

常规和有机农业耕作方法的比较

A COMPARISON OF CONVENTIONAL AND ORGANIC AGRICULTURE METHODS

查尔斯·库珀

常规农业耕作方法

我们称大量使用化学制品的现代农业 (modern chemical-intensive agriculture) 为常规农业 (conventional agriculture)。当美国刚刚引进这种农业时, 威廉·阿尔勃莱希特 (William Albrecht) 就是反对这种新方法的代表。他认为: 施用化学合成物会使土质退化, 使产量降低。化肥会扰乱作物的营养循环。

他还认为, 农药会减弱作物对病虫害及杂草的抵御能力。他说:

“这是农业衰退中的一种冒险行动。因为真正可怕的不是这些看来不可抗拒的外来的病虫害危害, 而是植物本身防御力的降低”¹。

“自然的土壤肥力已减到只能勉强维持我们人类的程度, 它已经造成动植物及人的健康和活力下降”。

多数病害可以看成是一种退化现象。健康并不能靠与病菌隔离, 而要靠对病菌入侵的抵抗作用才能维持。这些外来的危害只不过是自然界用来淘汰有病的或多余的有机体的一种办法。如今农业中退化病的大规模增加, 看来证实了这一分析。本文将分析常规农业如何产生这些弊端, 并介绍从事有机农业的农民目前的作法, 这是代替常规农业的一种可行的办法。

有机农业耕作方法

关于有机耕作 (organic farming), 美国农业部提出以下定义:

“有机耕作是一种生产体制, 它完全或基本上避免使用化学合成的肥料、农药、生长控制剂以及家畜

饲料添加剂等。灵活的有机耕作体制在最大程度上依靠轮作、作物残余、厩肥、豆料作物、绿肥、农业以外的有机垃圾、机耕、矿物质、以及生物防治的许多方面来维持土壤的生产和耕作, 供给作物养分, 控制虫害、杂草及其它危害”²。

同一报告指出, 只有不到百分之一的美国农场全部用有机方法耕种。

土壤腐殖质对作物生长的重要性

虽然在美国采用化学耕作至多不过40~50年, 有些农地的土壤已被严重侵蚀而几乎成了不毛之地。相反, 中和的若干土地已经耕种了四千年以上, 却仍肥沃而高产。原因何在? 美国农业部土壤管理局 (Division of Soil Management, USDA) 的前领导金 (F·H·King) 的研究提供了很好的解答。他在中国、朝鲜和日本从事研究期间所得到的最深刻的印象就是他们对有机物质的充分利用, 这与美国的浪费恰成对照。金感到, 这些国家的农业体制所以能够在农田侵蚀很小, 很少施用化肥的条件下保持经久不衰的持续高产, 基本上是因为他们大量施加有机肥料, 从而保持了土壤腐殖质的缘故。

常规耕作强调施氮肥

有机耕作强调腐殖质

常规农业强调施氮肥, 而氮肥却并不促进腐殖质的生长。在有机农业体制中, 硝酸盐是通过腐殖质的缓慢分解而取得的。

1. 腐殖质的形成

腐殖质是一种颜色浅黑的聚合物, 它能把土壤变

成熟土。在把含氮的粪便或生物遗体施加在土壤中时，由于土壤中微生物的作用，它们会经水解和氧化而分解，因而激发土壤的微生物植物区系 (soil microbial flora)*的繁殖。这一相互作用产生了大量微生物细胞，这些细胞一旦死亡，就同其它物质结合，形成腐殖质³。

2. 腐殖质决定土壤的肥化

腐殖质的含量决定土壤的多孔性。孔隙的作用首先在于它能吸收大量（与土壤重量相比）的水份，这对薄地及无法灌溉的旱地是极其重要的。土壤的孔隙蓄存氧气，从而影响作物利用养分的效率。在自然环境中，肥化循环 (fertilization cycle) 中最缓慢的一步是硝酸盐在土壤所含的水份中释出，只有这样才能为根所吸收。这一过程所需要的能量由根的生物氧化而获得。生物氧化需要氧气。只有多孔的土壤才能蓄存足够的空气以供应氧气。因此，土壤多孔性、含氧量以及作物摄取养分之效率，都与土壤腐殖质含量有关。这是一种自身增强的循环 (self-reinforcing cycle)，因为茂盛的作物生长会把无机养分再转变为有机物质，而有机物又通过微生物的作用而变成腐殖质⁴。

3. 氮肥带来的危害

虽然氮肥刺激作物生长，但并不促进土壤中腐殖质的生成。使用化肥的强化耕作使得中西部土壤中的有机质含量在上一世纪降低了50%⁵。阿拉哈巴德 (Allahabad) 大学的土壤化学家达尔 (N·R·Dhar) 最近评论道：

“我确信，氮肥的应用破坏了土壤中的腐殖质，毁灭了美国的农地。如果没有土壤腐殖质及有机物质，农业是不可能持久的……”⁶。

两种耕作方法对土壤有机质含量的影响

在未开垦的土壤中，有机质的含量保持平衡，其损失，主要是CO₂的损耗，为来自有机残余的碳增加所平衡。但作为种植与耕作等农业活动却总在打破这一平衡，并严重地降低有机质的含量。

1. 有壁犁和凿形犁

有壁犁 (moldboard plow) 是常规农场耕地最常用的工具。其优点在快速和易于破土以培好苗床，曾被誉对文明的最大贡献。但是，这种犁，特别是用重型拖拉机拖拉的新型有壁犁，有几个严重缺点。它打乱了土壤的纵向结构，把土壤下部细菌最活跃土层翻到了地表，而把地表的有机物翻到深部很少有细菌的生土内。这样细菌就无法和有机物起作用以分解成腐殖质。这种犁还产生一“犁底层” (Plow sole Layer)，该层底部土壤板结，透不过水，串不过根，

甚至再次犁地都发生困难。

与多数常规农场相反，有机农业农民使用凿形犁 (chisel plow) 和圆盘农具 (disc implement)。这种凿形犁犁地象是一组弯曲的手指从土中穿过。耙齿穿透土壤并使之混合，将作物残茬留在富含微生物的土壤上层。由于耙齿间距很宽并相当尖，因此并不形成犁底层。使用凿形犁能获得较好的耕土层，能保持更多的水分 (保墒)，保持容易耕作的土壤质地。配合以适当管理，包括轮作和补充含有机质的天然肥料，有机农业可以把对土壤的破坏减为最小。

耕作方法的确对土壤中有有机质的含量起决定性的作用。已有资料报道，一些地方经过40~50年耕作，土壤中有有机物含量就下降到处女地的20%至60%，其主要原因即采用了有壁犁。而有机农民所喜欢用的凿形犁和圆盘农具就没有这种严重的破坏性。

2. 连作与轮作

常规农场喜欢连作，而有机农场则喜欢轮作。豆料作物轮作，连用绿肥或覆盖作物，是有机农业体制的主要组成部份（在干旱地区可能例外，在那里可施大量粪肥以代替豆料作物轮作）。用草和豆料作物与谷类轮作，可在很大程度上补充土壤中的有机质，对土壤中有有机质含量的增大发生巨大作用。表1为1950年以来对密苏里州圣波恩 (san born) 田野研究的结果，表明了作物轮作与土壤有机质之间的关系。在英国的长期研究也有类似的结论。包括草和豆料作物的轮作可以消除或减缓由于连续种植（连作）所引起的土壤有机质的减少。1938年美国农业部年鉴《土壤和人》 (soils and Man) 中说，这种有机质是“我们最重要的国家资源”，没有它，土地的活力是不可能维持的

表 1 土壤有机质含量与作物轮作的关系

种植次序 (未施粪肥)	土壤有机质含量
连续耕作 (连作)	百分数
玉米	1.45
小麦	3.40
燕麦	4.08
梯牧草	4.68
轮作	
三年	
玉米、小麦、红三叶草	3.31
四年	
玉米、燕麦、小麦、红三叶草	3.74
六年	
玉米、燕麦、小麦、红三叶草、梯牧草	3.83
处女地 (草与树木混合)	

来源：美国农业部《有机耕作报告和介绍》，1980年，31页。
注：原始数据（用百分比表示）乘17，转换成百分有机质含量。

* 译注：土壤微生物植物区系是指土壤中的微生物群与植物群（根系）相互依赖和相互作用所形成的区域性体系及其相互作用的关系。

3. 其它影响土壤有机质含量的因素

影响土壤有机质含量的另一重要因素是所施有机废物和作物残余的种类、数量和次数。对保持高含量有机质而言,粪肥、垃圾软泥和其它有机废物较商用化肥要好得多。

我曾到内布拉斯加州访问过迪尔·艾克隆(Del Akerlund)的有机作业,他说:

“有机农艺的关键在于保持土壤中有有机物质的正常含量。采用化学肥料和农药时,我们从土壤分析结果中发现,土地中有有机物质的含量下降到了平均只有1.5%。现在,经过长期的有机耕作,施加多种(包括进口的)有机粪肥,将作物残茬就地翻埋腐化,我们已把土壤中有有机质含量提高到7%。这相当于过去的4倍。我们的农场没有灌溉,而周围的农场都有灌溉。大家简直不能相信我们的庄稼会在干旱之年长得和周围的一样好”。

土壤生物—微生物的价值

有机质促进微生物增殖·微生物所带来的好处

大量的有机质可以促进微生物的繁殖。每英亩培养得很好的土地可包含多达11美吨的生物,包括蚯蚓、昆虫、细菌、真菌、线虫和放线菌。在最好的条件下,每英亩刚犁过的土层中可以有4美吨以上的微生物。这些微生物在土壤中的活动产生了很多好处:分解作物残茬、使它与土壤混合形成腐殖质并使土地疏松透气,促进土壤有机质的矿化和合成以及氮的硝酸盐化,固氮,固定作物不需要的矿物质成份,形成刺激作物生长的有机物质,稳定土壤结构,减少来自土壤的植物病害等。

常规农田每英亩土地只有2吨的生物含量,它损失了9吨土壤生物可能带来的好处。

氮肥对土壤生物—微生物的危害

微生物减少的主要原因是使用氮肥。氮肥通常是以无水氨的形式施用的。氨与人接触会引起冻伤(由于挥发快而制冷)和严重烧伤(由于脱水),与眼接触可以致盲。人吸入氨会导致死亡。因而使用氨时必须严格按照操作规程。但是,很少有人注意到,施于每英亩玉米地的氨量足以杀死数量高达几吨的土壤生物。农药对于微生物区系(micro flora)也会产生类似的效应。

1. 氮肥绝灭蚯蚓,间接抑制土壤发育

氮肥会影响蚯蚓的生长,减少其蜕化的次数。有一个例子:通过灌溉系统施用无水氨时,几分钟内就有数千条蚯蚓爬出地面,随后死去。由此可见,经常使用氮肥会使蚯蚓绝灭。迪尔·艾克隆告诉我一个故

事:

“有一次,正逢久旱后大雨,我们在回家的路上遇到成百成千的蚯蚓,大大小小,象枯枝一样布满路面。原来,公路两边是我们有机耕作的苜蓿地,地里的雨水来不及排泄,蚯蚓为避免淹死,爬到公路上来了。有趣的是公路的另一段,一条蚯蚓也没有,两者界限分明,原来那两边是常规耕作的玉米地”。

蚯蚓的活动可以显著改善土壤的结构、排水性和透气性,它对于把有机质变成腐殖质的各个阶段都有重要作用。因此,使用氮肥会抑制土壤的发育。

2. 氮肥也严重地抑制固氮细菌

在自然环境中,作物在生长过程中需要氮时,会使从大气中摄取并固定氮的细菌活跃起来。这些细菌只需靠轮作和其它必要的土壤耕作(soul husbandry)即可繁殖起来。可是,作为氮肥的氨则严重地抑制这种细菌正常的固氮作用。更有甚者,当土壤中存在硝酸盐时,作物的生长就不再激发固氮细菌活跃起来。不少研究所的实验结果表明,当有无机氮存在时,细菌的固氮活动即告停止。若连续大量使用合成氮肥,则完全有可能使固氮细菌或者变成非固氮态的,或者干脆死掉。不论哪种情形,经常使用无机氮肥必将显著减少固氮细菌的数量,使农民更依赖合成化肥,并且难以立即转回到天然肥源。

水土保持和环境—生态保护的迫切性

连作·水土流失·耗竭地力

轮作·水土保持·保持地力

有机农业体制的另一个好处是减少土壤的侵蚀(即水土流失)。有机耕作农民经常用其耕地的25%到40%种植牧草,如豆科作物和草;而常规耕作农民却经常连续种植玉米或大豆这类粮食作物。减少连续种植粮食作物的面积比例可以大大降低对土壤的侵蚀。表2表明,在同样的耕作方法下,轮种25%到60%牧草时,每年地力消耗仅为连续种庄稼时的三分之一到八分之一。有些作物秸秆残余较少,如马铃薯、青贮玉米及大多数蔬菜,在收获之后,继之种一种覆盖作物,可以使土壤侵蚀减少一半。

大多数有机耕作农民已改用凿形犁和圆盘农具,若与轮作结合,将能更好地控制水土流失。这样所产生的有机质及其它有益的土壤质地,使更多的水渗入和贮存起来,从而减少径流。美国农业部的通用地力方程估计:土壤有机质增加1%,即从3%增至4%,地力损耗将减少10%¹¹。同一报告指出,当中西部农民采用凿形犁和圆盘农具,由于耕作方法的变化,土壤侵蚀即下降了75%。

减少水土流失有助于长期保持土壤的生产能力并大幅度降低地表水的污染。因为径流使农田土壤包括其中氮、磷甚至微生物流失并淤积他处而污染地面水。

表2 轮作和耕作对地力损耗的影响

轮作	C因子*
玉米	0.35
玉米—大豆	.43
玉米—玉米—玉米—小麦—牧草—牧草	.14
玉米—玉米—玉米—小麦—牧草	.12
玉米—玉米—小麦—牧草—牧草	.087
玉米—小麦—牧草	.055
牧草	.044

* C因子是一般地力损耗方程中的植被和经营因子，为某一特定植被和经营面积上的地力损耗与同一面积休耕地的地力损耗之比。表中所列数字与某一地点的地力损耗成比例。

资料来源：美国农业部：《有机耕作报告和介绍》，1980年，第60页。

采用牧草及覆盖作物轮作，可减少这种养分的淋失。斯图尔特（stewart）等发现，玉米——小麦——三叶草轮作可以把氮和磷的流失降低到单种玉米时的 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{6}$ ¹²。玉米和黑麦草间作则可把径流降低50%，把氮和磷的流失量减少到1/40。

环境生态保护，施氮肥带来 环境生态问题

由于强调腐殖质作为养分的来源，有机农业大幅度降低了未为植物所吸收而存于土壤中的氮和磷的量。常规农业中，由于忽视腐殖质的作用，降低了植物摄取养分的效率，农民为了保持原来的生产水平，必须施更多的化肥。而且，因为目前技术尚不能确定庄稼所需化肥的确切数量，他们常常施得比实际需要的多。在伊利诺斯州——美国玉米和大豆最大的产地——无机氮肥的施用量1945年不到1万吨，1966年增到60万吨。尽管化肥施用量增加了6倍半，但每英亩产量只提高了77%¹³。大量施氮肥是很浪费的，其中三分之二根本未被庄稼吸收。¹⁴从该州水源勘查数据可以看出，1950年到1965年间，氮肥用量增加5倍，排灌农田的河流水位显著增高。

1. 氮肥造成饮水污染，危及人体

氮肥在土壤水分中形成硝酸盐。硝酸盐本身对人体似乎并无害处，但人体内的某种大肠菌可将其转化为亚硝酸盐。亚硝酸盐有毒，它将血液中的血红蛋白转化为氧化型血红蛋白，阻止血液输送氧。这时于婴儿比对成人更为严重，而且饮用含硝酸盐的水的妇女哺乳的婴儿也有此现象。中毒婴儿全身发紫，甚至窒息而亡。盖尔普林（Gelprin）发现，生于硝酸盐水平高的月份（4、5、6月）之女婴的死亡率为0.55%，而在硝酸盐水平低的月份仅为0.25%。盖尔普林总结

如下：

“有证据表明：如在那些国家中所找到的水源那样，水中硝酸盐含量高，则会增高女婴之幼年死亡率。”¹⁵

其它耕作密集地区也有类似的经验。加利福尼亚州公共卫生部的环境工程局调查发现，南加州各县的800口水井中，1960年88口井的硝酸盐含量超过了极限——45ppm，还有188口井达到该水平的一半。其它地区，如衣阿华州和得克萨斯州硝酸盐含量也相当高。

2. 氮肥造成水域“富营养化作用”污染

硝酸盐过多不仅可能危害人的健康，还产生水质的富营养化作用（eutrophication）。例如加州的中央谷（Central Valley）地区，大量氮肥经圣华京河（San Joaquin River）排泄，在流经旧金山湾区三角洲时，沉积了大量硝酸盐。过量的硝酸盐、磷酸盐及城市垃圾使湾内水域营养过分富集，使水藻过度滋长。死水藻释放的大量有机物质，超过了正常的生物净化能力。水很快缺氧，导致水生动物（如鱼类）的大量死亡。恶臭弥漫了邻近地区。

有机农业可以大大减少过量施氮肥所产生的问题。在伊利诺州的道格拉斯（Douglas）县，曾对有机耕作农场和常规耕作农场进行了比较。比较结果是：3月份，常规耕作玉米地中以硝酸盐形式存在的氮为12.1ppm，大豆地为8.9ppm；而有机耕作玉米地为4.6ppm。5月份常规耕作玉米地为26.6ppm，大豆地为10.9ppm；而有机耕作地仍只有4.6ppm¹⁷。

3. 氮肥威胁臭氧层，增加皮癌

另一个潜在但更严重的问题是化学氮肥可能威胁到臭氧层。当土壤中含硝酸盐时，厌氧菌（anaerobes）不用氧呼吸而用硝酸盐，它把CO和N₂释放大气中。米歇尔·麦克埃尔罗伊（Michael McElroy）认为，由于大量施用氮肥而释放出来的这些化合物会与起保护作用的臭氧层作用而降低其密度。这将导致地球上生物过程的灾难性后果，例如会增加皮肤癌发病率和危及食物供应。

4. 氮肥降低植物抗病虫害的能力

过度施用氮肥也会降低植物抗病虫害的能力，包括抗锈病、霉腐病、小寄生虫病和蝉螨的能力¹⁹。近来欧洲对昆虫的研究证实了此观点。法国国立农业研究所前所长弗朗西克·夏布索（Francis Chabousou）指出：“化肥使植物发生生理变化，其后果是使作物对害虫来说更为多汁好吃”²⁰。求助于杀虫剂，实际上加剧了某些虫害的为害，例如蝉螨。夏布索指出：“杀虫剂改变了植物的生理，使之在营养上更害害虫之意，因此比未喷洒杀虫剂时害虫能更大规模地繁殖。”

* 译注：指农田渗水保墒性降低，径流严重。

* 译注：指导致水域中营养物质过于富集而缺氧的自然或人为过程。

与此相应，有机耕作农民采用轮作和生物防治虫害。美国农业部最近的一个调查认为，这足以控制虫害。当然，有些有机耕作农民（约占16%）也使用合成农药，但主要是有选择地用来控制流行性传染或特定的虫害蔓延，而且使用时控制喷洒面积。这比常规耕作农民70%使用农药要少多了。

两种耕作方法的产量和经济比较

一般认为现在美国的农业体制之成为世界上最丰产的体制，是因为使用化肥、农药等化学品以及机械化。但是，事实证明，多数作物有机耕作的产量可与常规耕作基本相当甚至超过。有机耕作无法与常规耕作相比的唯一作物是玉米；但在干旱年份，由于腐殖质保墒能力好，有机耕作农民实际上比常规耕作农民干得更好。

产 量 调 查

罗伯茨（Roberts）等人于1973~1976年间在“玉米带（Corn Belt）”进行了一项对比研究，分析有机农业与常规农业的经济效益。研究中，他们把有机耕作的现场数据与美国农业部的常规耕作数据进行了比较²¹摘要如表3。

表3 1979~1976年西部玉米带有机农业与常规农业作物的平均产量

作物	常规农业 ¹		有机农业 ²	
	(蒲式耳/英亩)	(市斤/市亩)	(蒲式耳/英亩)	(市斤/市亩)
玉米	78	660	75	635
大豆	28	254	32	290
燕麦	47	342	64	465
小麦	34	308	34	308

¹ 统计报告报道的五州平均产量。
² 基于1973~1976年生产的权重平均产量。

罗伯茨从他们的数据中得出如下结论：

- (1) 玉米的产量，有机耕作和常规耕作之间不存在显著差别；
- (2) 大豆产量，两者不相上下；
- (3) 燕麦产量，有机比常规耕作高得多；
- (4) 小麦产量，两者相当。

不平等的竞争

虽然有机耕作产量一般与常规农业不相上下，但由于常规农业所种物几乎全是赚钱较多的玉米和大

豆，所以每英亩收入较多。克莱珀（Klepper）等对比研究了玉米带内14个有机耕作农场及相应的14个常规耕作农场，发现有机耕作产量略低于常规耕作，但成本比后者低很多，因此两者的净利相近²²。

克莱珀等人的研究提出了一些有意义的问题。首先，作者是从有机农业与常规农业相比没有了不起的好处的假设出发的，并采取了相应的一套方法。农业推广机构为常规耕作农民推荐了最佳的经营品种和规模，而有机耕作农民却没有此条件。因此实际上，研究是把一般水平的有机耕作作业与最佳的常规作业相比较。其次，农业推广站工作人员根本不知道有机耕作农场。有理由假设：常规耕作农场得到政府研究和推广站所提供的技术支持，而有机耕作农民则必须靠自己研究。如果有机耕作农民能得到研究和推广站的支持，则经济效益将会大大提高。

这事实对用片面数据分析两种耕作方法的相对成效提出一个严峻的问题。常规农场目前的高效水准是由于：政府每年拨款数亿元专门从事化学方法的研究；政府通过各种政策人为地把化肥和农药价格保持在低水平；广泛宣传了有关常规耕作的知识。与此相反，二次世界大战以来，政府机构几乎从未研究过有机耕作方法。商业机构也总是刁难有机耕作农民。虽然常规耕作的农产品质量已下降，而有机耕作农产品质量高，但有机耕作农民却从未得到应有的补偿。另外，在计算经济效益时，还有一些外在因素未曾考虑。如果考虑这些因素，或政府通过适当政策加以补偿，则可能在很多情况下，有机耕作将成为一种更有效的方法。

研究与发展

新近由美国科学院赞助进行的一系列研究曾批评美国农业部和授地系统*（Land-grant system）缺少基本研究和应用研究，建议从增加固氮，改变植物遗传物质来提高农产品质量，还建议研究如何减少使用农药和耗能高的耕作作业（energy-intensive practice）。这些建议，特别是增加固氮及光合作用研究，正好符合有机耕作农民的利益。在好年景，玉米需要更多的氮肥，因而产量上有机耕作不能与常规耕作相匹敌。如果能研究出提高土壤中细菌固氮能力的方法，则可以抵销使用化肥的相对好处。同样，提高与玉米轮种作物的光合能力或固氮能力，也可减少对氮肥的需要。

公私研究机构忽视生物肥料、生物控制虫害和提高能源利用率，这也不利于降低有机耕作（相对于常规耕作）的成本。生物方法有很大的商业潜力，但尚缺乏适当的专利来保护，而且由于目前市场小，不利于与化学方法竞争。如果政府通过适当政策来补偿这些市场上的不利条件，有机农业会比常规农业更有利

译注：美国各州均设有农学院——农业研究发展中心——农业推广站，负责各州的农业教育、研究、推广。这个系统是根据十九世纪时国会通过的授地法案由国家授与土地而办起来，故称授地系统。

可图。

营 养 价 值

市场上难以度量的一个因素是食物质量上的差别。舒潘 (Shupan) 对有机耕作与常规耕作所生产的粮食进行了12年研究之后发现, 有机耕作生产的粮食含有更多可为人摄取的蛋白质、丙种维生素, 以及钾、磷、铁等主要养分, 许多情况下要高出50%。纤维含量也相对高些。对人有害的钠及亚硝酸盐含量则很低。舒潘的结论是: “毫无疑问, 消费者可以从有机耕作作物中得到更高的生物学价值。”²⁴

饲 用 价 值

有机耕作的另一个优点是所生产的谷物是较好的饲料。现在, 农民需给小猪补铁, 给生猪补钙, 因为常规耕作的谷物缺少这些养分。普菲弗 (Pfeiffer) 发现, 有机耕作饲料饲养的母鸡下蛋更快, 更多, 孵化率更高, 且破碎较少。²⁵ 鲍尔弗 (Balfour) 对乳牛研究了30年发现, 用化学肥料生产的谷物喂养的牛群虽然吃得更多, 但产奶少。用有机耕作的饲料来喂牛, 每磅饲料能多生产44%牛奶, 每头牛能多产10%的奶。²⁶ 再者, 当农民使用有机耕作的饲料时, 牲畜较健康, 降低了死亡率和兽医开支。

质 量 和 利 润

大家都知道, 经济效益与利润有关, 但质量在商品的市场价格上只起很小作用。美国农业部勘查过的农场三分之二通过正规渠道销售其农产品, 只有30%的产品明确地作为有机农产品销售。²⁸ 如果有有机耕作农民的收益是他们所生产谷物的真正食用或饲用价值, 那么他们从事有机农业生产的劲头就会更足。

能源消耗和价格的影响

关于相对经济效益, 我们讨论的最后一个问题是能源。历史上美国通过价格控制来鼓励使用能源, 这就使得大量耗能的耕作方法扩大。如前指出, 一旦农场采用常规耕作法后, 就很难在短期内回到有机耕作法。因此, 对常规耕作农场, 能源短缺是一种灾难性的打击, 能源价格上涨必将减少其总收入。洛克莱兹 (Lockretz) 等人的结论是: 有机耕作农民生产玉米的能源效率为常规农场的3倍, 而生产大豆则为1.6倍。²⁹ 以上研究是在1979年能源价格上涨一倍前进行的。能源价格上涨更有利于有机耕作法。1980年常规耕作农民的生产成本提高了20%, 主要是由于能源价格的提高。³⁰ 考虑到未来能源价格的提高, 有机耕作法更为有利。

对有机耕作法所提出的异议答辩

以上所有考虑均表明, 有机耕作是常规耕作的一

种合理的取代方法。但对在全国范围内采用有机耕作法则有着相当多的异议。许多情况下所提异议并无道理。

有机耕作并非复古

美国农业部有一种说法: “为维持今日农业生产水平, 需6,100万匹马和骡, 3,100万名农场工人。这些骡马从那里来? 现在美国只有300万匹骡马, 400万工人在农场上工作。所获2,700万工人只能从工业劳动力中抽调。”³¹

这纯粹是误解。有机耕作农民并不采用1918年的技术。几乎所有有机耕作农民都采用现代技术, 而不依仗骡马。有的甚至使用如种子移植器和腐殖质酯化器等先进技术设备, 而常规耕作农民尚不熟悉这些技术。通过使用现代机械, 有机耕作既不需要增加那么多劳动力, 也用不着增加骡马。

饿死人 错误的假设和不合理的根据

有些人与有机耕作方法论战时使用了恐吓战术。艾尔·布兹 (Earl Butz) 说: “在回到有机耕作农业以前, 我们这个国家中的某些人必须裁减, 那500万美国人应该挨饿或饿死。”

这个说法以有机耕作倒退到1918年所用技术为假设, 是可以料到的。我们已讨论过此假设与现实不符。另一部分则根据这样一个实验: 把种子掷在一块土地上, 单施以粪肥, 然后拿这样的收成与常规农业作物的最好收成进行单产比较。后一方法的收成尽管多5倍也并不奇怪, 而前者也并不代表美国现行的有机耕作法。前面讨论的生产水平表明: 有机耕作法可与常规方法相匹敌。

逐步转变不会减产

有人耽心所有常规农场立即转产会造成减产。实际上如果突然转变, 产量的确会有所降低。这对于让更多农场采用有机耕作法确实是一个阻力, 因为一个农民为农场多付150美元或多买些化肥, 不会有多大风险, 因而他宁愿继续大量施化肥。但韦尼克 (Wernick) 和洛克莱兹的调查发现, 在转变之际, 只有18%的农民净收入有所降低, 60%没有变化, 另外22%则不定。³² 如果在转变前, 先增加土壤中的有机质, 并逐渐采用有机耕作的其它方法, 则可以大大避免这种减产。再者, 如今联邦政府为了防止一些农产品过剩而常常支付现款给农民以减少播种面积。如果这笔钱用来鼓励农民改变他们的耕作习惯, 并把先前不播种的土地拿回来生产, 岂不一举两得。比较理想的是逐步转变, 例如先转变四分之一。

中耕除草的劳力和报酬

另一反对意见是: 有机耕作法需增加大豆中耕除

草的劳力（玉米、燕麦和小麦所需劳力实际可以减少）虽然作物的多种经营，对工时的要求稍有增加，但作物循环的不同阶段对劳力的需求比较均匀，可以更有效地利利用劳力。衣阿华州一位有机耕作农民克拉伦斯·范·桑特（Clarence van Sant）说，他雇佣儿童而不用除草剂去伺候他的大豆田，虽然工作、工资增加了，但节省了化学药剂的开支，两者相抵，控制杂草的费用反而减少了。

缺乏磷肥和钾肥的问题

缺乏磷和钾是有机耕作农业的一个问题。虽然二次世界大战以来，由于大量施用化肥，土壤中磷和钾的含量足够5~10年的耕作。不过，洛克莱兹对中西部14个有机耕作农场的研究发现，每英亩土地平均需补充12磅磷和11磅钾，否则会影响长期的生产率。因此，采用有机耕作时，可以有限制地使用化学钾、磷肥。有机耕作农民并不是绝对不能用化学肥料，但同时要加强研制有机代用品。事实上对土壤微生物最有害的是化学氮肥，化学钾、磷肥不那么严重。为收到最大利益，有机耕作农业完全可以施化肥以克服土壤中钾、磷缺乏的问题。

事实上这也不能一概而定。对于有的作物，如蔬菜，或在缺乏有机垃圾和肥料，以及受土壤、气候条件限制的地方，有机耕作的经济效益并不理想。在这些情况下，只能要求在经济合理的限度内，尽可能采用有机耕作的某些方法（轮作、有机氮肥），同时采用化学制品，但必须强调研究生物性替代品。

结 语

从根本上来说，问题不在于使用化学制品，而在于盲目地广泛使用而不考虑其对环境、生态和人类的危害。另一方面实际存在着可以避免这些危害的，更好的方法。如果联邦政府的政策和各州的农业研究、教育、推广系统能够采取措施，鼓励有机农业耕作方法的研究与发展，我们就可以极大地减少现今农业耕作体制的弊端，而同时保持美国农业的高度生产率和现有的优点。

参 考 文 献

1. Albrecht, W., *The Albrecht Papers*, Raytown, Missouri; Acres, USA, Ed. Charles Walters, Jr. P.V.
2. U.S.D.A. Study Team on Organic Farming, *Report and Recommendations on Organic Farming*, Government Printing Office, Washington D.C., July, 1980, p.9
3. Commoner, B., "A Scientist Defines Organic Fertilizer," *Organic Farming: Yesterday's & Tomorrow's Agriculture*, Emmaus, Pennsylvania; Rodale Press, 1977, pp. 172-3
- Commoner, B., *The Closing Circle: Man, Nature, and Technology*, New York; Alfred A. Knopf, 1971, p.24-5

5. perelman, M. "Forming with petroleum" in *Change in Rural America: Causes, Consequences, & Alternatives*, St. Louis; C.U. Mosby Co., eds. Rockfeld, Flora, Voth, Fujimoto & Converse, 1978, p. 48
6. Goldstein, J., "An Issue of the Day", *Organic Agriculture*, opcit, p. 211
7. USDA, opcit, p. 31
8. ibid. p. 31
9. personal interview, August 1980
10. Commoner, opcit, 1971, p. 152
11. USDA, opcit, p. 61
12. Stewart, B. A., D. A. Woolhiser, W. H. Wischmeier, J. H. Caro, and M. Friere, *Control of Water Pollution from Cropland; Volume II*, Washington D. C.; USDA and EPA, p. 73
13. Commoner, op cit, 1971, p. 149-50
14. Logsdon, G., "What Balanced Fertility Really Means," *Organic Agriculture*, opcit, p. 156
15. Commoner, opcit, p. 93
16. Commoner, "Can We Survive?" in *Change in Rural America*, opcit p. 100
17. Berry, W., *The Unsettling of America: Culture and Agriculture*, New York; Avon publishers, 1977 p. 116
18. McElroy, M., quoted in Goldstein, opcit, p. 209
19. Shupan, "Effects of the Application of Inorganic and Organic Manures on the Market Quality and on the Biological Value of Agricultural Products," *Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles* vol. 21, no. 4, 1972.
20. quoted in Zwerdling, D., "Curbing the Chemical Fix," *The Progressive*, vol. 42, no. 12, December, 1979, p. 22
21. Roberts, K. P. Wainken, K. Scheeberger, "The economics of Organic Crop Production in the Western Cornbelt," *Agricultural Economics Paper No. 1979-6*, Department of Agricultural Economics, University of Missouri, Columbia, 1979.
22. Klepper, R., W. Lockeretz, B. Commoner, M. Gertler S. Fast, D. O. Leary and R. Blobaum, "Economic Performance and energy intensiveness on organic and conventional farms in the Corn Belt: A Preliminary Comparison," *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 49, no. 1, 1977, p. 10
23. National Research Council National Academy of Sciences, *World Food and Nutrition Study: Enhancement of Food Production for the United States*, Washington, D. C., N. A. S.,
24. Schupan, "Nutritional Value of Crops as Influenced by Organic and Inorganic Fertilizer Treatments," *Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles*, vol. 23, no. 4, 1974.
25. Pfeiffer, E., *Bio-dynamic Farming and Gardening*, New York; Anthroposophic Press, 1938.
26. Balfour, E., *The Living Soil and the Haughley Experiment*, London; Faber and Faber, 1975.
27. Logsdon, G., "Ten Years Ahead of His Time", *Organic Agriculture*, opcit, p. 58-9
28. USDA, opcit, p. 17

- C. 关心____坏名声的
D. 特性____检验
E. 陈词滥调____羡慕
28. 大多数成年人有一定程度的____,使他们自己在____社会制度下适于被雇用。
A. 免疫力____数量
B. 严峻____一套
C. 经验____不同
D. 适应性____种种
E. 手腕____过剩
29. 可贵的艺术决不是____经验,它永远____观察者和艺术家主动交换思想感情。
A. 可预见的____激发
B. 标准的____浸泡
C. 易被忘记的____指明
D. 被动的____包含
E. 偶然发生的____使用
30. 要求移民作出推翻美国宪法的保证,这种预防措施似乎暗示放置炸弹的____将____说谎。
A. 共产党人____肯定
B. 革命者____怀疑的
C. 外国人____减轻
D. 无政府主义者____不可能
E. 科学家____认识

下列各题由两个互相关联的单词或短语组成。各题下面有五对单词或短语,挑选其中最相似地表达与原先的一对所表达的关系的一对单词或短语。

例题

- YAWN 打呵欠; BOREDOM 厌烦
A. dream 梦; sleep 睡
B. anger 怒; madness 疯狂
C. smile 微笑; amusement 乐趣
D. face 脸; expression 表情
E. impatience 急躁; rebellion 反抗

31. CEDAR 雪松; WOOD 树林
A. textile 纺织品; silk 丝
B. copper 铜; metal 金属
C. porcelain 瓷; dish 盘
D. lace 花边; dress 服装
E. clay 粘土; brick 砖
32. WHEEL 轮; BALANCED 平衡
A. guitar 六弦琴; tuned 调音
B. nail 铁钉; rusted 生锈
C. automobile 汽车; driven 驾驶
D. distance 距离; measured 测量
E. piano 钢琴; played 演奏
33. LUNG 肺; AIR 空气
A. heart 心; vein 血管
B. animal 动物; fur 皮
C. root 根; soil 土壤
D. robin 知更鸟; worm 虫
E. gill 鳃; water 水
34. TREPIDATION 惊惶; TREMBLING 哆嗦
A. luminescence 发光; perceiving 看见
B. recollection 记忆; remembering 记起
C. intoxication 醉酒; drinking 喝

- D. lamentation 悲伤; wailing 恸哭
E. sonority 洪亮; hearing 听见
35. CHARLATAN 骗子; DECEIVE 欺骗
A. mendicant 乞丐; beg 乞求
B. descendant 后裔; relive 复活
C. advocate 辩护者; deny 否认
D. participant 参与者; carouse 痛恨
E. conqueror 征服者; arm 武装
36. EUPHONIC 声音悦耳的; LISTENER 听者
A. conspicuous 惹人注目的; witness 证人
B. melodramatic 感情夸张的; actor 演员
C. studious 勤学的; pupil 学生
D. prosaic 乏味的; reader 读者
E. savory 美味可口的; diner 就餐者
37. AFFECTATION 装模作样; GENUINE 真诚的
A. accident 意外之事; premeditated 预先思考的
B. praise 赞扬; complimentary 赞美的
C. declaration 宣言; corroborated 确证的
D. invention 发明; creative 创造性的
E. portrait 肖像; distorted 扭曲的
38. IMMENSE 广大的; LARGE 巨大的
A. calm 平静的; clear 清澈的
B. searing 干枯的; quick 迅速的
C. glaring 耀眼的; bright 明亮的
D. piercing 刺穿的; mild 温柔的
E. savage 野蛮的; cautious 谨慎的
39. INVENTORY 存货; SUPPLIES 供应
A. vocabulary 词汇; volumes 卷
B. vote 选举; members 成员
C. outline 轮廓; novel 小说
D. census 人口普查; population 人口
E. catalogue 目录; sales 销售
40. IMPREGNABLE 坚不可摧的; AGGRESSION 侵略
A. imperfect 不完美的; revision 修正
B. invincible 战无不胜的; defense 防御
C. inequitable 不公正的; criticism 批评
D. indivisible 不可分割的; separation 分离
E. immutable 不可改变的; preservation 保存

· 上接 47 页 ·

29. Klepper et al, in *Report and Recommendations on Organic Farming*, opcit, p. 50
30. Henry Schacht, "Farm Productions Costs Up 20 Percent," *S.F. Chronicle*, Feb. 23, 1981, p. 55
31. U.S.D.A., reprinted in *Agricultural and Environmental Relationships; Issues and Priorities*, Report prepared for the Subcommittee on Natural Resources and Environment of the Committee on Science and Technology, and the Subcommittee on Conservation and Credit of the Committee on Agriculture, U. S. House of Representatives, 96th Congress, 1979, p. 253
32. Wernick, S., and W. Lockeretz, in *Agricultural and Environmental Quality*, House Committee on Agriculture, 96th congr, July 25, 1979, p. 27
33. Klepper et al, opcit, p. 25