

2025年樱商大会-土壤健康与樱桃品质提升论坛，河南洛阳，2025.04.20

有机农业与高产优质果园 的土壤健康管理技术

徐明岗

(山西农业大学)

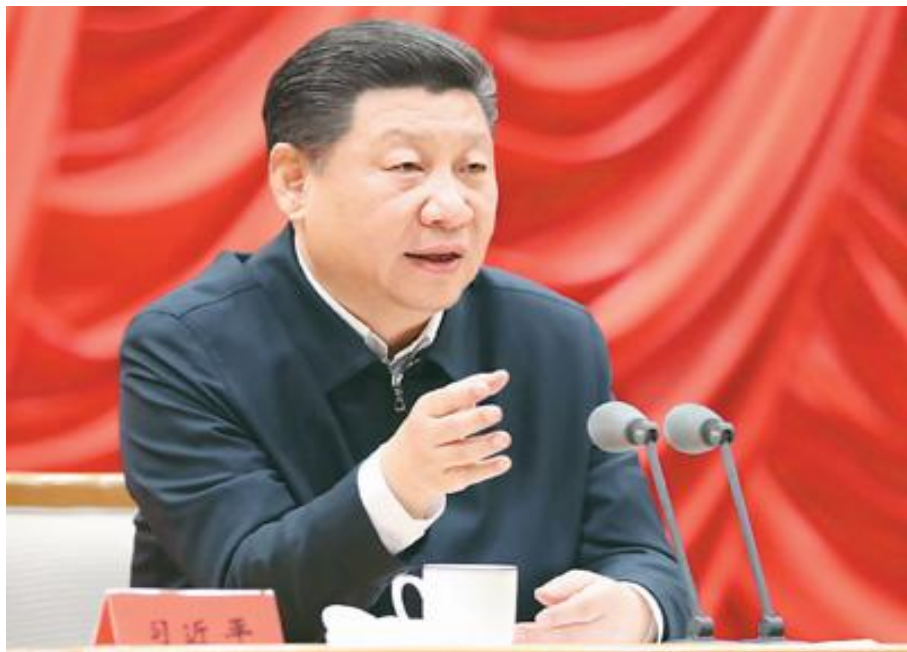
有机农业-有机农产品？



- “有机农业(Organic Agriculture; Organic Farming): 在生产中完全或基本不用人工合成的肥料、农药、生长调节剂，而采用有机肥满足作物营养需求的种植业，或采用有机饲料满足畜禽营养需求的养殖业---有机农产品（最优质农产品）
- 有机农业：欧美15-20%（果园多），中国1%左右

土壤质量提升是农产品高产优质的国家重大战略需求

- 农产品优质是人民生活水平提高的重大需求---吃饱、吃好！



- 习近平总书记指出：**耕地是农业生产的命根子**
- 土壤质量是农产品高产优质的根本！
- 健康土壤---充足和健康食品---健康生活

土壤质量提升是国家农产品安全和农业可持续发展战略需求！

报告内容



- 一、有机农业的条件-土壤肥力与有机肥替代化肥的原理与技术**
- 二、耕地质量-土壤健康与高产优质**
- 三、果园土壤健康管理-有机产品生产技术**



一、有机农业的条件

-土壤肥力与有机肥替

代化肥的原理与技术

(公主岭典型长期试验结果)

全国长期试验基地 (农业部、教育部、中科院等) Network LTEs

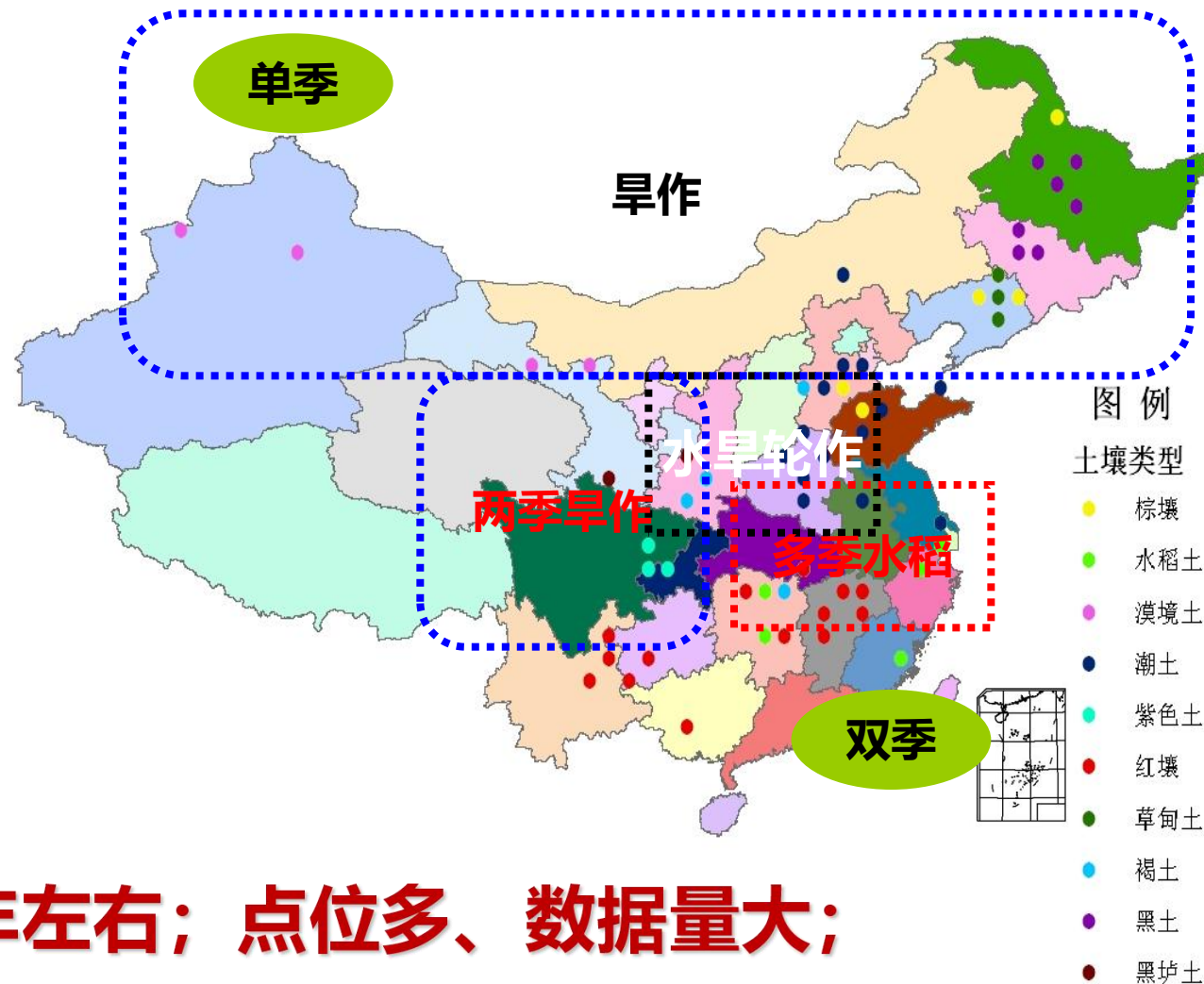
农田长期试验基地!

50个长期试验,
10个主要土壤类型;
10个主要耕作模式;
覆盖主要粮食作物

长期肥料试验: 48个
长期轮作试验: 21个
长期耕作试验: 12个

特点: 时间长, 40年左右; 点位多、数据量大;

覆盖面广: 覆盖主要农业生态系统和土壤类型



吉林公主岭的典型长期试验

- 试验始于1979年，采用裂区设计，共24区，每小区100m²，总面积1.2hm²：
 - 主区为有机肥3个水平：M0—不施有机肥，M2—有机肥30M³/hm²，M4—有机肥60M³/hm²；
 - 副区为N、P、K化肥三要素正交设计；
 - 种植制度：玉米单作；
 - 土壤类型：黑土。



Experimental design试验处理

Split-plot design: three main-treatments (manure) and eight sub-treatments (fertilizers)

Main-treatment (Manure)	Sub-treatment (Chemical fertilizer) 主区：3个有机肥用量；8个副区：不同化肥组合							
M ₀	CK	N	P	K	NP	NK	PK	NPK
M ₂	CK	N	P	K	NP	NK	PK	NPK
M ₄	CK	N	P	K	NP	NK	PK	NPK

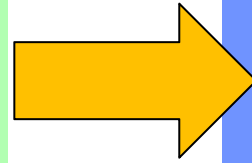
Application rate:

Manure	Chemical fertilizer
M ₀ -- 0 m ³ /ha (no manure)	Pure N -- 150 kg/ha
M ₂ -- 30 m ³ /ha	P ₂ O ₅ -- 75 kg/ha
M ₄ -- 60 m ³ /ha	K ₂ O -- 75 kg/ha

After 29 years in 2009, still big differences
for chemical fertilizers in Mo Plot
Mo区化肥之间差异显著！



After 29 years in 2009,
However, no
significant differences
for chemical
fertilizers in M2 and
M4 Plots



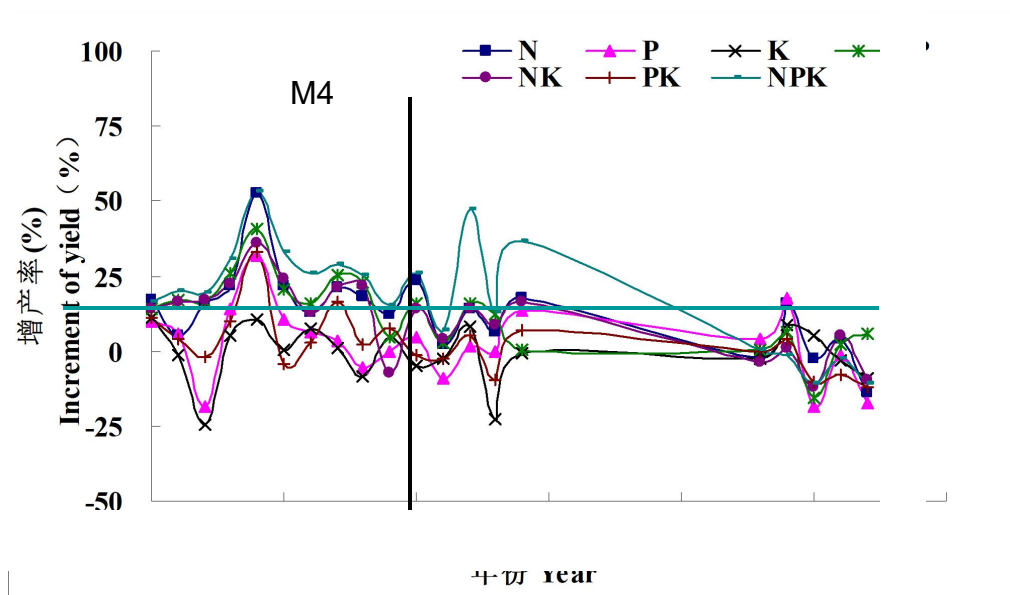
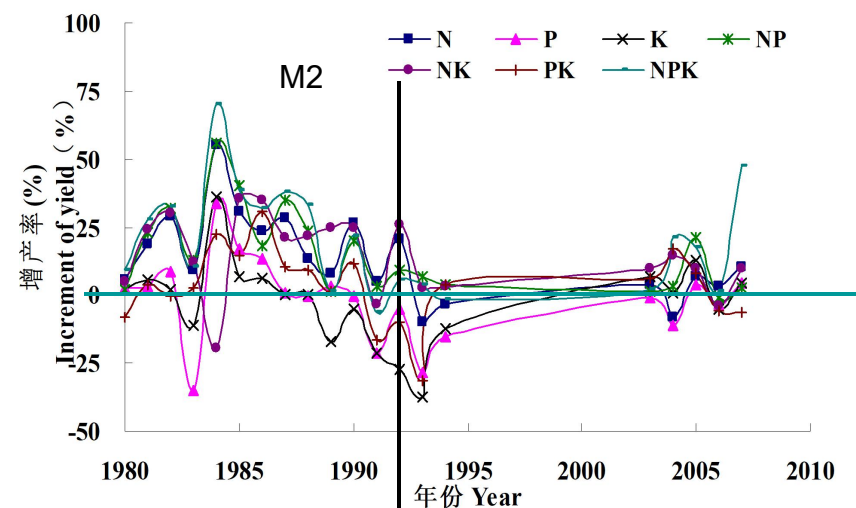
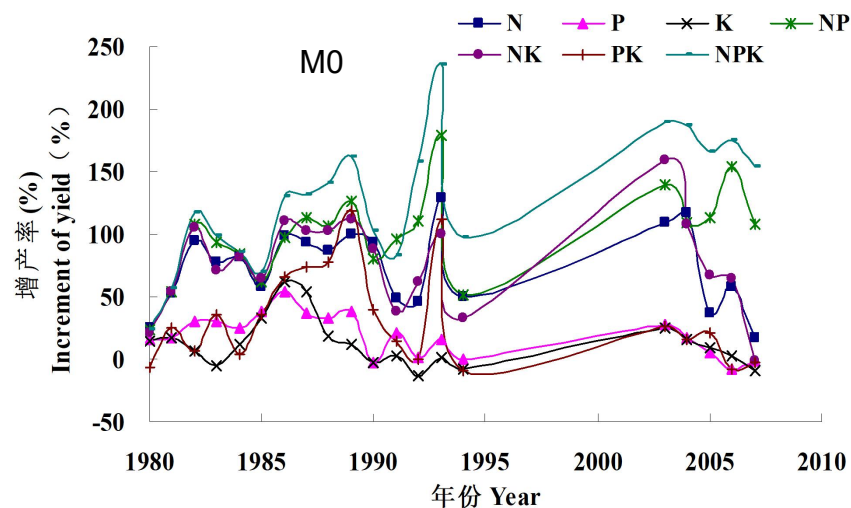
When and Why?

有机肥区化肥之间没有
显著差异!

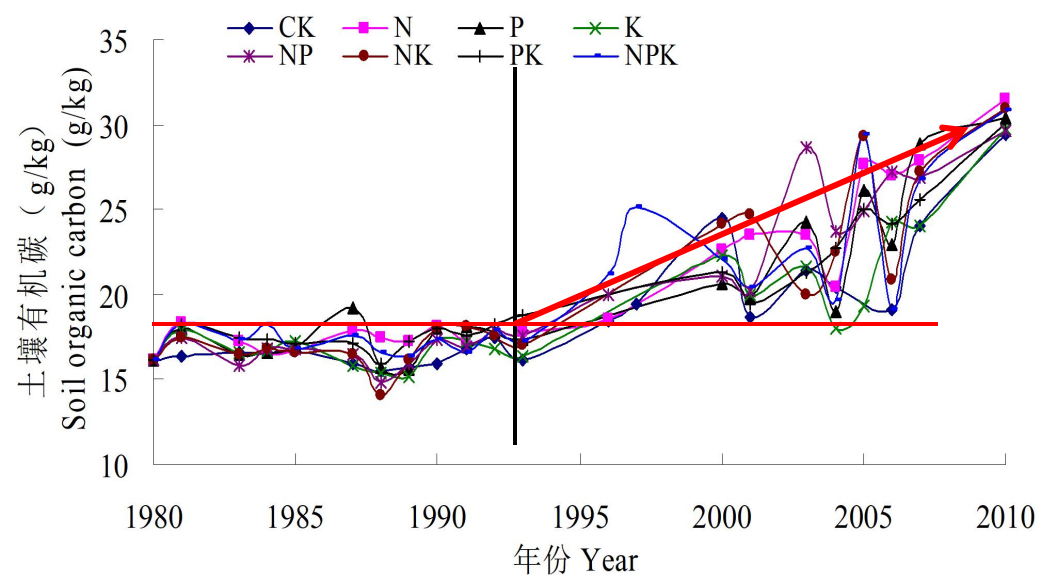
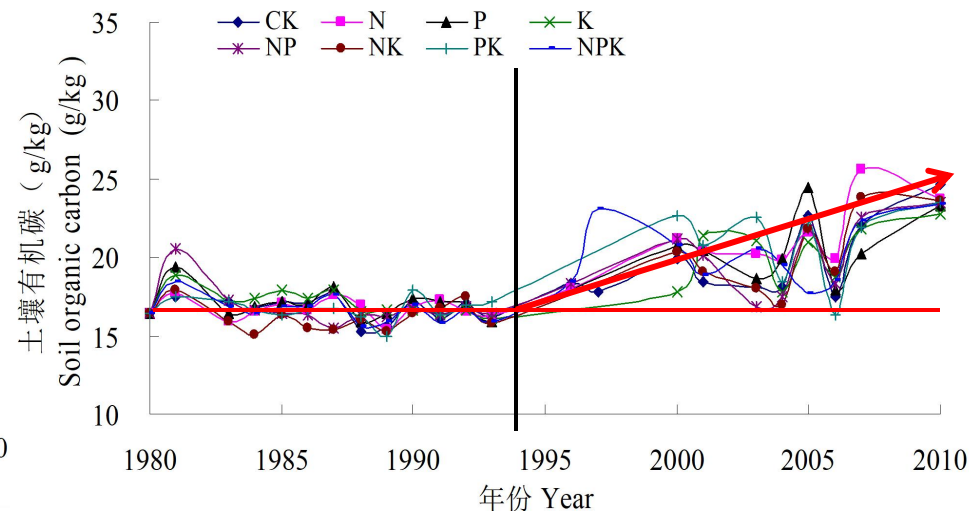
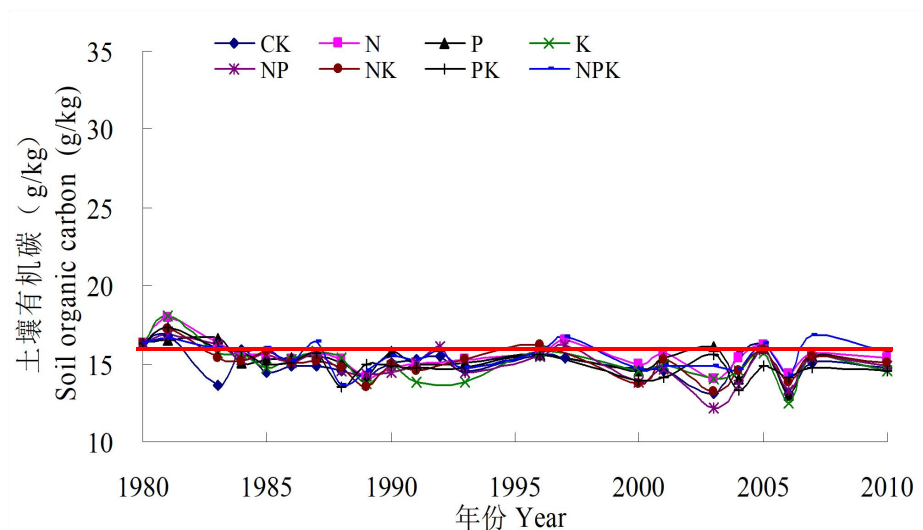
化肥无效的时间、原因?



Dynamic of yield increment due to fertilizer under different manure rates 增产率演变

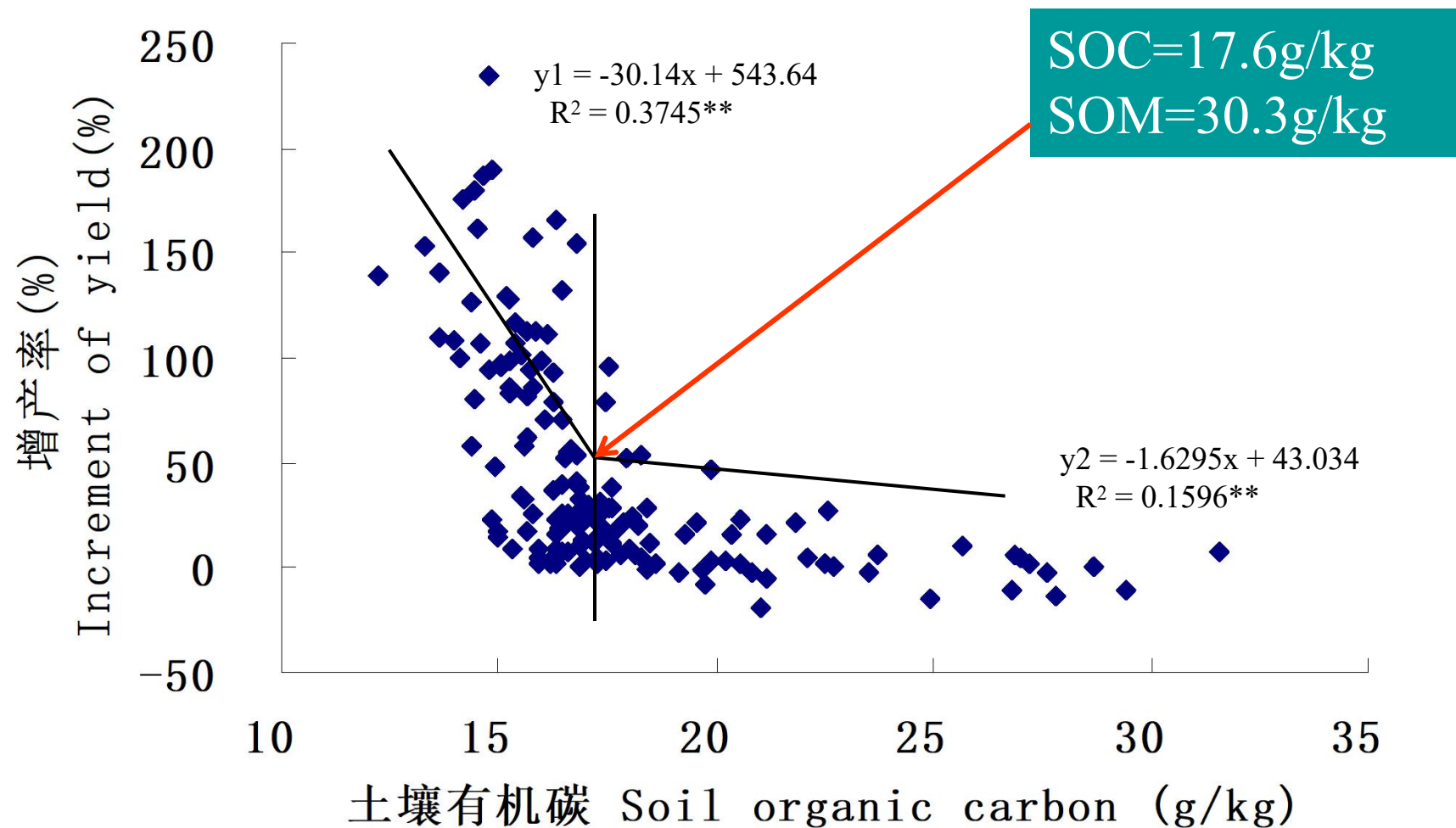


SOC dynamic under different manure rates 有机碳演变



Relationship between yield increment due to fertilizer and SOC

土壤有机碳和增产率的关系



Summary 小结

- 1) When the SOM content reached to 30 g/kg, the chemical fertilizer can be completely replaced with the manure for achieving the expected high yield!
- 2) The results obtained from 180-yr Roth experimental station show that proper chemical fertilizer application can maintain high yield. However, **our results indicate that manure alone can also produce the equivalent high yield when the soil fertility is high enough.** **当土壤肥力足够高时，有机肥可以100%替代化肥而保持高产！**
- 3) **This is very important for Organic Agriculture or Organic Farming and agricultural sustainable development! 这个结论对有机农业十分重要！**

有机肥替代率

保持高产前提下，有机肥养分替代化肥养分的比例！

引伸为2个条件：

- (1) 高产（与NPK化肥合理施用相比）**
- (2) 等养分——主要是等氮量（有机肥氮替代化肥氮的比例）**

不同肥力土壤上高产的有机肥替代率不同！

通过长期试验的分析，回答这个科学与技术问题！

替代率是土壤肥力的函数！

肥力水平：

高产的替代率%：

低肥力

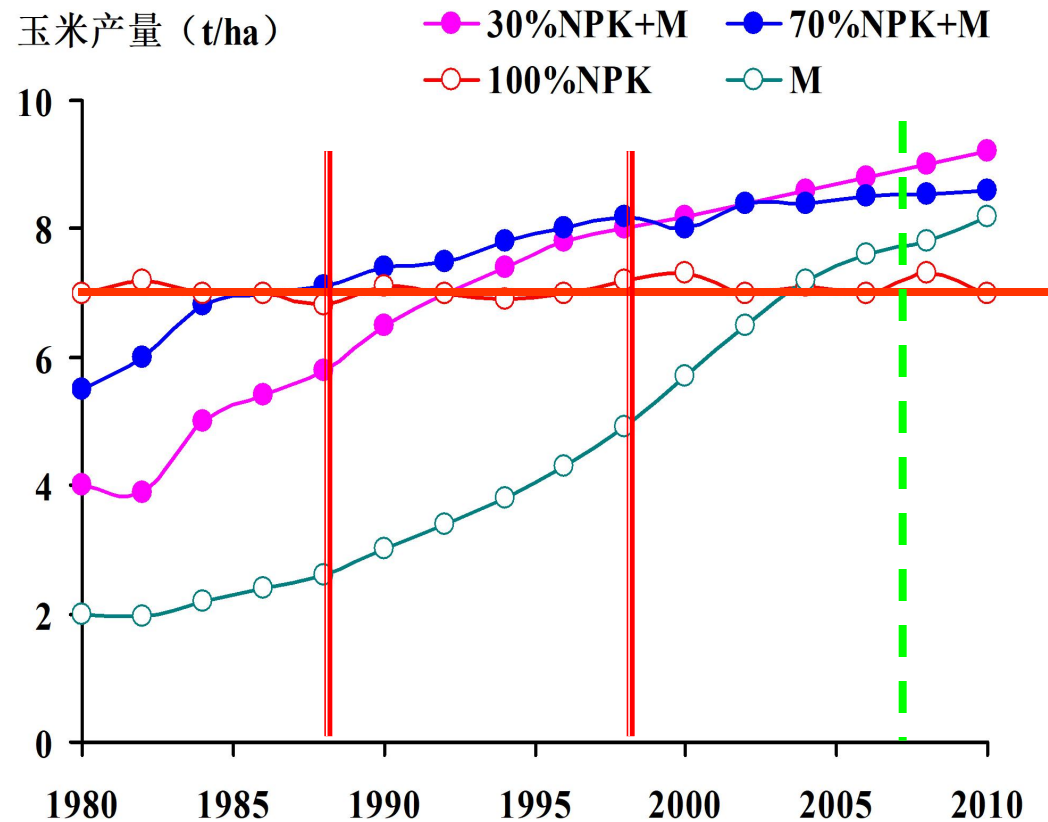
20%

中肥力

50%

高肥力

70%



三园有机肥替代



- **有机肥三园替代：果园、茶园、菜园**
 - 三种园经济价值高，有机替代可以提升产品质量；
 - 有机替代培肥土壤、提升养分利用效率等综合效应；
 - **有机替代具有土壤肥力提升长期效应，对多年生茶园、果园特别重要。**

苹果园有机肥替代

有机肥定量替代化学氮肥技术

试验在**山西省运城市临猗县北景乡**，为15年盛果期乔化短枝富士苹果。有机肥替代化学氮肥，6个处理，**分别为有机肥替代0%（对照）、20%、40%、60%、100%、200%**，试验始于2016年12月，终于2018年12月，2年。

果园基础土壤数据

深度	有机质 (g/kg)	全N (%)	硝态N (mg/kg)	速P (mg/kg)	速K (mg/kg)
0-20	14.0	0.11	105.8	18.91	294
20-40	13.1	0.09	116.6	6.06	89
40-60	5.3	0.04	117	2.14	69
60-80	8.1	0.04	129	3.18	52
80-100	5.3	0.03	127	2.58	32

处理	2016年12月基肥 (kg/亩)				2017.3			2017.6			2017.9				2018.6			总体情况			
	N(kg)	P2O5(kg)	K2O(kg)	有机肥 (kg)	N(kg)	P2O5(kg)	K2O(kg)	N(kg)	P2O5(kg)	K2O(kg)	N(kg)	P2O5(kg)	K2O(kg)	有机肥 (kg/亩)	N(kg)	P2O5(kg)	K2O(kg)	N(kg)	P2O5(kg)	K2O(kg)	有机肥 (kg)
0%	12.00	4.50	6.75	0.00	10.00	1.50	4.50	10.00	1.50	9.00	20.00	3.00	4.50	0.00	10.00	2.00	4.5	62.00	10.50	24.75	0.00
20%	9.60	4.50	6.75	700.00	8.00	1.50	4.50	8.00	1.50	9.00	16.00	3.00	4.50	1200.00	8.00	2.00	4.5	49.60	10.50	24.75	1900.00
40%	5.76	4.50	6.75	1400.00	6.00	1.50	4.50	6.00	1.50	9.00	12.00	3.00	4.50	2400.00	6.00	2.00	4.5	35.76	10.50	24.75	3800.00
60%	2.30	4.50	6.75	2100.00	4.00	1.50	4.50	4.00	1.50	9.00	8.00	3.00	4.50	3600.00	4.00	2.00	4.5	22.30	10.50	24.75	5700.00
100%	0.00	4.50	6.75	3500.00	0.00	1.50	4.50	0.00	1.50	9.00	0.00	3.00	4.50	6000.00	0.00	2.00	4.5	0.00	10.50	24.75	9500.00
200%	0.00	4.50	6.75	7000.00	0.00	1.50	4.50	0.00	1.50	9.00	0.00	3.00	4.50	12000.00	0.00	2.00	4.5	0.00	10.50	24.75	19000.00

有机肥替代化学氮肥提高苹果产量

有机肥定量替代化学氮肥技术（大果率、商品果率提升）

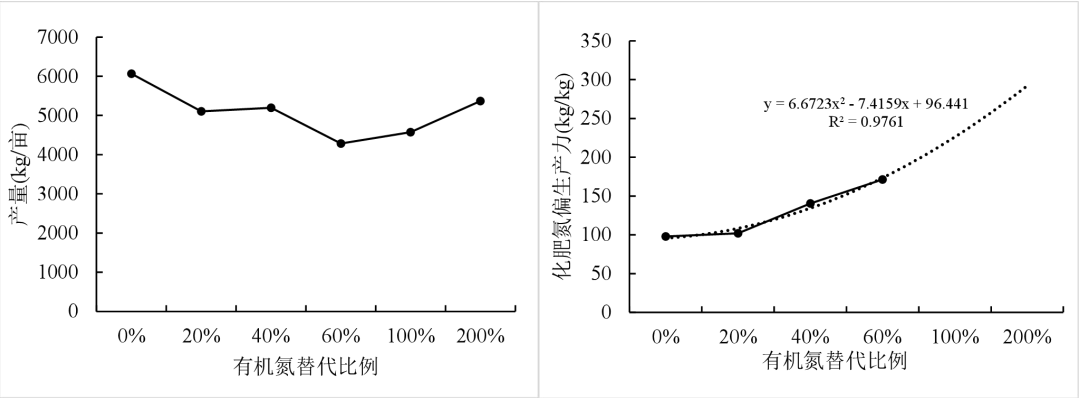


图1 不同有机肥替代比例的苹果产量及化学氮肥偏生产力

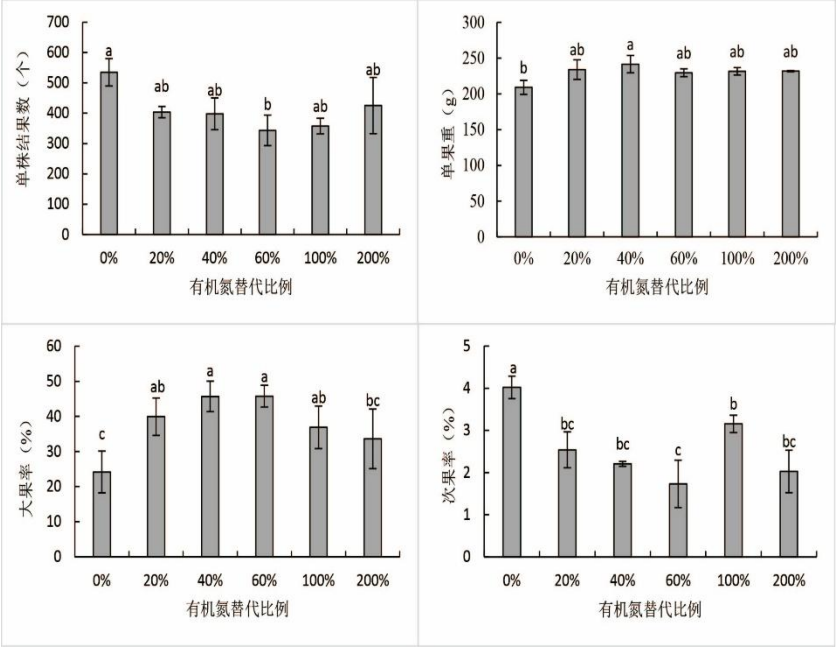


图2 不同有机肥替代比例的苹果商品性

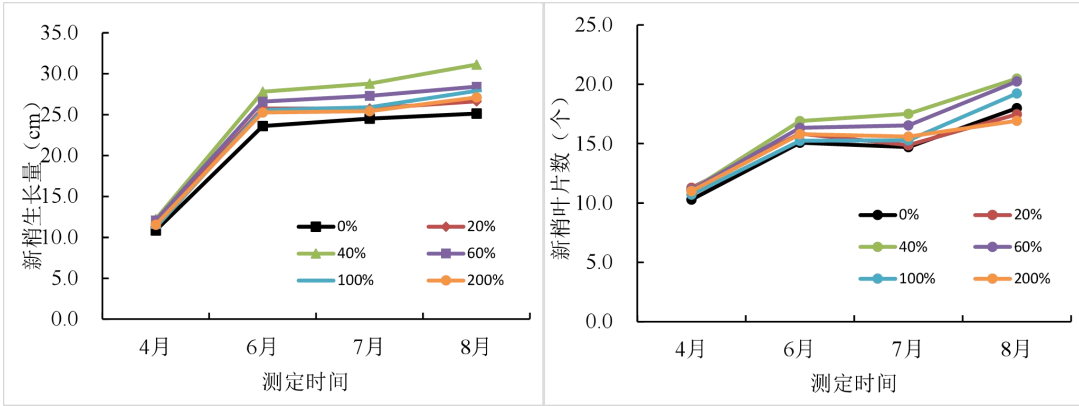


图3 不同有机肥替代比例的苹果新梢生长

有机肥替代20%~40%的化学氮肥苹果产量降低不显著；有机肥替代化学氮肥增加了苹果单果重和大果率，显著降低了次果率。有机肥替代40%的化学氮肥新梢生长量增长幅度最大。

有机肥替代化学氮肥提高苹果产量

有机肥定量替代化学氮肥技术（品质提升）

表1 不同有机肥替代比例的苹果果实品质

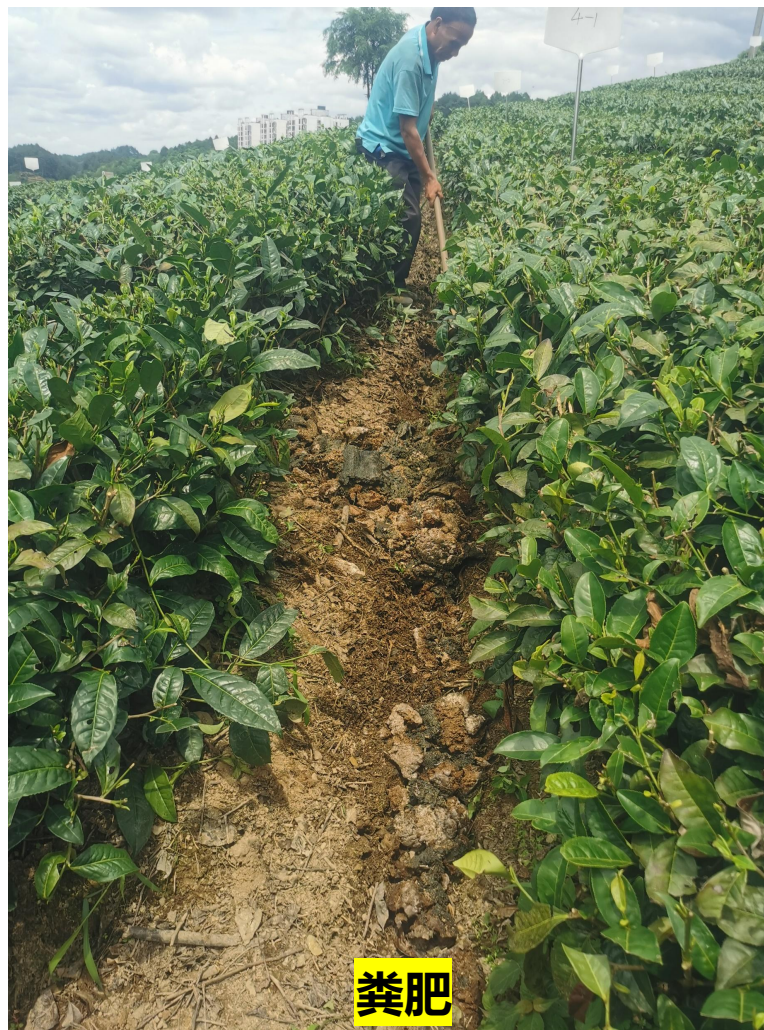
替代比例	总糖 %	Vc 含量 mg/100g	去皮硬度 kg/cm2	可溶性固形物 %	可滴定酸 %	糖酸比
0%	7.15±0.23 c	33.22±5.55 c	3.09±0.37 b	14.75±0.55 b	0.29±0.01 ab	25.45±2.17 b
20%	7.43±0.22 b	34.96±4.03 c	3.45±0.67 ab	14.54±0.35 b	0.29±0.02 a	26.82±3.51 ab
40%	7.59±0.16 b	48.03±3.54 a	3.49±0.62 ab	14.90±0.69 ab	0.27±0.01 bc	29.02±3.53 a
60%	7.65±0.13 b	46.20±4.30 ab	3.42±0.29 ab	14.79±0.79 b	0.28±0.02 bc	28.77±2.51 a
100%	7.61±0.13 b	45.02±3.01 ab	3.73±0.56 a	15.40±0.57 a	0.30±0.01 a	26.99±2.46 ab
200%	7.97±0.38 a	43.66±3.38 b	3.73±0.40 a	15.15±0.64 ab	0.27±0.02 c	29.42±2.26 a

有机肥替代化学氮肥苹果果实总糖、Vc、果实硬度和可溶性固形物含量均增加，而可滴定酸含量降低。有机肥替代20%以上的化学氮肥可显著增加果实总糖含量，有机肥替代40%以上的化学氮肥可显著提高果实Vc含量及糖酸比。

茶园有机肥替代



菜籽饼



粪肥

有机肥种类



茶园有机肥替代

● 茶树专用复合微生物肥料试验

➤ 田间试验： 云南省大理南涧县罗伯克茶厂（ $25^{\circ}04'N$ ， $100^{\circ}51'E$ ），茶树品种为“云南大叶种”，植茶年限60年。

处理1： NPK；

处理2： 30%有机肥+70%化肥（30%OF）；

处理3： 30%生物有机肥+70%化肥（30%MF）；

处理4： 40%生物有机肥+60%化肥（40%MF）；

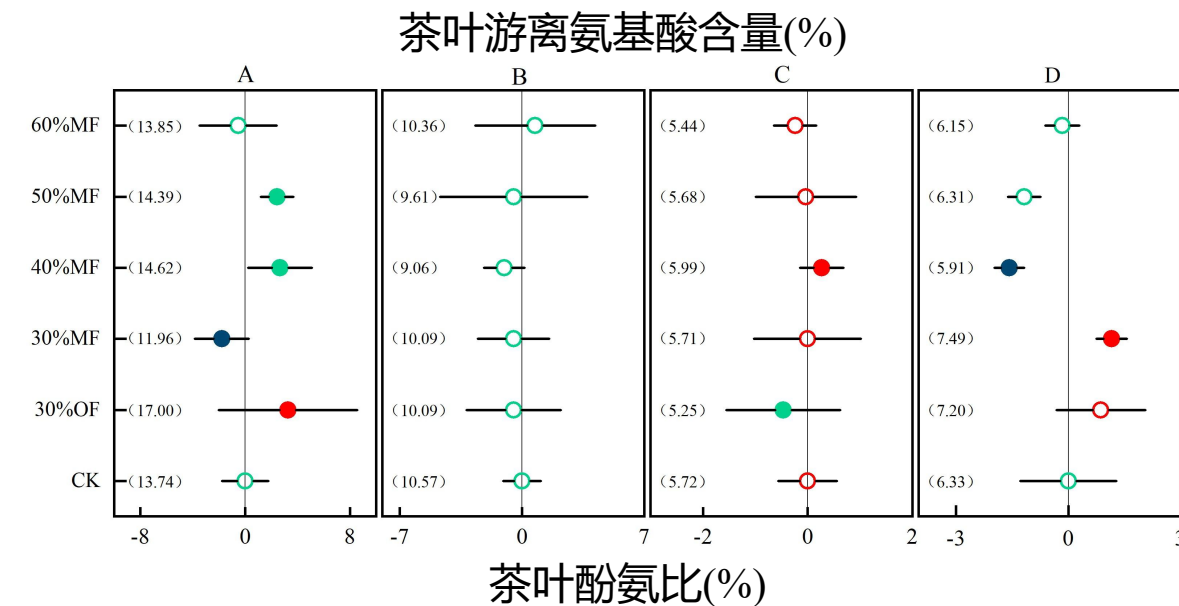
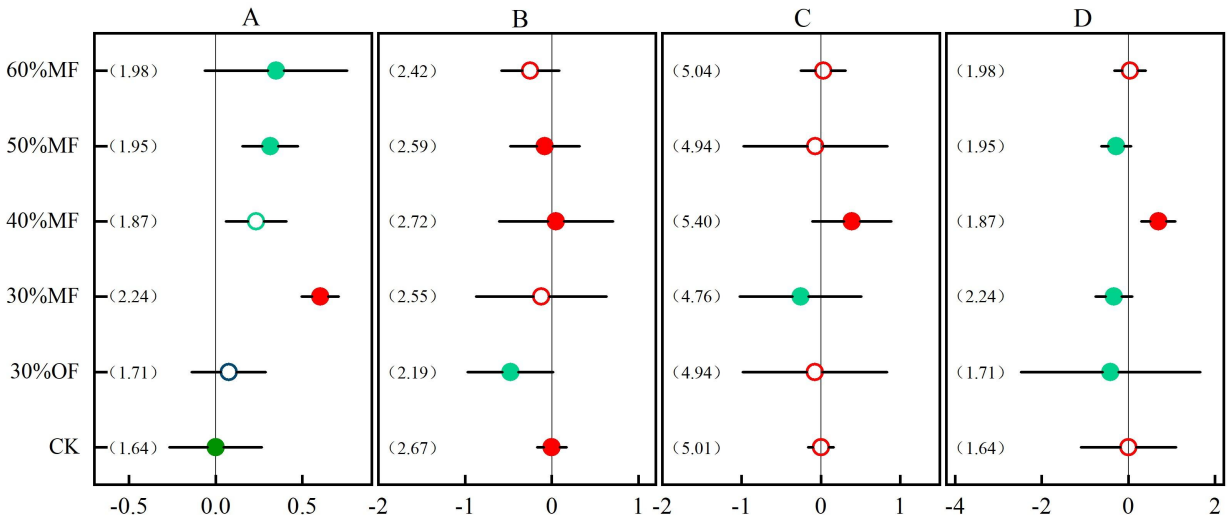
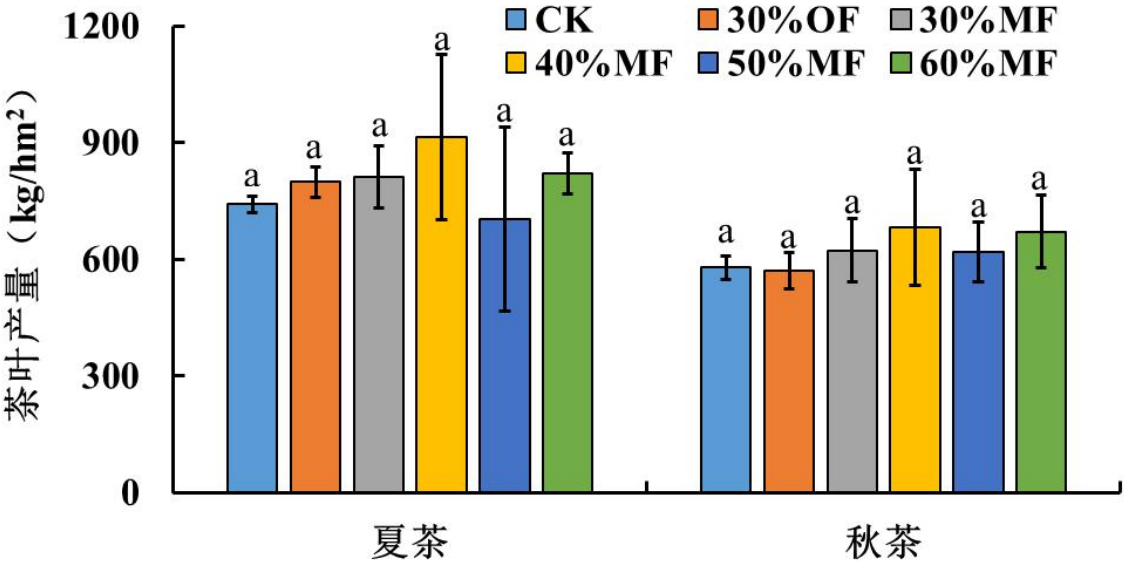
处理5： 50%生物有机肥+50%化肥（50%MF）；

处理:6： 60%生物有机肥+40%化肥（60%MF）。

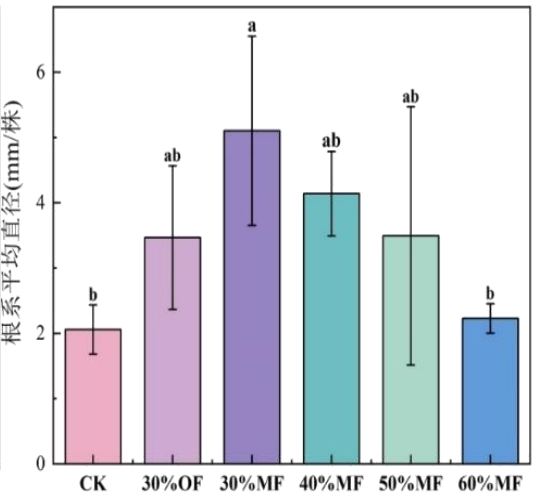
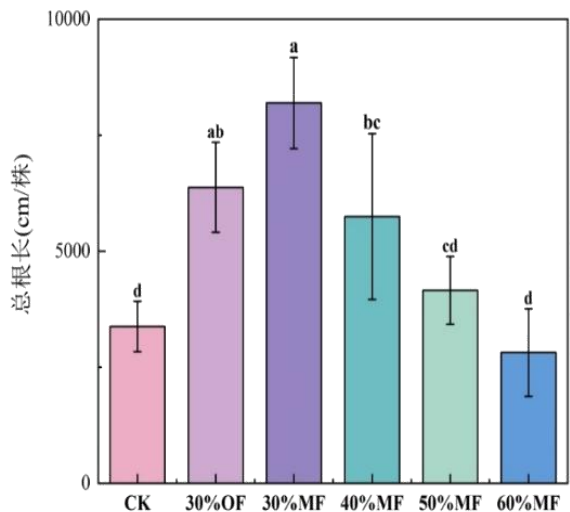
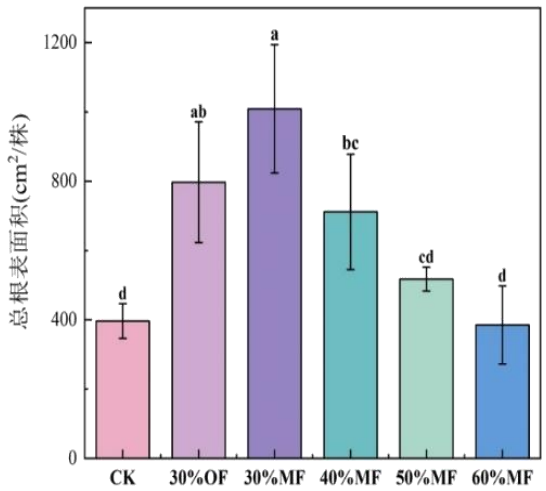
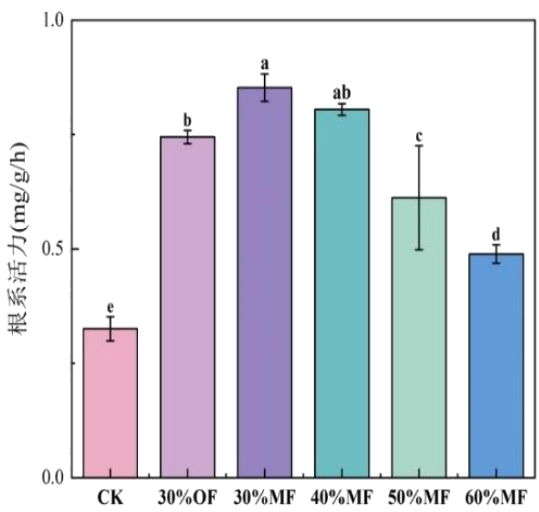
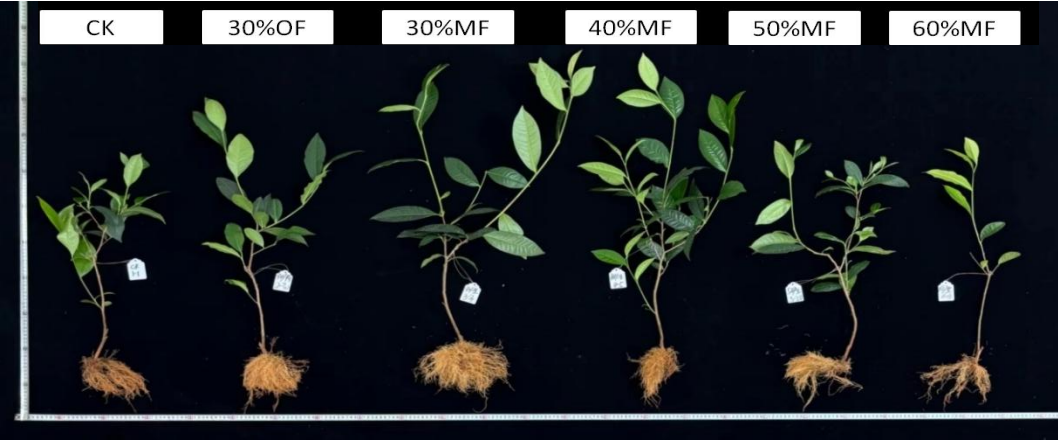


生物有机肥替代化肥能提升茶叶品质

- 生物有机肥替代**30-40%**化肥有提高茶叶产量的趋势；
- 可增加茶叶游离氨基酸含量，降低绿茶酚氨比，提高茶叶品质。



有机肥和生物有机肥替代30%化肥显著提高茶树根系活力、促进根系生长





二、耕地质量-土壤 健康与高产优质

耕地质量的重要性

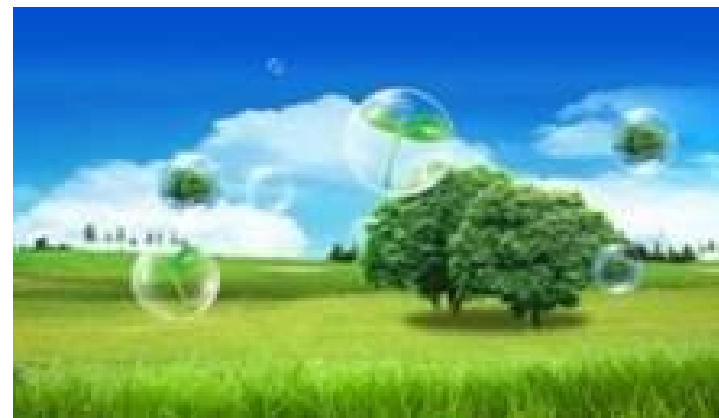
粮食安全



农产品质量安全

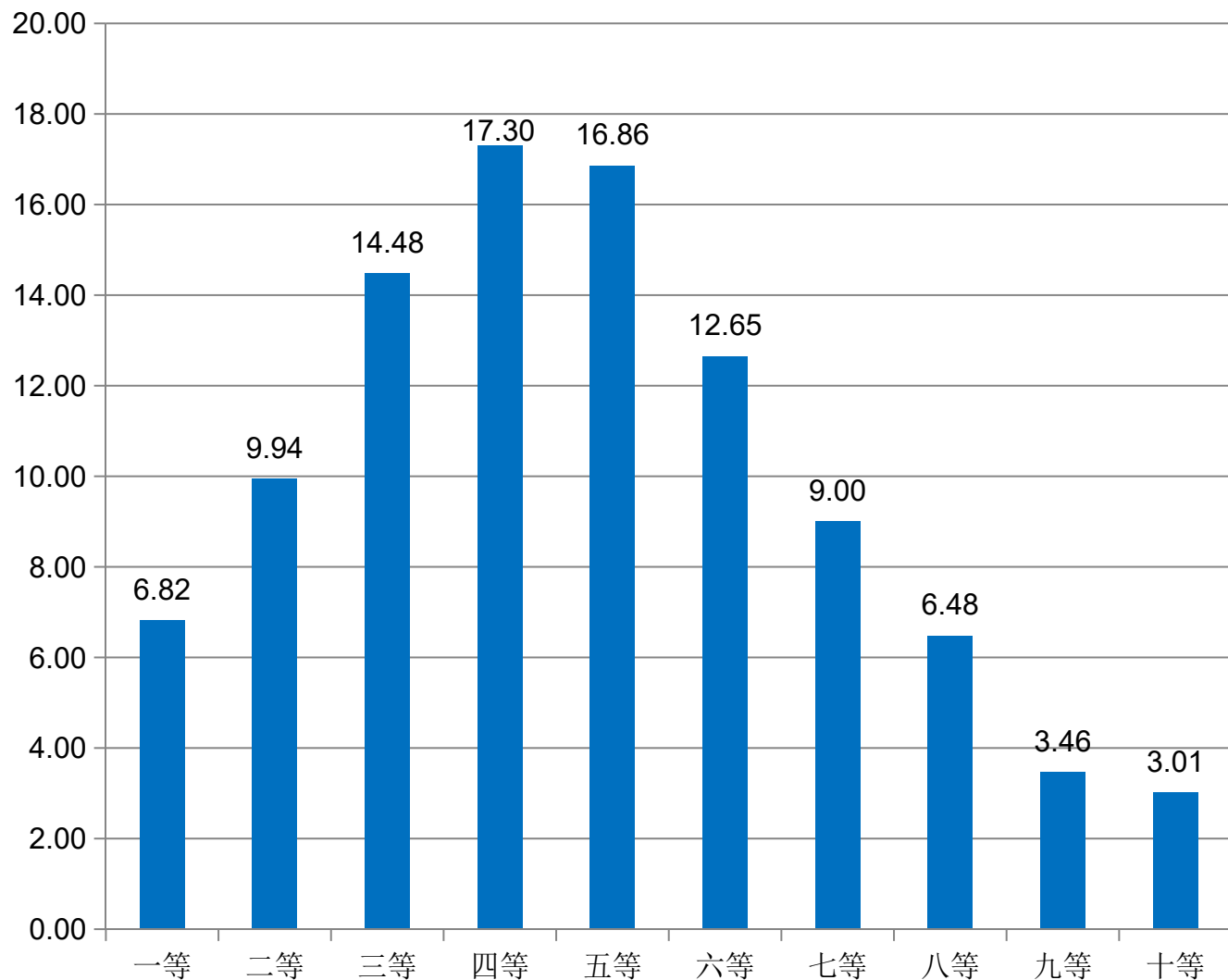


生态环境安全



耕地质量





我国耕地质量特征：
“三大”、“三低”：
中低产田比例大、
耕地质量退化面积大、
污染耕地面积大；
有机质含量低、补充
耕地等级低、基础地
力低

中国耕地（10等）等级分布（2019）

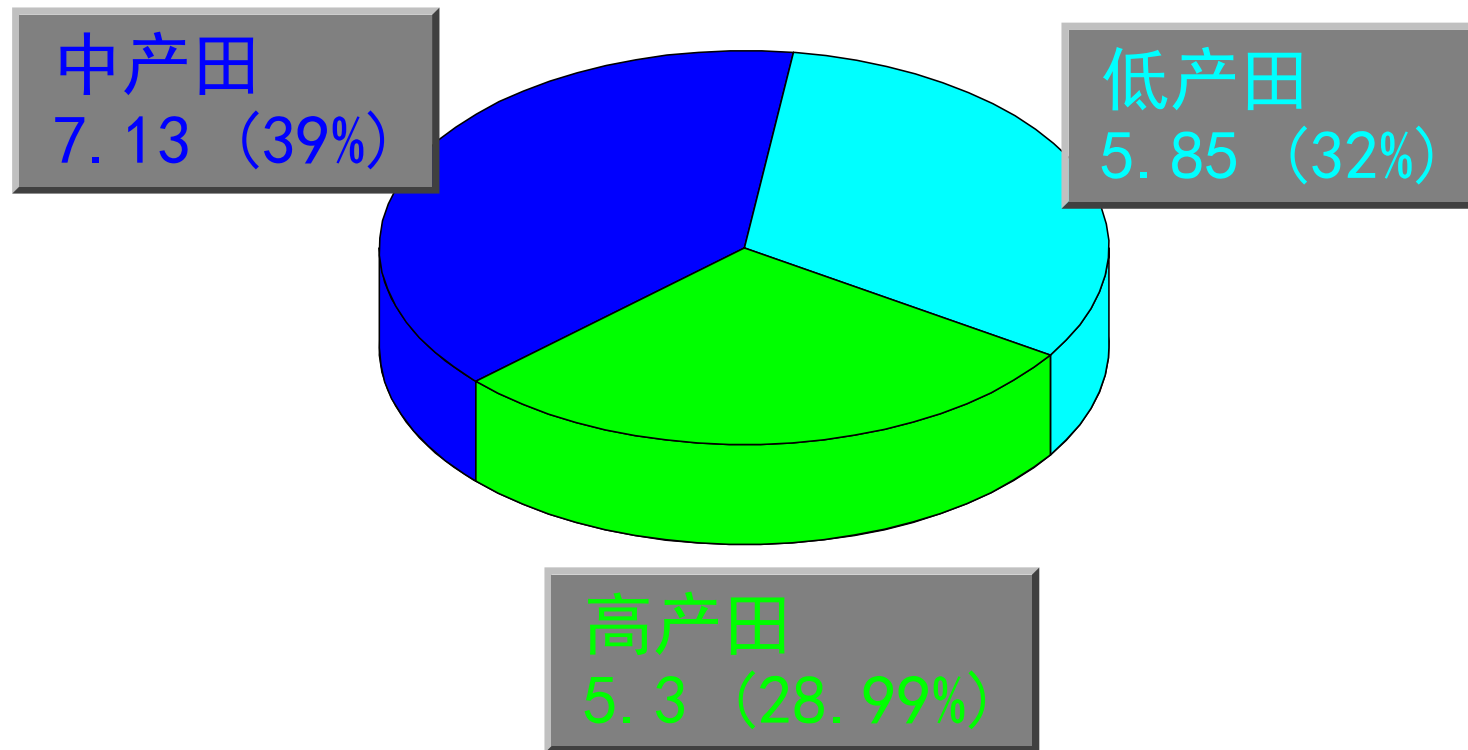
平均为4.76等，较2014年提升0.35个等级

我国中低产田面积和比例大

面积12.9亿亩，占耕地总面积的71%

全国高中低产田面积（亿亩）及比例（%）

全国耕地面积18.28亿亩



农业部2008

中低产田障碍类型多
贫瘠、沙化、盐化、结构不良等

全国耕地中低产田土壤障碍类型（万亩）

区域	瘠薄 培肥型	干旱 灌溉型	坡地 梯改型	障碍 层次型	盐碱 耕地型	渍潜 稻田 型	沙化 耕地型	渍涝 排水 型	其他 类型	合计
东北	4.97	4.81	3.44	2.16	0.96	0.17	0.87	0.42	0.00	17.80
华北	8.28	7.53	4.29	1.64	2.41	0.50	2.20	1.38	0.01	28.24
华东	2.44	1.85	0.94	1.59	0.79	1.43	0.01	0.79	0.57	10.42
华南	2.11	1.40	2.28	2.17	0.23	1.68	0.00	0.72	0.58	11.19
西北	5.47	6.52	2.98	1.40	1.73	0.08	1.35	0.00	0.10	19.64
西南	2.58	2.89	4.86	0.97	0.00	0.69	0.02	0.53	0.18	12.73
全国	25.85	25.01	18.78	9.93	6.13	4.56	4.45	3.84	1.45	100.00

黄淮海区耕地质量提升一个等级
单产可提高50-100公斤，最高140公斤/亩

黄淮海区二级农区各等级及年亩产（kg）对应关系表

等级	山麓平原	低洼平原	黄淮平原	山东丘陵
一等	1216	1337	1276	1250
二等	1169	1239	1176	1200
三等	1123	1135	1076	1100
四等	982	995	976	1000
五等	889	935	883	900
六等	795	875	791	800
七等	749	775	707	700
八等	655	725	661	600
九等	600	629	650	550
十等	550	—	—	450

土壤健康



土壤肥力：土壤为作物提供水肥气热和支撑作物生产的能力。

早期，19世纪前

土壤质量：土壤在自然或管理的生态系统边界范围内行使各种功能的能力，即持续**动植物产品生产**、保持或提高**水体和大气质量**、支持**人类健康**和居住的能力。

1994，**J. W. Doran**等

Soil quality--The capacity of a specific kind of soil to function, within natural or managed ecosystem boundaries, to sustain plant and animal productivity, maintain or enhance water and air quality, and support human health and habitation.

土壤健康：土壤作为重要的生命系统, 在生态系统和土地利用边界内,发挥各种功能的能力，即：持续**生物产品生产**、保持**大气和水体环境质量**、促进**动植物和人类健康**的能力

1996，**J. W. Doran**等

Soil health--The continued capacity of soil to function as a vital living system, within ecosystem and land-use boundaries, to sustain biological productivity, maintain the quality of air and water environments, and promote plant, animal, and human health.



FAO ITPS(2020)

**土壤健康：土壤持续保持陆地生态系统
生产力、生物多样性和环境服务的能力。**

the ability of the soil to sustain the productivity, diversity, and environmental services of terrestrial ecosystems (FAO ITPS, 2020)

可见：土壤健康是土壤质量和生态的统一体！



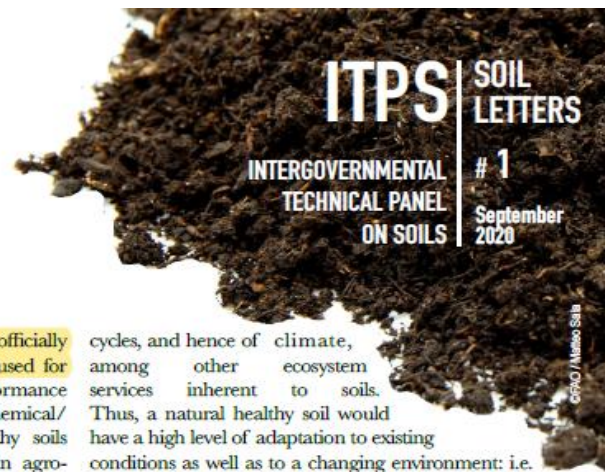
Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

TOWARDS A DEFINITION OF SOIL HEALTH

The concept of what is a healthy soil has not been officially defined until now, although it has been widely used for more than a decade. Soil health refers to the performance or functioning of a soil, not its intrinsic physical/chemical/biological properties. Early definitions of healthy soils are rather anthropocentric and focus on soils in agro-ecosystems, such as those capable of supporting adequate production of biomass (food and fibre) for human needs, while maintaining other ecosystem services, such as climate regulation or biodiversity conservation (Kibblewhite, Ritz and Swift, 2008). Doran, Stamatiadis and Haberern (2002) have highlighted some of the ecosystem services, which are not limited to services provided to humans, by defining soil health as synonymous with soil quality, which is the constant ability of soil to function as a living system that determines land use systems and boundaries to support biological productivity, promote air and water quality, and maintain plant, animal, and human health. Although these two terms are strongly related, Lal (2016) makes a distinction between soil quality, which refers to soil functions or what the soil does, and soil health, which presents the soil as a finite and dynamic living resource.

One of the complexities in defining soil health is the lack of agreement on indicators and threshold values due to the singularities and high spatial variability of global soils (Cardoso *et al.*, 2013; Fine, Es and Schindelbeck, 2017; Seaton *et al.*, undated). In addition, soil health indicators should be sensitive to management practices and reflect changes in resilience and adaptation (Stott, 2019; Zornoza *et al.*, 2015). The most recent proposals include biological indicators as key players in soil health and functioning (Franzluebbers, 2016; Gupta, 2020; Hermans *et al.*, 2017).

Soil health, as a dynamic concept, should also be applicable to natural and unmanaged soils, as they present different degrees of preservation of below- and aboveground biodiversity, regulation of water and of biogeochemical



cycles, and hence of climate, among other ecosystem services inherent to soils. Thus, a natural healthy soil would have a high level of adaptation to existing conditions as well as to a changing environment: i.e. a high buffering capacity, or in other words, a high resilience, maintaining the ability to sustain those services in the face of environmental alterations.

ITPS DEFINITION OF SOIL HEALTH

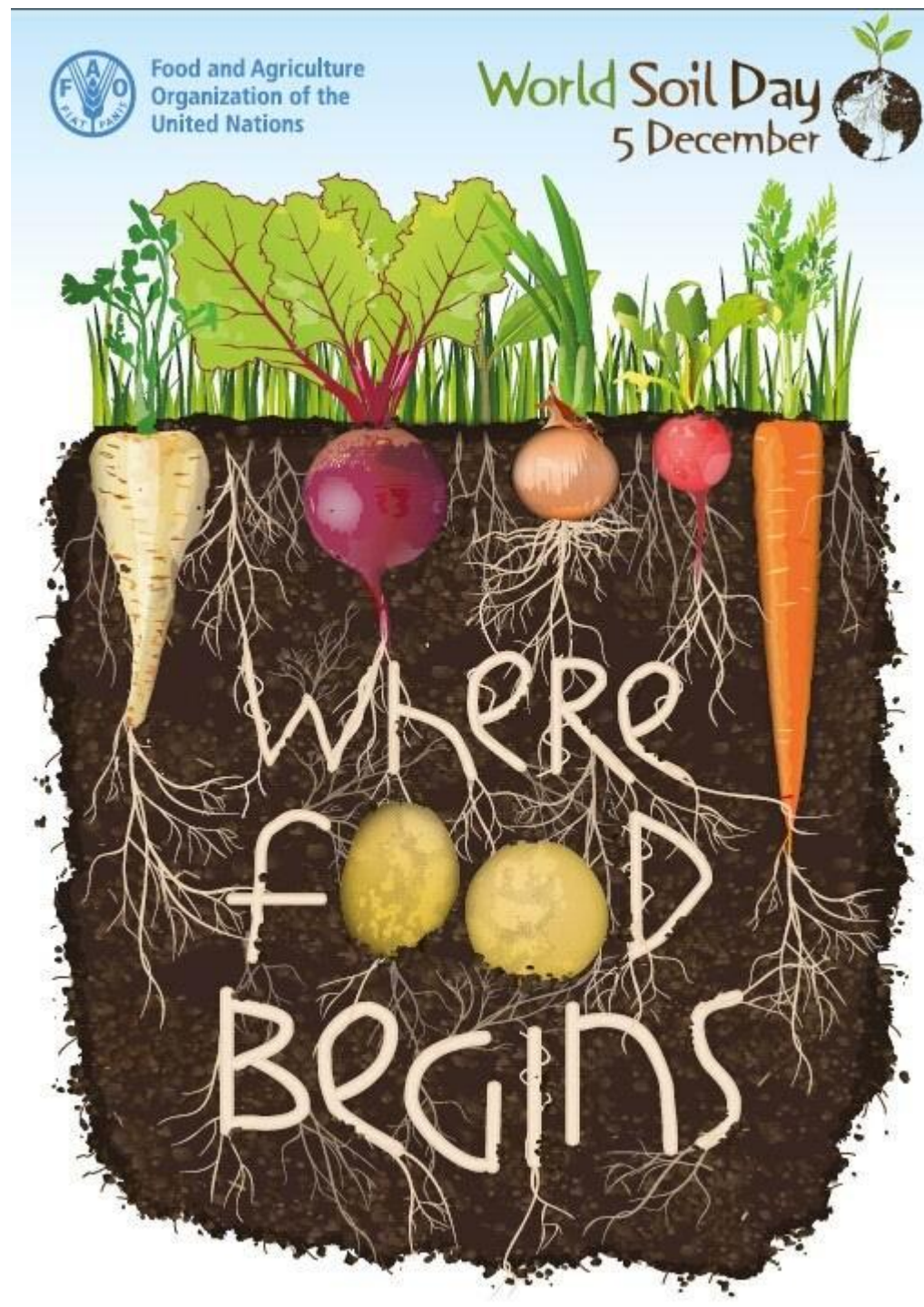
The Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS) defines soil health as “the ability of the soil to sustain the productivity, diversity, and environmental services of terrestrial ecosystems”. In managed systems, soil health can be maintained, promoted or recovered through the implementation of sustainable soil management practices. As with human health, there is no single measure that captures all aspect of soil health. The preservation of these soil services requires avoiding and/or combating all types of soil degradation.

The ITPS coins this definition of soil health and hopes to be widely used and adopted by international organizations, institutions, governments, academia, etc. In line with the call for action issued by Lehmann *et al.* (2020), clear and comparable indicators should be defined to ensure that the world's soils are managed sustainably and that the ecological and socio-economic benefits of healthy soils are preserved for future generations. Consequently, the ITPS and the Global Soil Partnership are working on the selection of indicators and harmonized laboratory methodologies that are applicable in all countries and enable the assessment, promotion, conservation and restoration of soil health.



12月5日
世界土壤日

健康土壤
健康食品
健康生活





三、果园土壤健康管理

-有机产品生产技术

日本果园





日本果园



- 1 土壤有机质5%以上
- 2 有机质层深厚80公分以上
- 3 树龄30年以上
- 4 树大果大
- 5 果园种草，铺反光膜
- 6 果实套袋



日本果园

有机农产品对土壤与土壤肥力的要求

高肥力！

- (1) 重施有机肥：每亩3吨左右
- (2) 果园种草（特别豆科草），生态种植



有机农业在中国-富平试验站 2018



陕西澄城县2017



陕西凤翔苹果2019



延川县东圪塔村有机苹果

- **畜牧废弃物循环利用：**合作社养殖牛羊，粪便发酵为有机肥，实现畜牧产业废弃物循环利用；
- **多元有机施肥：**果树施肥多元，除粪便有机肥，还施用沼渣沼液，充分吸收有机养分；
- **生态循环发展：**秉持“以果定肥、以肥定畜、以畜促果”思路，构建“果 - 沼 - 畜”生态小循环系统，实现水肥一体化；
- **种植效果显著：**使用有机肥改变土壤结构，不易板结，助力果树茁壮成长，树叶茂盛，结出的果实大且品质好。





山西蒲县生态有机苹果园

位于山西省蒲县蒲城镇太夫村被子垣村，北纬36度，是国际公认的优势水果核心产地。于2016年开始创建，种植面积1500余亩，主要产品富士苹果。土壤深厚，光照充足，昼夜温差大，平均海拔1250米，年均温度 8.7℃，年降雨量580毫米左右，植被覆盖率达70%以上，周边自然生态环境良好，无污染源，非常适合生态有机 果园建设。



按有机农业规范进行果品生产，最大限度保护生态环境：不上化肥不打农药，采用生态物理方法诱虫，安装杀虫灯等方法防治病虫害，实行果树行间生草、机械割草，秋季开沟增施羊粪、牛粪，提高土壤有机质，实现人、草、树、果、鸟、兽、虫、微（生物）和谐共处。

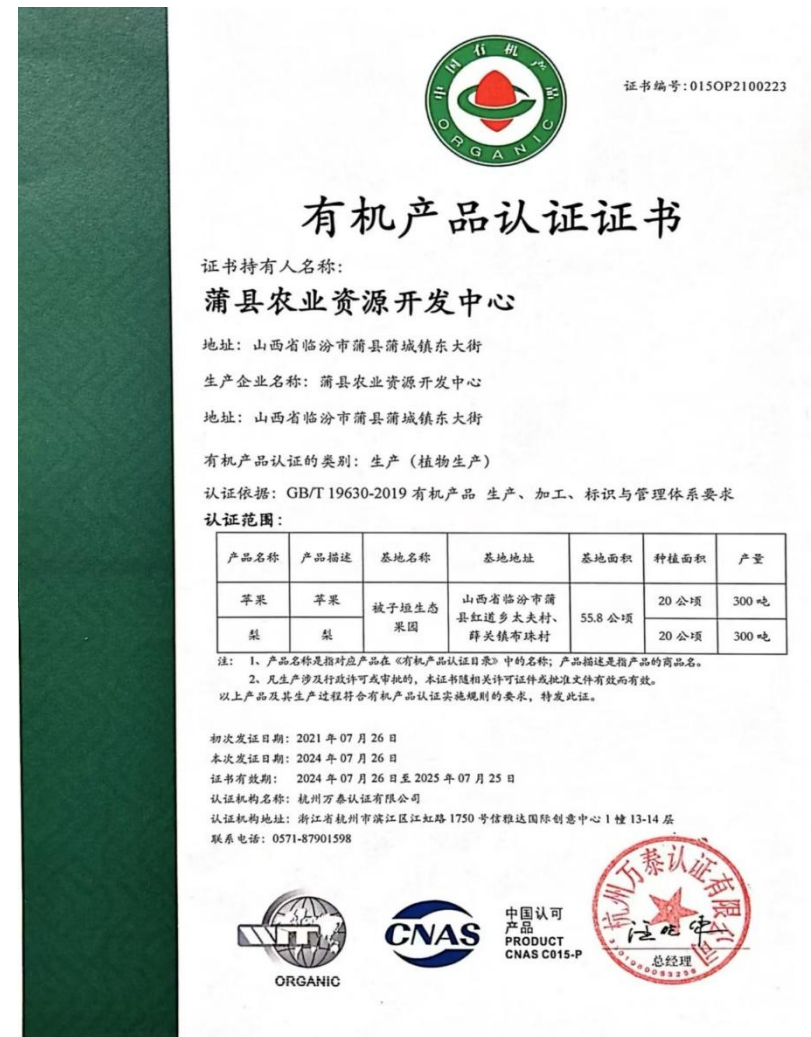
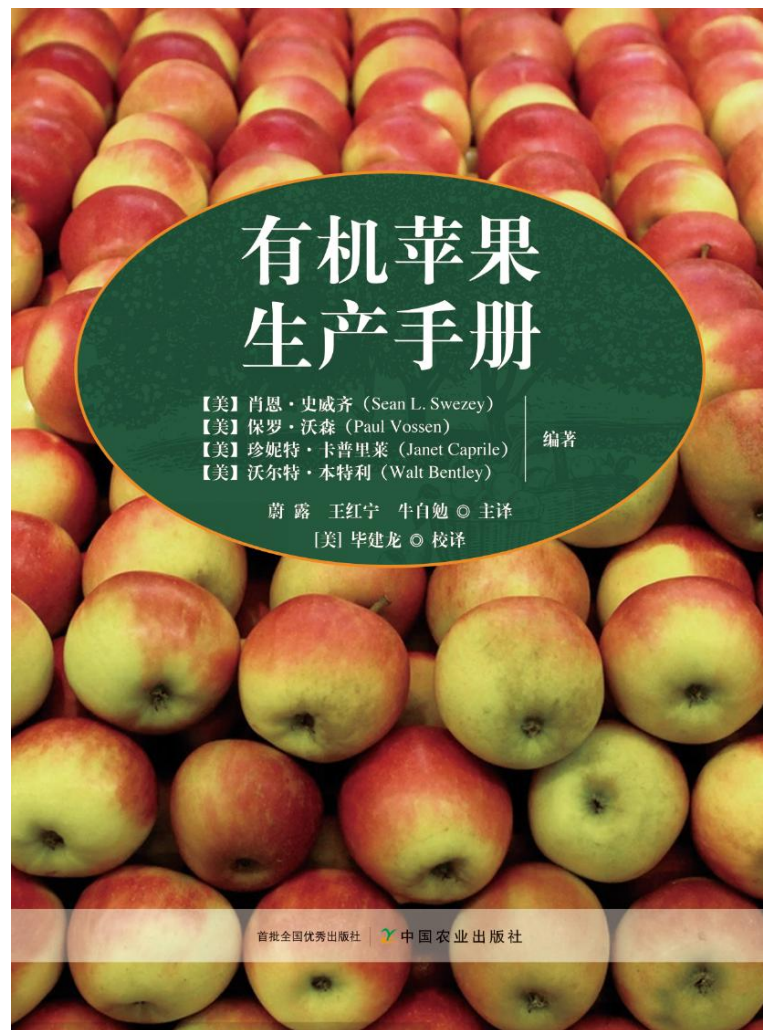


山西蒲县有机苹果园：丘陵地区苹果矮化栽培及有机生产技术体系





蒲县苹果有机生产





蒲县苹果有机生产



“蒲香红”苹果，果实为高桩大型果，果肉淡黄色，果个大，平均直径大于9厘米，单果重大于300克，且耐储性强。色泽浓红，酸甜可口。



“寒富”苹果，颜色艳丽，套袋果呈条纹红，日照充足呈全红，果形短圆锥形，肉质酥脆，汁多味浓，酸甜可口，有香气。平均单果重250克，最大600克，维生素C含量高，耐贮存。



“烟富8号”苹果，果形周正，果个大。着色快、表光好，全红果率可达81%，果面色泽艳丽。果肉淡黄色，爽脆、多汁，肉质细，风味甜、微酸，适口性好。





山西临猗县角杯乡吴中定苹果园（会和苹果说话）



- 有机肥替代化肥减量优质
- 一流的水分与管理技术等
- 果园平均亩产量2500Kg
， 优质果率91.2%
- 经济效益比周边果园增加
50.6%， 乡村振兴科技
引领效果显著



如何生产有机产品？



- 土壤有机质在5%以上；
 - 亩施有机肥3000公斤以上；
 - 不用化肥农药；
 - 苹果亩产控制在800-1000公斤以内。
-
- 价格比普通苹果高2-3倍。
 - 打造品牌+可追溯体系
 - 高端客户群基本固定

有机肥施用量？



- 最好的有机肥-腐熟后的畜禽粪便
- 商品有机肥：招标中的问题，价格压的太低，逼迫商家造假，质量高的品牌不愿意进入，也进不来。
- 商品有机肥由于价格高，施用量**500-800公斤/亩**；
- 生物有机肥价格更高，**300-500公斤/亩**
- 有机肥集中开沟施用



推荐果园种草？

- 降低高温，减少灼烧；
- 增加湿度，增强着色；
- 改善环境，增加美感；
- 翻压后增加土壤有机质，提高土壤肥力；
- 根系分泌物的作用：
 - 1、有机酸降低土壤pH,活化土壤养分，
 - 2、激活土壤微生物，改善土壤结构。

果园生草的品种选择？



- 多年生羊毛草：5-8年只种一次，割草、覆盖、还田；
- 黑麦草：多年生，割草、覆盖、还田；
- 三叶草：多年生，可割草，也可以不割草，覆盖、还田；
- 油菜：还田后易于腐烂，一年需要播种两次



**与各位专家合作促进
樱桃产业健康发展！
欢迎宝贵意见！ 谢谢！**

感谢同延安教授、阮建云研究员、
李磊研究员、杨杰教授提供相关资料！