

果园土壤的健康状况如何影响中国的 苹果果农？

Ian Merwin, Mike Brown, Michelle Leinfelder,
Amaya Atucha, Greg Peck & Shengrui Yao

Dept. of Horticulture
Cornell University, Ithaca, NY

什么是果园土壤的健康？

- 土壤能够保持长期的果树健康，果实生产和经济效益的能力
- 土壤的环境作用-养分的含量及保持，水分的保持和质量，碳素的储存
- 果园根部病害的积累—再植病
- 土壤的物理特性 — 风和水的侵蚀，土壤的稳定性，土壤的有机质含量，透气性

地表管理系统对土壤健康的影响？

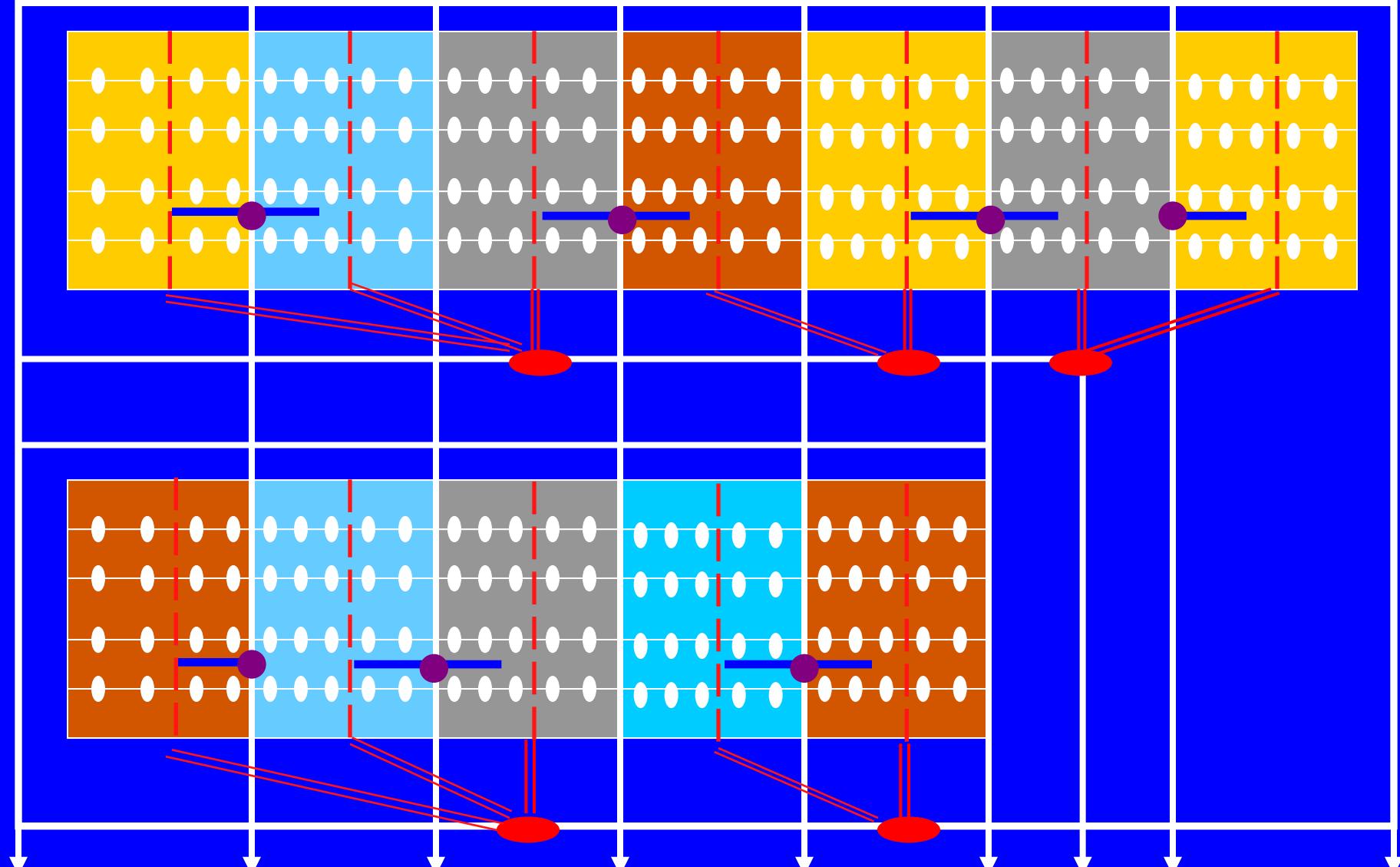


在一纽约果园对四种地表管理系统(GMS) 进行的为期18年的测试

- 经过割刈的紫羊茅草 (*Festuca rubra*) 草坪
- 发酵腐熟过的硬木树皮木屑覆盖, 2-4年更替一次
- 草甘膦除草剂, 每年5月和7月施用-发芽后的除草剂处理 (每年的休眠期杂草会重新生长)
- 草甘膦+敌草隆+哒草伏, 5月施用-发芽前的除草剂处理 (保持周年无杂草的状况)

土壤管理有哪些效果：

- 果园土壤的物理特性？
- 果树的生理状况和产量？
- 农药的淋溶特性和迁移？
- 营养元素的含量和循环使用？
- 根际的微生物群体
- 苹果再植病？



■ 萌前除草剂
■ 萌后除草剂
■ 生草
■ 树皮覆盖

● 地下水收集站
● 地表水收集站
● 果树(M.9/111型砧木上的Empire)
↓ 果园水流出量

— — 4英寸带孔地块收集瓦
— — 4英寸收集站实心瓦
— — 4英寸边界隔离砖或地表水收集瓦

纽约州Lansing果园实验地(DTS)布局图



萌前除草剂



萌后草甘膦

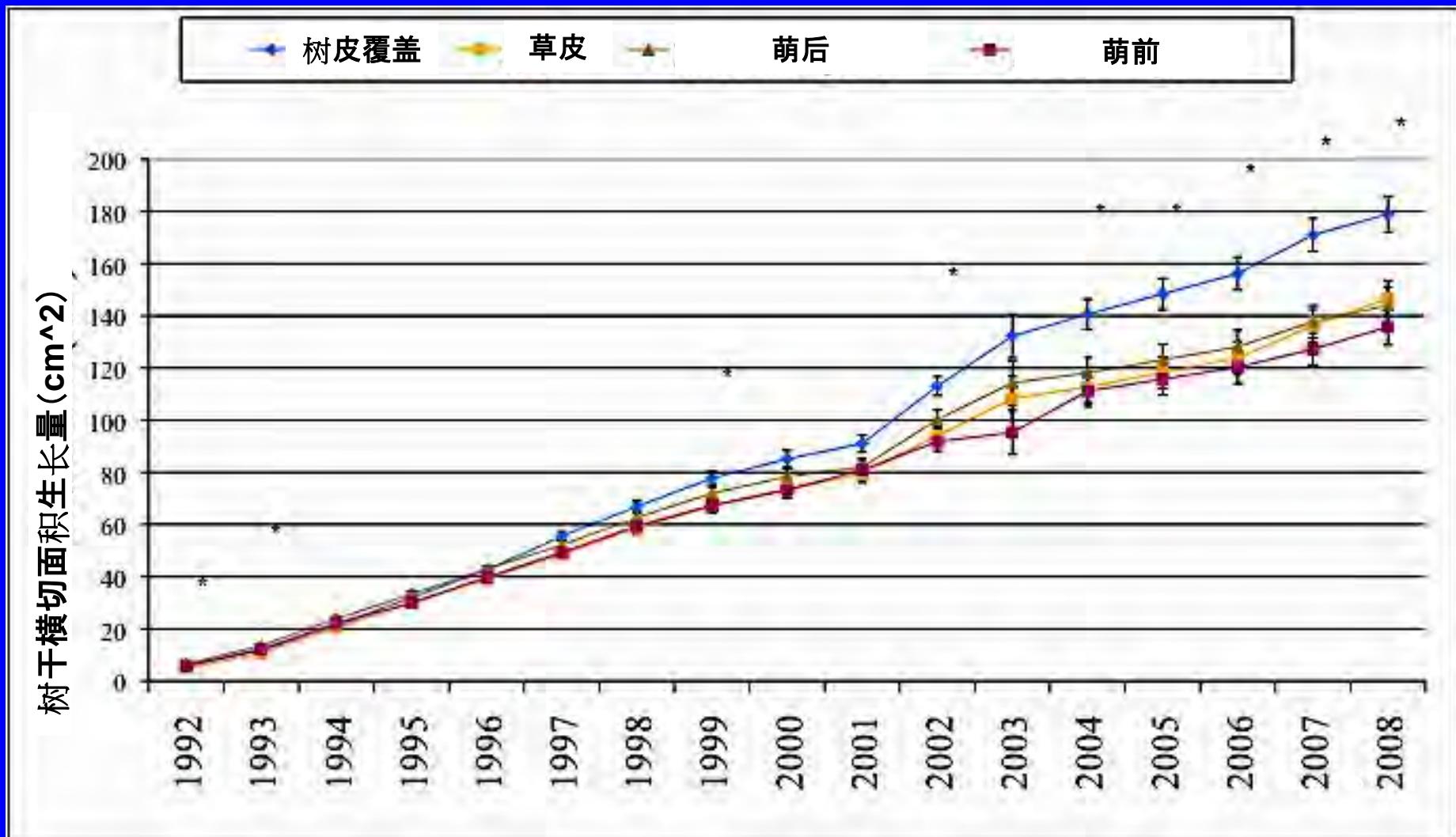


刈割过的草皮



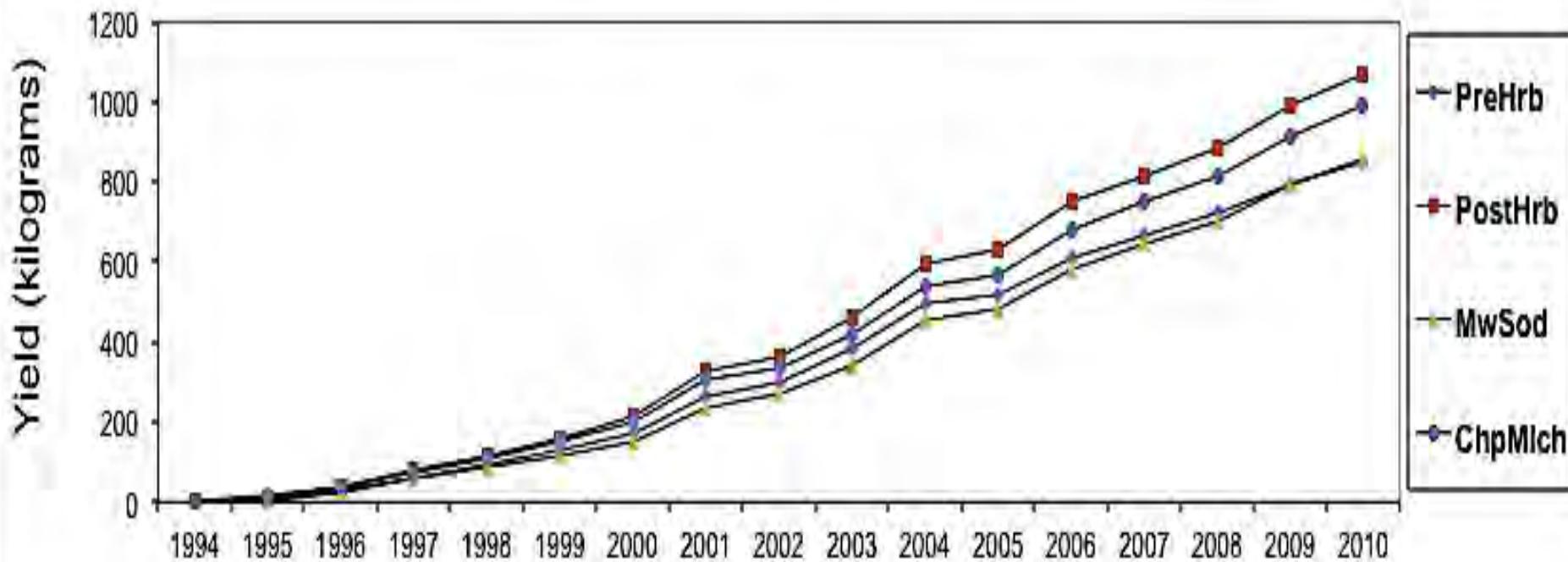
树皮覆盖

1992-2009年各系统下的果树累积生长量



四种地表管理系统的果树的累计产量， 1992年至2010年

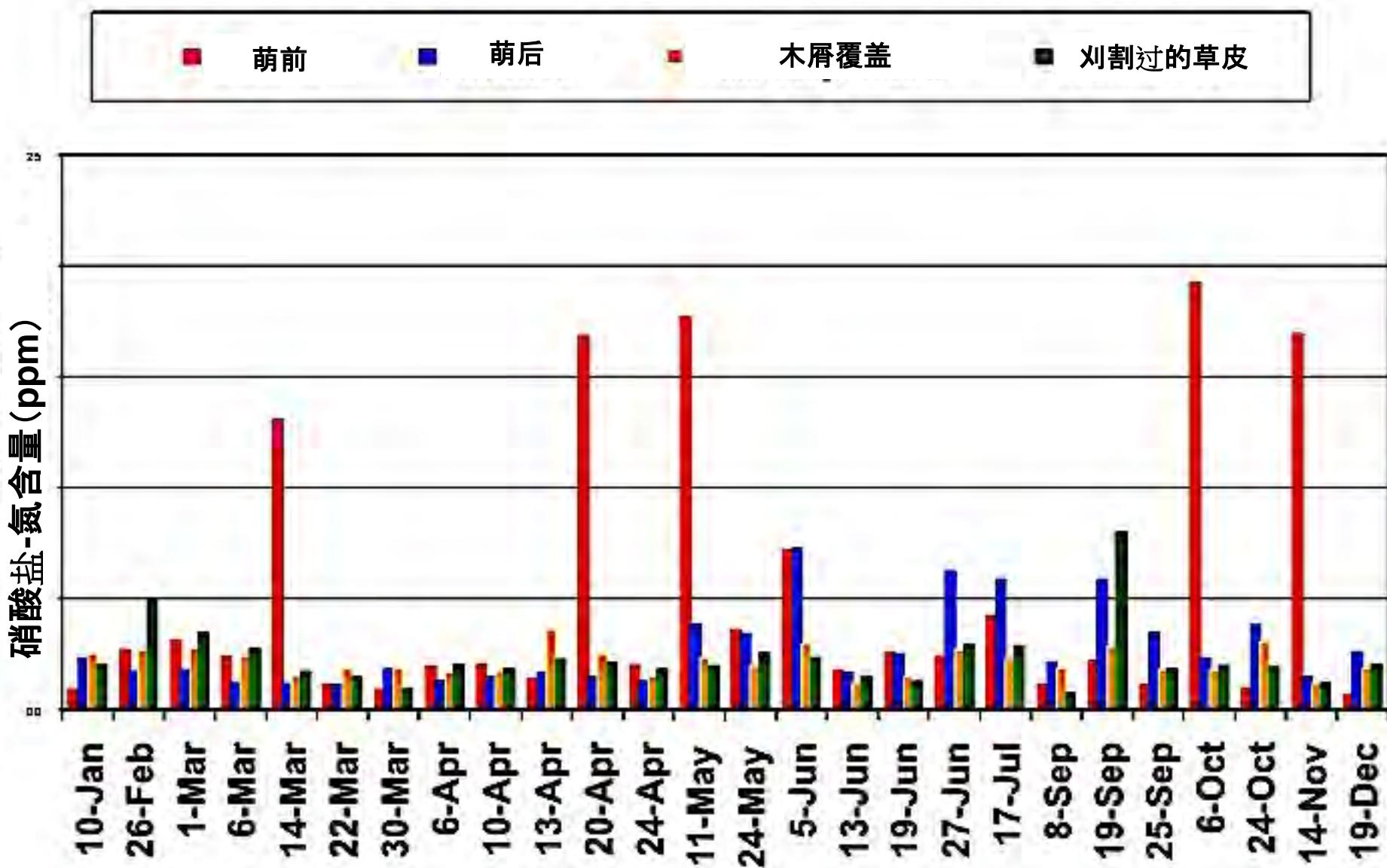
Cumulative yields of Empire Apple (1994-2010) in a Groundcover Management Systems (GMS) trial in Lansing, NY





十月中旬萌前(左)和萌后(右)除草剂地块的地表植被覆盖比较

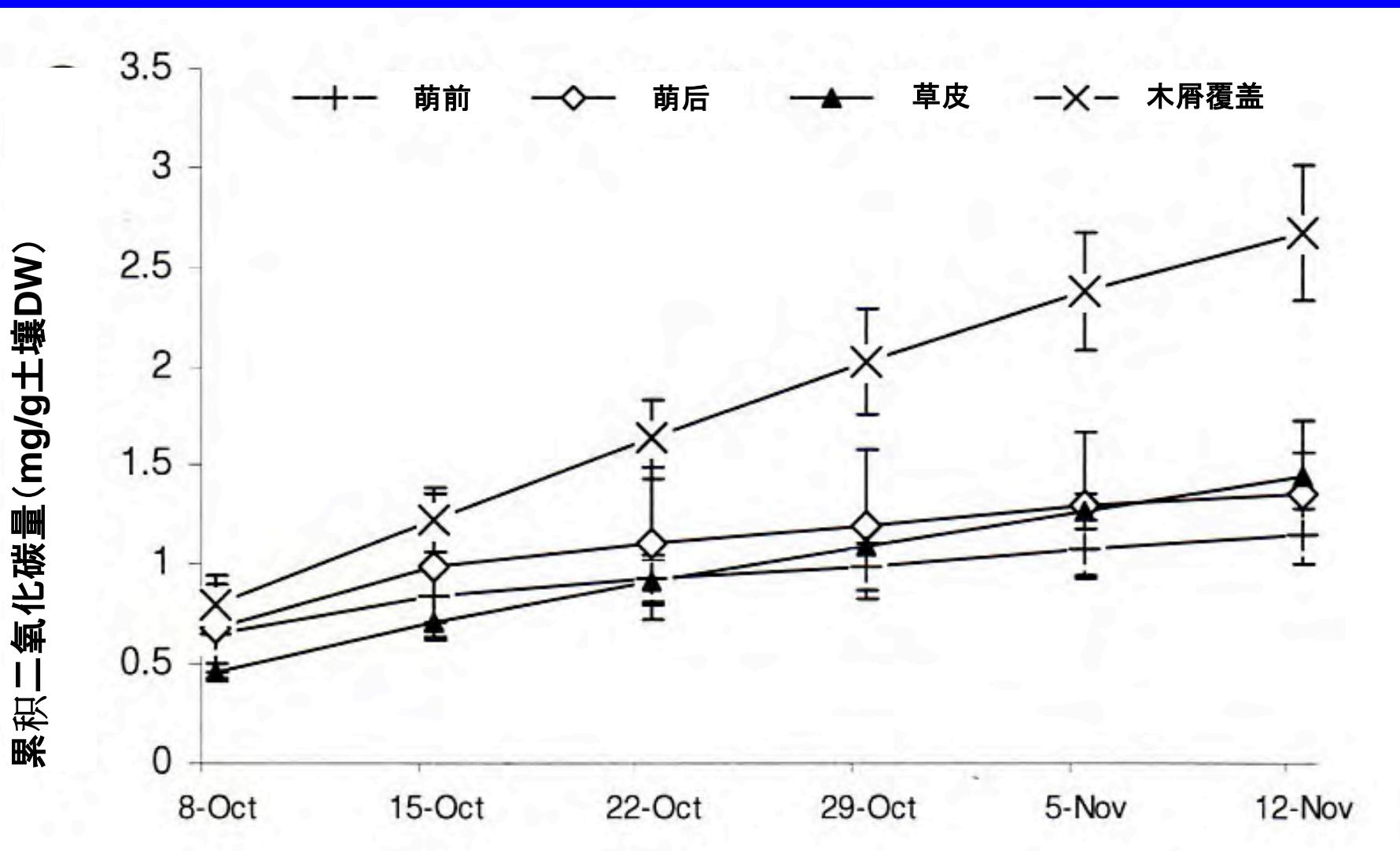
四种地被植物处理措施处理后向外排放水流中的硝态氮浓度(ppm)



以下三瓶浑浊的样品都是来自萌前处理的行间排放水。
这一没有覆盖层的地表管理系统使土壤侵蚀更严重，最
终影响果树的生长与产量.....



采用不同地表管理系统13年后微生物的累积呼吸量 (Yao et al, 2005)

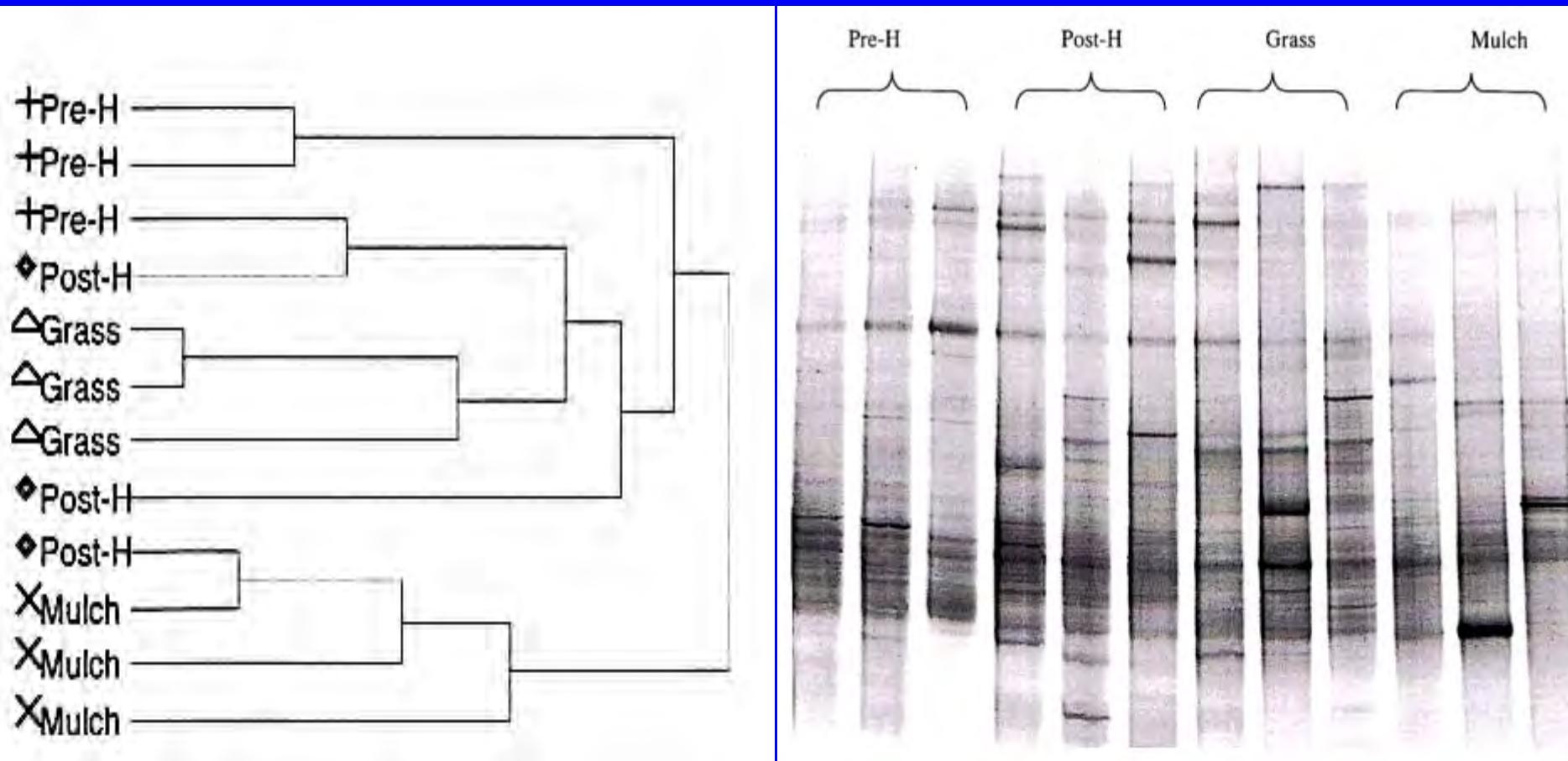


采用不同地表管理系统15年后土壤的肥力

| Treatment | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Al (mg/kg) | Cu (mg/kg) | OM (%) | CEC (cmol/kg) |
|---------------------|---------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|------------------|
| Grass | 0.56 b [†] | 168 | 447 | 1102 b | 1.5 | 17.0 | 13.1 | 0.30 | 6.5 b | 5.1 b |
| Post-H | 0.67 b | 184 | 411 | 957 b | 2.5 | 17.2 | 19.1 | 0.63 | 6.3 b | 4.7 b |
| Pre-H | 0.60 b | 159 | 420 | 1058 b | 1.5 | 16.8 | 14.7 | 0.70 | 6.4 b | 4.5 b |
| Mulch | 1.57 a | 168 | 481 | 2630 a | 1.7 | 24.3 | 8.1 | 0.77 | 7.2 a | 8.6 a |
| Critical difference | 0.64 | 36 | 105 | 438 | 1.8 | 8.7 | 10.7 | 0.58 | 0.4 | 2.0 |
| | | | | | | | | | | 4.6 |

[†] Means followed by different letters were significantly different at P=0.05.

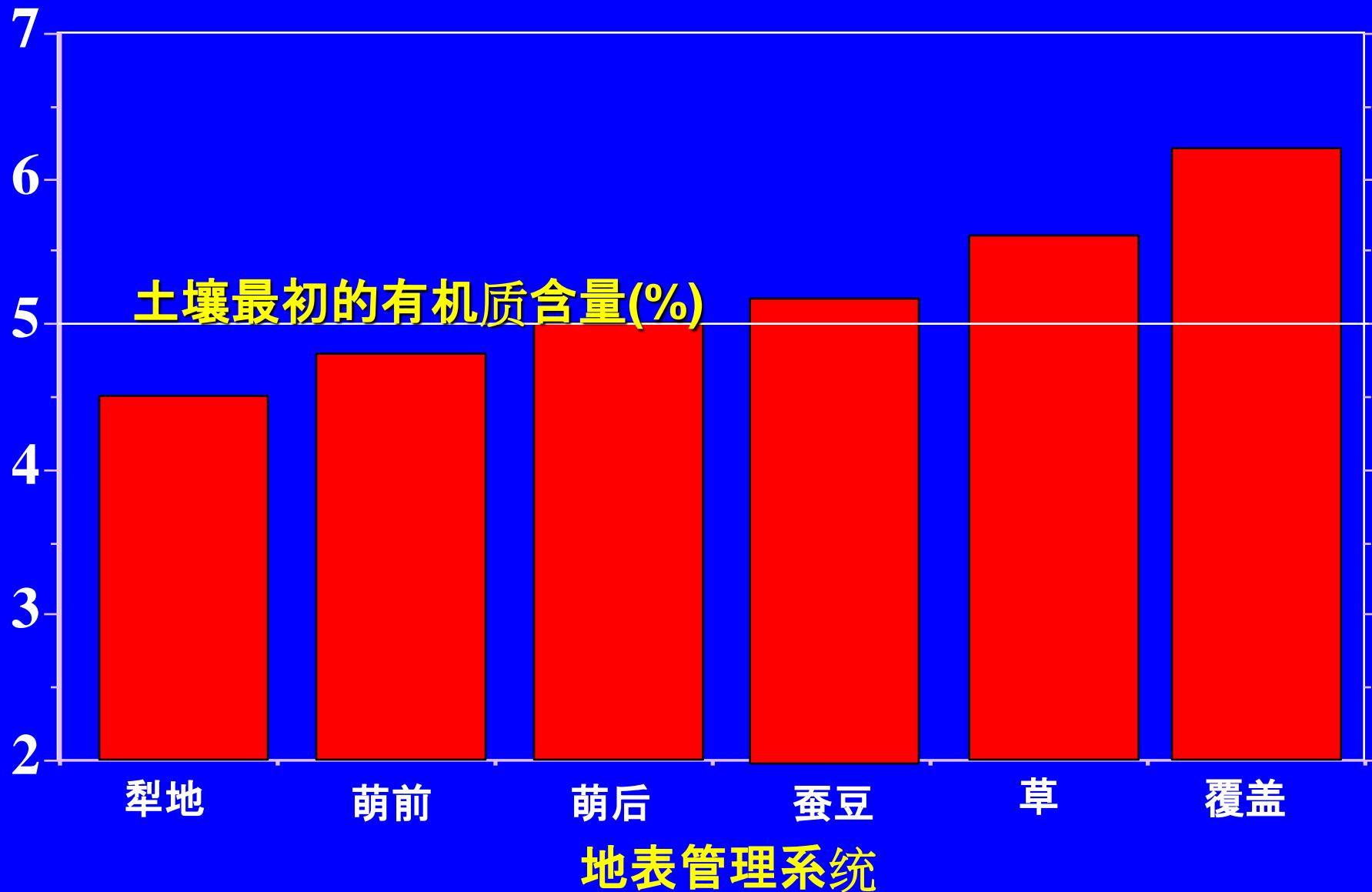
采用不同地被植物处理措施15年后根际土壤中真菌的DNA指纹 (Yao et al, 2005)



行内采用地面生草的机械耕作法 (瑞士三明治系统)



采用不同地表管理系统6年后果园土壤的有机质含量(%)



地表管理系统试验的结论：

- 地表管理系统会影响果树长期的生长和产量：使用覆盖物或是萌后使用草甘膦是最有效且可持续的方法。
- 使用树皮覆盖时，土壤的肥力和土壤微生物的活动会逐渐增加。
- 采用萌前除草剂处理的果园由于周年缺乏土壤植被，养分和杀虫剂的流失更为严重。
- 采用不同地表管理系统的果园会有不同的根际微生物群体。
- 休眠季节地表少量的杂草并不会和果树竞争养分，反而会防止土壤的侵蚀和养分的流失。

果园的覆盖作物

- 所有的覆盖作物都会和果树竞争营养，但是它们也会抑制杂草，保护土壤。
- 豆科的覆盖作物有固定氮的作用，但是同时也会消耗氮素和水分；它们扎根深，和果树竞争强。
- 在春季，刈过，犁过，或是用除草剂处理过的休眠期的地表覆盖作物比如一年生草，或是芥菜，可以给土壤提供有机物质。
- 在建立果园时，可以在行间短期的种植牧草或是三叶草；如果行内清耕带保持得好的话，并不会影响果树。
- 现代高密度果园在行间往往采用活力较低的草坪草，有不少耐受性强的品种，大部分是羊茅属的

采用印度芥菜为地表覆盖物—腊月和春季



一个纽约新建成的果园使用的不同的草坪草



苹果再植病害(ARD)

一个往往可以由熏蒸解决的“土壤健康问题”



苹果土壤再植病(ARD)

- 土传病害问题, 幼龄果树生长状况差
- 再植果树发育不良、生长缓慢、产量低, 严重影响新果园的经济效益
- 在老果树行上情况尤为严重
- 大多数果园进行再植时均会出现
- 有时 可通过栽植前土壤熏蒸处理进行防治, 但是价格昂贵, 并且不是总有效
- 熏蒸往往对排水效果好的砾石或是砂壤土更有效, 这类土壤有机质含量较低
- 建立新果园前先对苹果再植病的严重程度进行诊断和评估可以省时省钱

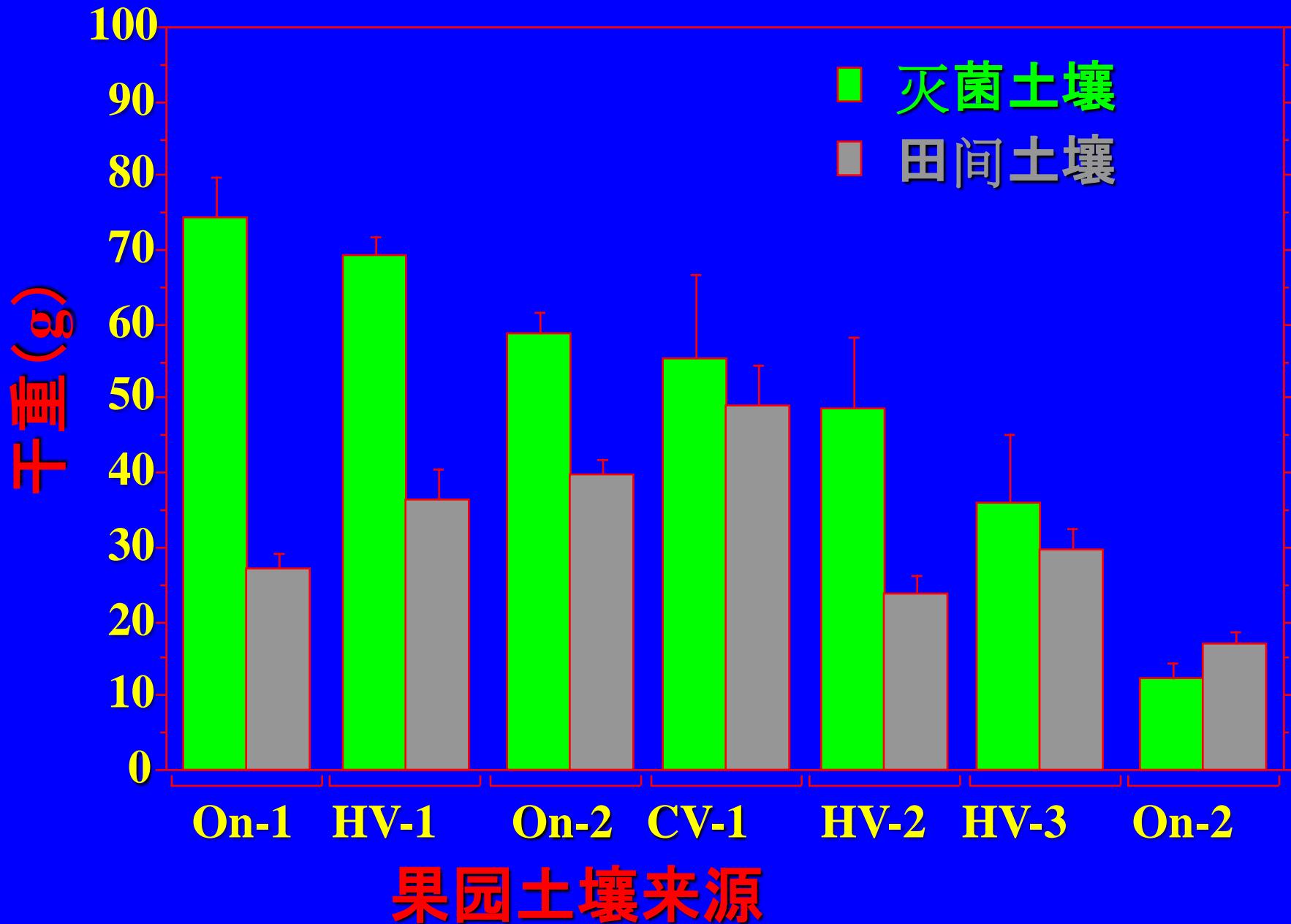


对苗圃的土壤进行生物活性测试，
可以预测每一果园的砧木和苹果树
对土壤熏蒸或是消毒的反应

可以对土壤样品进行蒸汽消毒
(85度45分钟), 或是熏蒸来抑制再植病的病原体



纽约州7家果园土壤的苹果树生长的生物检定



什么引起苹果再植病害？

原因依具体的果园而异

- 病原：线虫，放线菌，真菌，细菌
 - 根腐线虫，剑线虫，根结线虫 等
 - 疫霉菌，镰刀菌，柱胞菌等
 - 假单胞菌，放线菌等
- 土壤化学：(pH 过高或过低，土壤盐分过高等)
- 土壤排水：(板结，不透水层，地貌特征等)
- 营养衰竭 (阳离子交换量，N, P, K, Cu, Zn, B 等过低)
- 多个病原组合：(线虫-真菌 ……)

重茬实验栽种前的土壤处理

- 广谱性土壤熏蒸剂
 - 1, 3-二氯丙烷 (Telone) -氯化苦 (17% 或者35%)
 - Sodium-methyldithiocarbamate (Vapam) (**甲基二硫氨基甲酸钠**)
- 栽植前覆盖作物 (生物熏蒸剂-消毒剂)
 - 甘蓝, 印度芥菜. 加拿大油菜, 菜籽油菜
 - Sorghum X Sudanense—苏丹草
- 栽植前土壤肥力添加物
 - N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, B
 - 有机物料用于一般的土壤改良
 - 有机物覆盖, 厥肥, 堆肥, 豆科绿肥

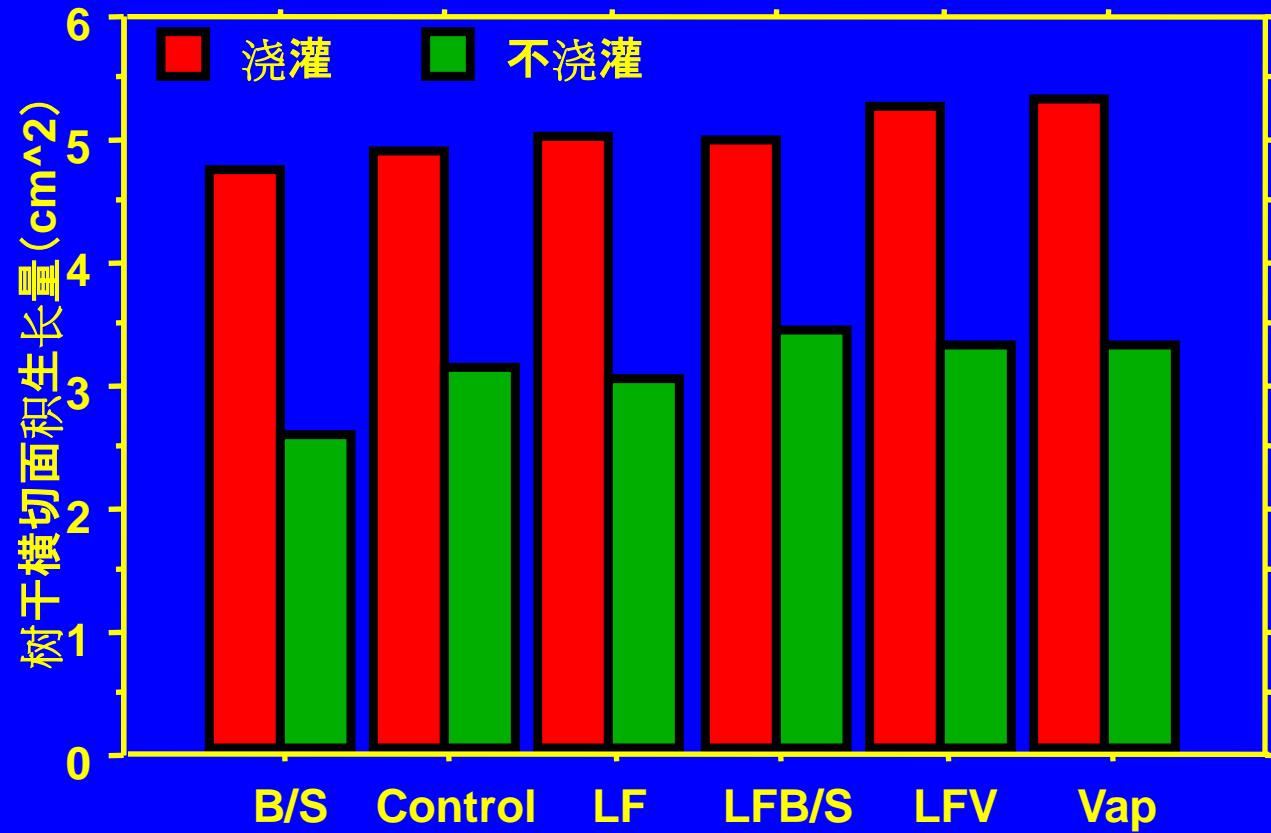


再植前种植的芥菜(*Brassica juncea*), 哈德逊河谷果
园

再植前种植的覆盖作物苏丹草



按不同方式浇灌和进行裁植前预处理的8家纽约州果园的再植苹果树生长量

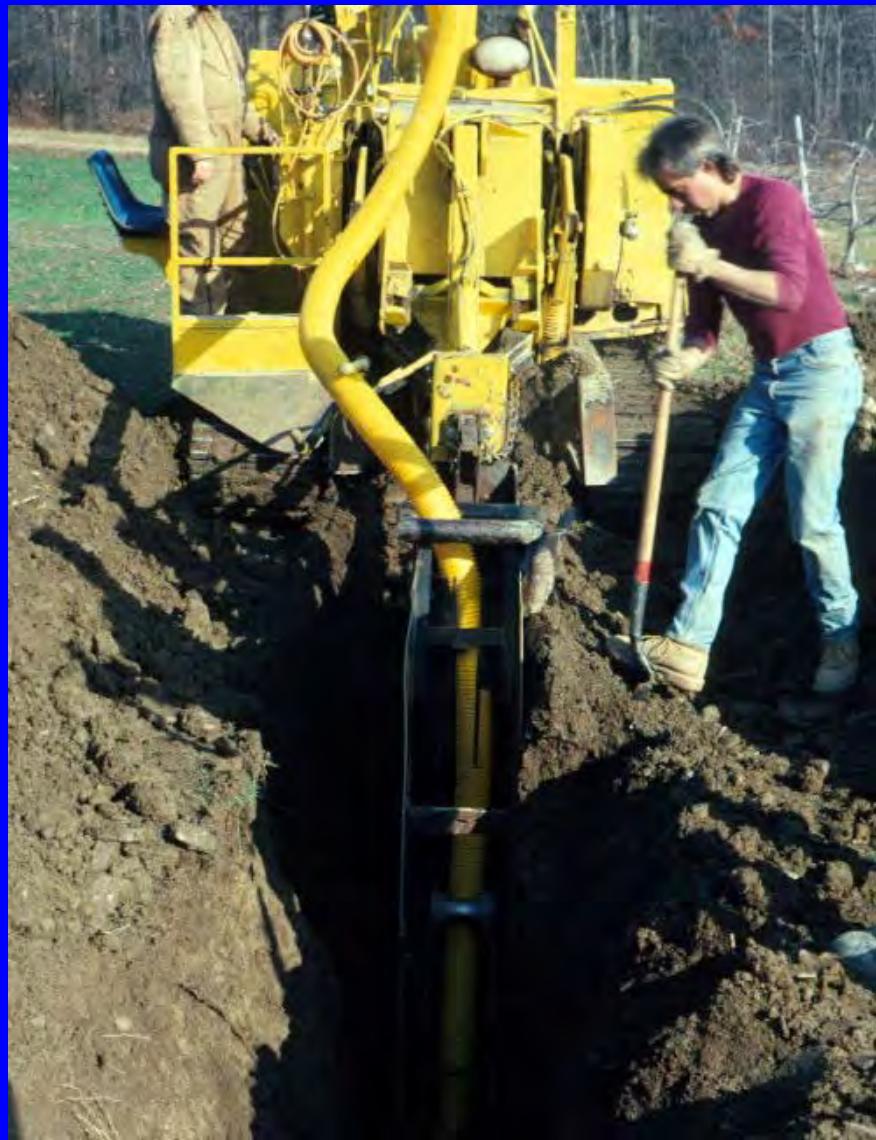


一个排水状况差的果园



建立果园时排布底土排水管道

- 可以机械化
- 在纽约的果园耗費\$5每米
- 减少根霉病 (Phytophthora) 和根腐病 (Pythium root disease)
- 提高养分 (N-P-K) 的有效性
- 便于管理和收获



砧木可以解决这个问题吗？

- 柑橘: 枳, Citrumelo—对线虫和细菌的抗性
- 对桃树短命的抗性—Guardian 系列
- 对疫霉病菌 的抗性—M.9, B.9, CG 砧木
- Isutsa & Merwin (2000)—G.30, CG.6210, G.16, and *M. sieversii*在NY 果园中对再植病的抗性
- NC140 苹果砧木检测—大部分为再植地点, 有些CG 砧木表现比较好
- 较全面的研究砧木, 种植前灌溉和土壤成分对再植病的改善

伊萨卡苹果再植病的试验研究(2001年-2010年)

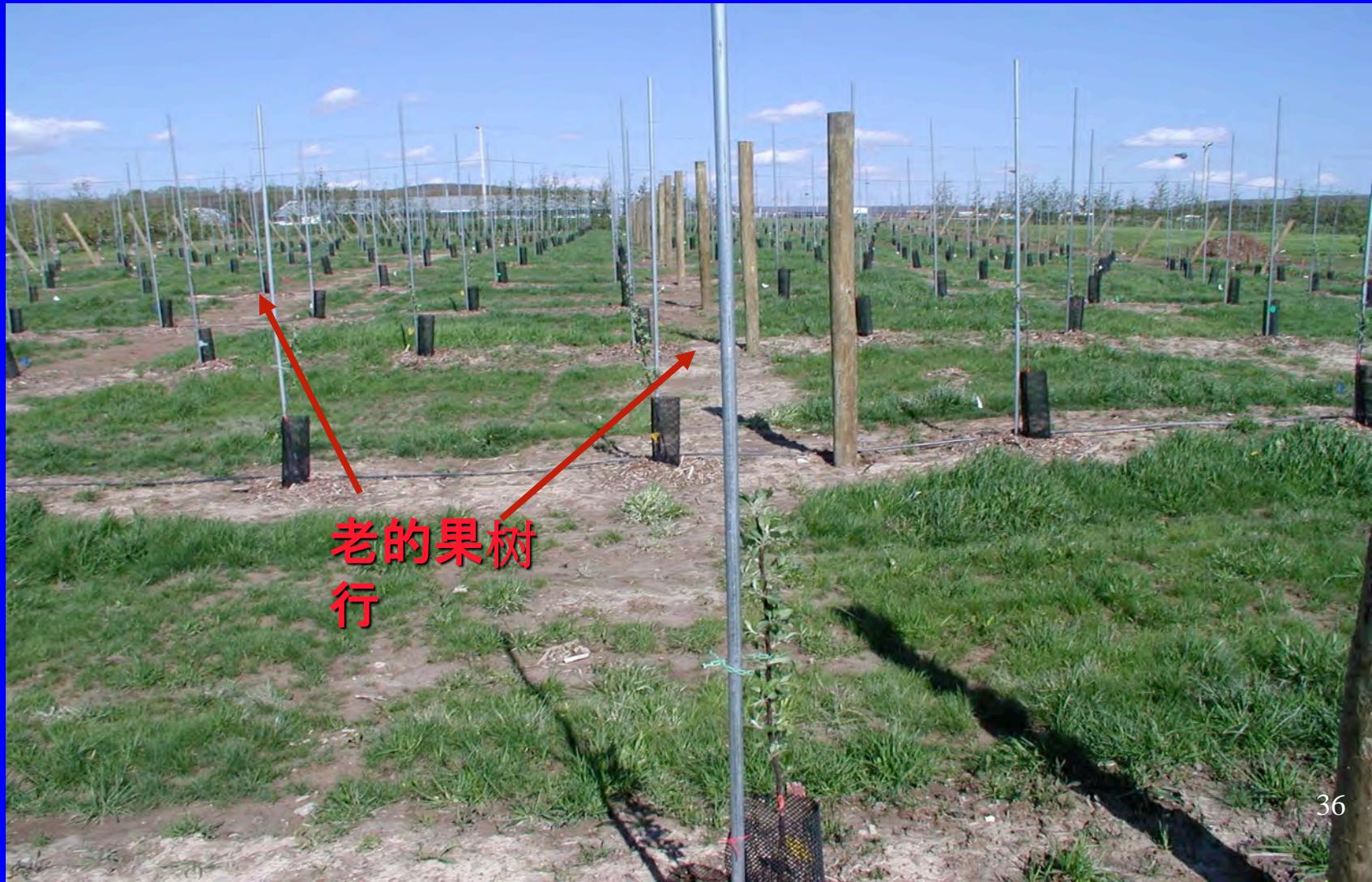
堆肥、砧木、土壤消毒和再植果树的位置, 即老果树行内或行外
(M. Leinfelder, S. Yao, A. St. Laurant 的工作)



混合测试不同针对再植病的策略：

- 新树栽植方式: 与老树行垂直, 在老树行内, 及在老树行外
- 80年的老果园, 再植病严重
- 有机土壤添加物, 10 吨每公顷
- 熏蒸, 3-二氯丙烷 (Telone) C17, 400 升每公顷
- 五种砧木: M7, M26, G16, G30, CG6210
- 合理的试验设计使得我们能够单独测试每一个因子的作用

再植果树位置效应: 比较老树行和生草的行间

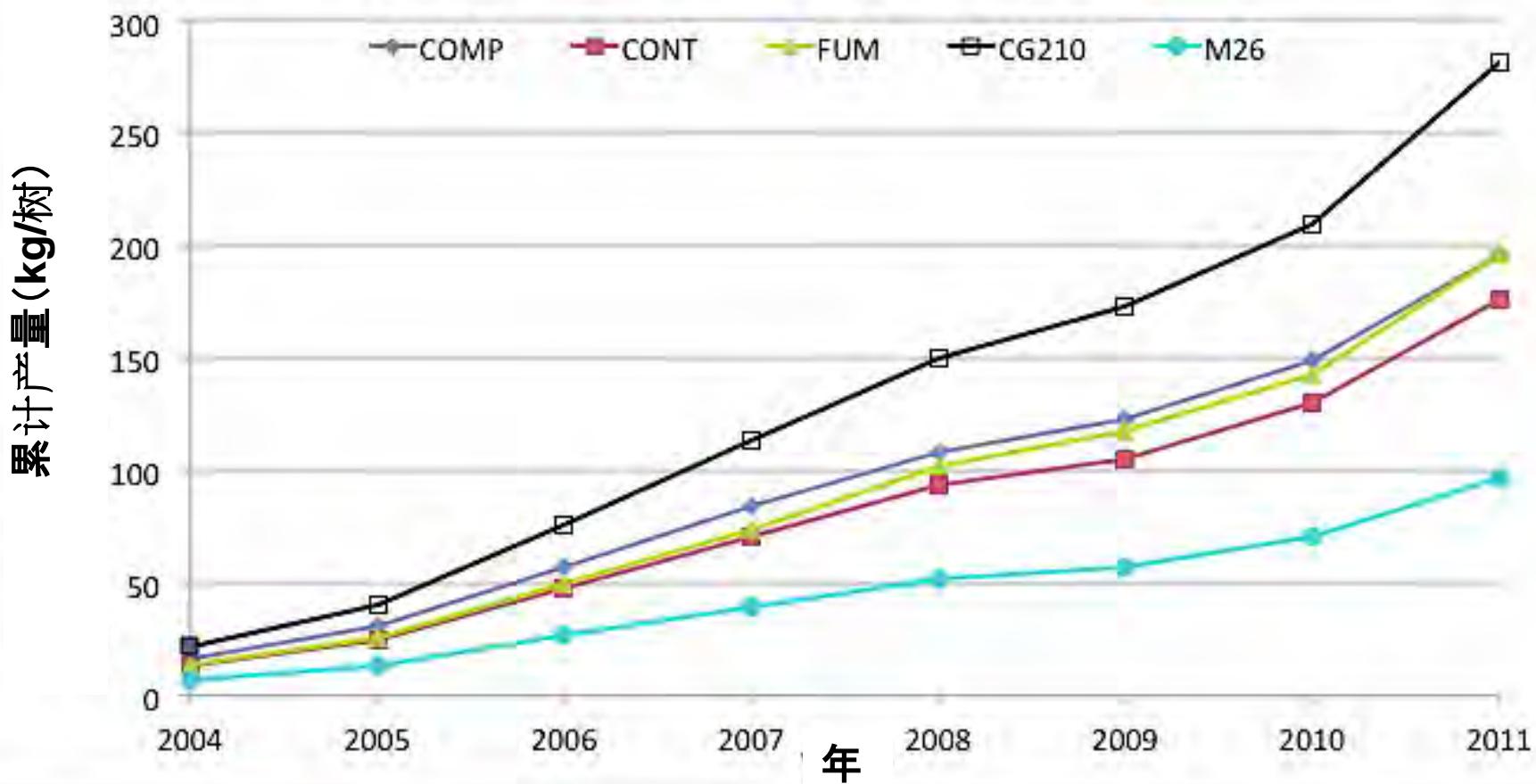


几年后.....

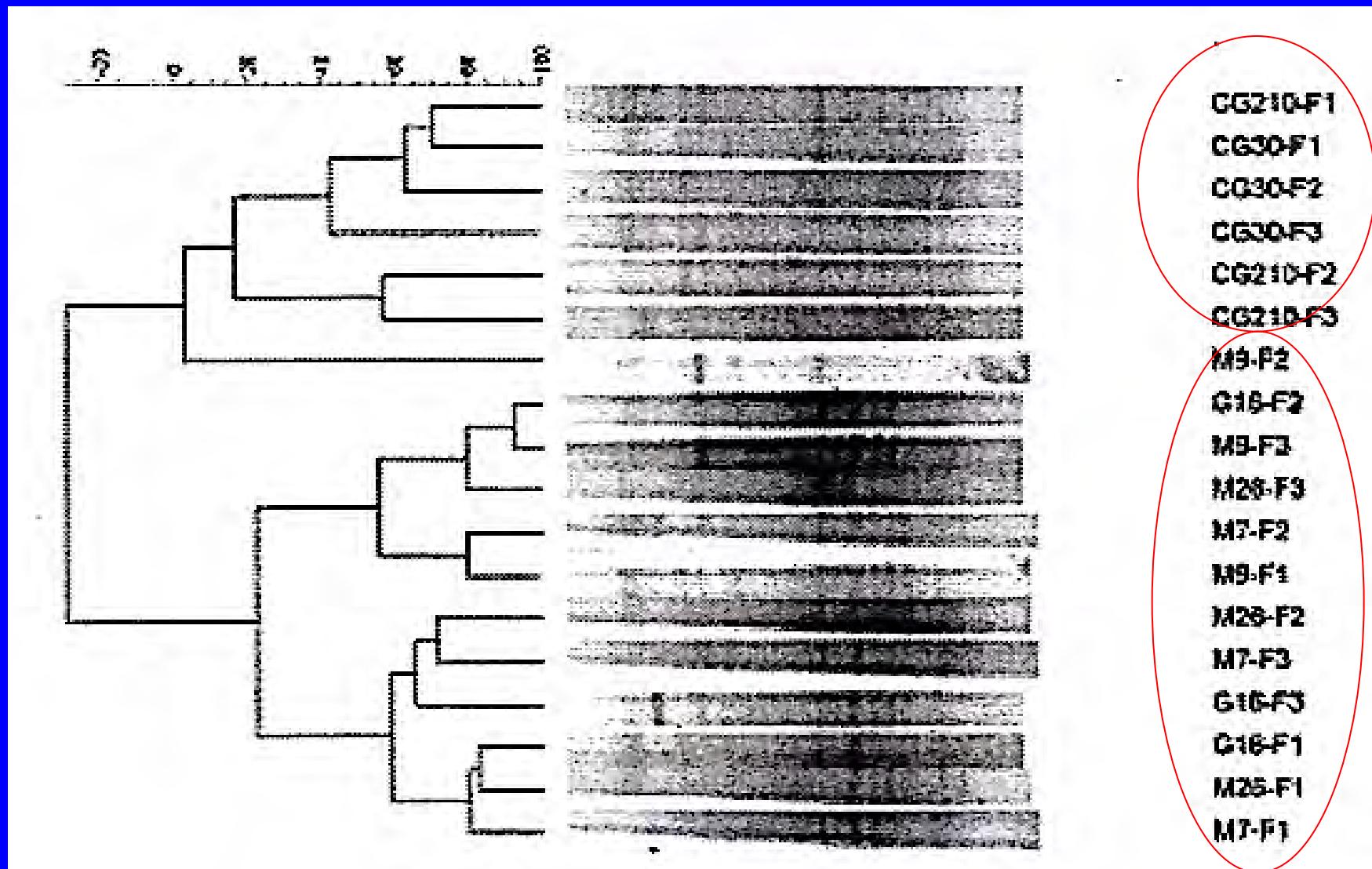


土壤熏蒸, 堆肥和两种砧木对一再植果园产量的影响

帝国苹果2004年到2011年在重茬地的累计产量, 按砧木和栽种前的处理分类, 伊萨卡, 纽约



Geneva砧木和东茂林砧木根际土壤的真菌DNA指纹图



结论

- 有些砧木, 例如 G41, G935, CG6210, 比较不受再植病的影响, 在没有土壤处理的情况下也能有较好的表现
- 土壤熏蒸并不是在所有的果园和土壤条件下都有效
- 在种植新苹果树时避开老树曾经的栽种点有利于避免再植病, 但是在由低密度果园换到高密度果园时, 往往无法做到。
- 增加大量的堆肥或是其它有机添加物并不总是会改善再植果树的生长
- 在大部分的果园, 灌溉会改善再植果树的生长
- 在排水状况差的土壤条件下, 可以通过改善排水状况, 将果树起垄栽培(raised berms)以改善果树健康状况并延长其寿命