜂蜜更高的矿物质。它较深的颜色正是其中含有抗氧化物质的反映。蜂蜜的颜色与酚含量、FRAP值和ORAC值的相关性分别为0.93、0.92和0.73，这可以反映出蜂蜜的抗氧化能力（Beretta等，2005）。以下三种测定方法可以测量抗氧化剂的含量：

- 1，氧自由基吸收能力（ORAC）也称为抗脂过氧化物活性³，
- 2，血浆铁还原能力（FRAP）
- 3，2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl（DPPH），也称为抗自由基活性，

三种测定结果综合出的值为总活性。⁴

荞麦蜂蜜是世界上具有最高抗氧化剂水平的蜂蜜之一⁵，可以提高血清的抗氧化能力，塔斯马尼亚荞麦蜂蜜的总抗氧化活性为16.93 TE $\mu\text{mol/g}$ ，相比之下，新西兰麦卢卡蜂蜜的抗氧化活性为17.6 TE $\mu\text{mol/g}$ ，而红柳桉蜂蜜为12.81 TE $\mu\text{mol/g}$ 。

颜色较浅的蜂蜜（400-500 mAu/cm）的活性水平为6.1至9.61 TE $\mu\text{mol/g}$ 。红柳桉蜂蜜的颜色为946 mAu/cm⁶，比麦卢卡蜂蜜（932 mAu/cm）和荞麦蜂蜜（900 mAu/cm）都要深⁷。

³ TE作为最终值表示为 $\mu\text{mol Trolox}$ 当量（TE）/g。

⁴ 苯酚含量和ORAC（0.87，0.96）、DPPH和FRAP值（0.85）、苯酚含量和DPPH（0.92）以及苯酚含量和FRAP（0.89）之间均呈线性相关。

⁵ 来自*Arbutus unedo*（草莓树）的蜂蜜含量更高（Beretta等，2005）达到21.07 TE $\mu\text{mol/g}$ 。

⁶ 颜色表示为50%（w/w）蜂蜜溶液的mAu/cm。

⁷ 2009年来自Novost Pty Ltd（7 Wendover Place, Newtown, Tasmania 7008）的数据。

酚含量是显示蜂蜜抗氧化强度的实验室指标之一，实验表明红柳桉蜂蜜（207.4 mg没食子酸/kg）比塔斯马尼亚种植的荞麦蜂蜜⁸（*Fagopyrum esculentum*）（200.3 mg没食子酸/kg）或麦卢卡（197.4 mg没食子酸/公斤）都要高。酚含量的测定结果与FRAP，DPPH和ORAC的测定值高度相关，这表明蜂蜜的抗氧化能力归因于它们的酚成分（Beretta等，2005）。

蜂蜜糖

森林红柳桉（Forest Jarrah）蜂蜜是一种高果糖蜂蜜，其果糖、葡萄糖和蔗糖含量分别为51.7%，22.4%和0.3%，而沙地红柳桉（sandplain Jarrah）蜂蜜含糖量则较低，为44.3%，26.6%和3.8%。西澳其他物种的含糖量如下：

美叶桉-Forest blackbutt分别为40.5%，30.9%和4.6%，

美叶桉-Karri的平均值分别为44.3%，29.5%和1.9%

Parrotbush 43.2%，30%和0%。

红灯笼草（*Calothamnus sanguineus*）37.2%，26%和10.1%。

山龙眼36.9%，23.1%和15.3%

决明子34.9%，28.4%和13.8%

普氏黄万年青32%，22.2%和19.3%（Chandler等人1974）。后四个物种的蔗糖含量本身就很高，这是在1964年日本因违反其5%蔗糖规定而拒绝一批西澳蜂蜜进口后发现的。弗朗西斯·史密斯（Francis Smith）博士（Smith 1965）因怀疑蜂蜜中被掺了蔗糖而开始进行研究，反而确认这些蔗糖是天然存在的。

参考资料

Allen K, Molan P, Reid G (1991) A survey of the antimicrobial activity of some New Zealand honeys. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 43, 817-822.

Anon (1998) The antimicrobial activity of Australian honey.

The New Zealand Beekeeper. 15(9), 24.

Bang L, Buntting C, Molan P (2003) The effect of dilution on the rate of hydrogen peroxide production in honey and its implications for wound healing. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 9(2), 267-273.

Beeinformed (2008) The newsletter of the Western Australian Beekeeping Industry 7(2), 12 (*Leptospermum subtenue*).

⁸ 与加州荞麦蜂蜜（482毫克没食子酸/千克）相比；墨西哥荞麦（456毫克没食子酸/千克）（Beretta等，2005）。

Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M, Facino R (2005) Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta* 533, 185-191.

Brady N, Molan P, Bang L (2004) A survey of non-manuka New Zealand honeys for antibacterial and antifungal activities. *Journal of Apicultural Research* 43(2), 47-52.

Camarda B (2007) How honey saved Bunny. *Australian Performance Horse* (April-May), 40-42.

Carter C, Thornburg R (2004) Is the nectar redox cycle a floral defense against microbial attack? *Trends in plant science* 9(7), 320-324.

Chandler BV, Fenwick D, O'Hara T, Reynolds T (1974). *Composition of Australian Honeys*. CSIRO Australia. Division of Food Research. Technical. Paper 38, 1-39.

Davis C (2005) The use of Australian honey in moist wound management. Project No. DAQ-232A. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, Australia.

DeMera J, Angert E (2004) Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Costa Rica. *Apidologie* 35, 411- 417.

Garcia M, Perez-Arquillue C, Juan T, Juan M, Herrera A (2001) Note. Pollen analysis and antibacterial activity of Spanish honeys. *Food Science Technology International* 7(2), 155-158.

Henriques A, Burton N, Cooper R (2005) Antibacterial activity of selected Portuguese honeys. *Journal of Apicultural Research* 44(3), 119-123.

Irish J, Carter D, Shokohi T, Blair S (2006a) Honey has an antifungal effect against *Candida* species. *Medical Mycology* 44, 289-291.

Irish J, Carter D, Blair S (2006b) Honey prevents biofilm formation in *Staphylococcus aureus*. 8th Asian Apicultural Association conference, Perth, Western Australia. March 20- 24, 2006.

Irish J, Blair S, Carter DA (2011) The antimicrobial honey of honey derived from Australian flora. *PLoS ONE* 6(3), 1-9, e18229.

Khiara N, Mee BJ (2000) Minimum inhibitory concentrations of various honey samples. Summer project 18th December to 2nd February 2000. Department of Microbiology, The Queen Elizabeth II Medical Centre, The University of Western Australia, Nedlands Perth. 19pp.

Langridge D (1977) A study of some quality factors of Australian honey. *Food Technology in Australia* 29(3), 109- 112.

Molan P (1992) The antibacterial activity of honey. 1. The nature of the antibacterial activity. *Bee World* 73(1), 5-28.

Molan P (2001) Why honey is effective as a medicine. 2. The scientific explanation of its effects. *Bee World* 82(1), 22-40.

Molan P (2006) The evidence supporting the use of honey as a wound dressing. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*. 5(1), 40-54.

Molan P, Russell K (1988) Non-peroxide antibacterial activity in some New Zealand honeys. *Journal of Apicultural Research* 27(1), 62-67.

Molan P, Smith I, Reid G (1988) A comparison of the antibacterial activities of some New Zealand honeys. *Journal of Apicultural Research* 27(4), 252-256.

Smith FG (1965) The sucrose content of Western Australian honey. *Journal of Apicultural Research* 4(3), 177-184.

Smith F (1969) Honey plants in Western Australia. Bulletin 3618, Western Australian Department of Agriculture, Perth, Western Australia.

Wescobee (2011) (<http://www.wescobee.com/news-media>)

Accessed September 2011.

Weston R (2000) The contribution of catalase and other natural products to the antimicrobial activity of honey: a review. *Food Chemistry* 71, 235-239.

Wheeler M, Byrne M (2006) Congruence between phylogeographic patterns in cpDNA variation in *Eucalyptus marginata* (Myrtaceae) and geomorphology of the Darling Plateau, south-west of Western Australia. *Australian Journal of Botany* 54, 17-26.



一株开花的红柳桉树

Translated by: Qingyang Liu

NAATI Certification No. CPN0BQ54E