

杂种：农业生物多样性与中国农业的发展

□ 文 / 曾雄生



一、中国农业发展所面临的主要问题

中国是世界农业的起源地之一，拥有上万年的历史。中国农业取得了伟大的成就，养活了世界上最多的人口。同时哺育了灿烂的中华文化。也给世界文明做出了巨大的贡献。历史事实不可争辩地说明，这是一种可持续的农业。但中国农业的问题至今依然没有解决。靠什么吃饭？谁来养活中国？一直就是个问题。毫无疑问，问题的关键在于耕地。2008年年底，中国有人口132802万，居世界第一；耕地面积18.25亿亩左右，居世界第4位；人均耕地面积仅为1.37亩（不足0.1公顷），是世界平

均水平的1/3。此外，农业在很大程度上还没有摆脱自然的控制，靠天吃饭的命运没有改变，水土流失、地力下降、耕地面积减少更如雪上加霜，而人口增长、城市化进程加速，在挤占农田的同时，也给农业带来更大的压力。冰冻三尺，非一日之寒。今天的农业实践是数千年经验的结晶，今天农业所面临问题在历史上都曾经不同程度的存在。在思考农业未来的同时，回头看看走过的路，或许可以得到某种启发。

(1) 耕地不足

土地是农业生产最基本的生产资料。受生产力发展水平、自然条件、农业结构、土地供应和人口增长等诸

多因素的影响,中国历史上很早就存在耕地不足的情况。

(见附录一)殷商时期(约前17世纪—前11世纪),生产力水平很低,局部地区就已出现了相对耕地不足的问题。甲骨文中就有“垦牧”的记载,意思是将牧场开垦为农田。春秋战国以后,到处提倡“垦草”“治莱”,牧地被开垦成农田,使得一些地方出现“无所刍牧牛马之地”。春秋(公元前770—前476年)战国(公元前475—前221年)时期,中国形成了以五谷、桑麻、六畜为主体的农业结构。五谷和桑麻在大多数情况下都是以分作的形式出现,从中国古代的情况来看,一般为100:20,这种农业结构比农牧结合需要更多的土地,也是导致中国耕地紧张的重要原因。耕地不足也跟自然条件与人口数量有关。中国幅员辽阔,但可耕地面积却很少,仅占全世界可耕地面积的7%。人口不断增长,致使人均耕地面积下降。而适应人口增长所进行的房屋、城市和交通等的建设,乃至人死之后的土葬,又要占用大量的土地。城市建设与农业生产在用地上的矛盾在2000多年前的战国时期已经出现,而土葬“侵田”所引发的压力,也至少在1000年前的宋代开始出现。人口所导致的土地紧张也因财产继承而加剧。诸子均分的财产继承制度,使土地趋于零碎化,条块分割,面积狭小而分散,不但不便于耕作,同时条块间的边界(田埂),也要占用一定的土地,加剧了土地的紧张状况。凡此种种,中国不仅在商周时代已感受到耕地的不足,到唐宋时期,人地矛盾似乎达到了极限,“四海无闲田,农夫犹饿死”,“田尽而地,地尽而山,山乡细民,必求垦佃,犹胜不稼”,一些地方已出现通过溺婴等“不举子”方式,人为控制人口的现象。到清中期,人满为患的现象已十分突出,“人多之害,山顶已殖黍稷,江中已有洲田,苗洞已开深簔,犹不足养,天地之力穷矣”。

(2) 地力下降

在耕地不足的同时,传统农业同时还面临着地力下降问题。因为通过垦辟来扩大耕地面积总是有限的,唯一的办法就是希望能以有限的土地生产出尽可能多的产品,即提高单位面积产量,以满足日益增长的需求。但是,过度地使用土地,必然导致地力下降,土地收益的减少。中国传统农业对于谷物种植的依赖,也限制了畜牧的发展,甚至导致畜牧业的萎缩,而农业所依赖的粪肥也相应减少,这也是地力下降的原因之一。

中国历史上确实发生过地力下降的情况。早在先秦时期就有“土敝则草木不长,气衰则生物不遂”的说法。

土地不时地被撂荒,不是因为人口的短缺,而是因为年成不好,地力耗尽。汉文帝(公元前202年—公元前157年)统治时期号称盛世,实际上由地力下降所导致的农业衰退非常明显。在连续几年减产之后,文帝下发的一则诏书中提到,耕地面积没有减少,人口也没有增加,人均耕地比以前还多,但食物却严重不足。宋朝有人发现“凡田土种三五年其力已乏”。地力下降的速度似有加速之势。不同于水旱等“明灾”所致的农业歉收,地力下降引发的农业减产短期内不易被察觉,故称之为“暗荒invisible famine”,中国最为富庶的江南地区就一直存在有所谓“暗荒”的说法,其最突出的表现就是单位面积产量递减。

人口增长,耕地不足,地力下降,还导致了周期性的社会动荡。中国历史上几乎所有的朝代在连续若干年短暂的丰收之后,由于人口过剩,都会经历饥荒和内乱。繁荣时期,人口增长到一定的程度,每个人不再有充足的食物,骚乱和反抗开始。经过内战屠杀,人口再次回到正常的可以维持的数量。

(3) 劳动力不足

中国历来人口众多何以会出现劳动力不足的情况?这与农业结构有关。种植业比畜牧业需要更多的劳动力,农桑结合(特别是水稻与蚕桑的结合)所需要的劳动力比农牧结合要多得多。加之中国传统农业所采用的精耕细作方式,对劳动力的需要远远超出了理论的估计,因此就出现了劳动力不足的问题,多子多福也就自然成了中国农民的追求,这种追求导致了中国人口的增加。而随着人口的增加,对衣食的需求也要增加,进一步加剧了耕地的不足,恶性循环的结果必然导致畜牧业和林业的进一步萎缩。

劳动力不足在一些特定的季节表现尤为突出。农业生产有明显的季节性,这种季节性表现在对于劳动力的需求上也会出现季节性的特点,一些季节出现相对劳力过剩,但在收、种季节又感到人手不足。如四月的江南既要采桑养蚕,又要整田插秧,所以诗中有“乡村四月闲人少,才了蚕桑又插田”的说法。五月的北方也是如此,既要养蚕,又要收麦,还要给秋熟的作物中耕除草,最为“忙并”,其中麦收最为紧迫,古语云:“收麦如救火”,如果稍有迟慢,遇有阴雨,会损失将到手的收成,也影响秋粮作物的中耕除草。因此有诗说“田家少闲月,五月人倍忙”。在劳动力不足的时候,“小到七岁的孩子,老到8旬的老母,半岁的小驴和39岁的老牛,男女老少

齐上阵。”中国历史上劳动力区域间的流动也因此而产生。

劳动力不足和耕地不足看似一对矛盾。这主要是由于中国人口的长期过剩和劳动力的短期不足引发的。由于短期的不足和长期的过剩，也就使得改进工具，提高效率的动力下降乃至失去，故而使中国的传统农具在数千年的时间里很少进步。

中国传统农业的发展还同时面临着劳动力素质低下、畜力不足等因素。

(4) 天灾人祸

中国被称为灾荒的国度。水旱风雹之灾，鸟兽病虫害之害，时有发生，有时甚至是数灾并至。相传尧有九年之水，汤有七年之旱。据中国最早的编年体史书《春秋》记载，二百四十二年记载大丰收的年份只有二年，其他年份不是有水旱之灾，就是有虫害之害。在中国诸多自然灾害中，南水北旱对农业发展的恶劣影响尤其严重。

(见附录二)另外，中国传统农业的发展还面临着许多社会和人为的不利因素。农民收入微薄，苛征暴敛和政策失误也导致农业生产难以为继。1959-1961年所发生的大饥荒，导致数以千万人口的死亡，就被归咎为“三分天灾七分人祸”。

诸多的因素交织在一起，大大地制约着中国传统农业的发展。虽然说中国农业以7%的世界耕地养活了22%的世界人口，但只是解决了温饱而已。为了弥补生产的不足，有时甚至还要通过采集和狩猎的方式来满足生活所需。二千多年前的经济学家李悝对当时农户的收支状况做过计算，得出结论是人不敷出。挣扎在贫困线上的中国农民始终在为温饱而奋斗，这种状况在数千年的时间里并没有得到多大的改善。即便是在富庶的江南情况似也好不到哪里去。微薄的收入，如果遇上天灾人祸，必然使农民负担更加沉重，生产和生活难以为继，有时引发农民起义，导致改朝换代。

二、生物多样性与中国农业的过去

尽管中国农业的发展面临着许多困难，但在成千上万的历史中，中国农业毕竟是以有限的耕地，养活了世界最多的人口，以农业为基础的中华文明也是世界上唯一没有中断、绵延五千年的古老文明。以雄辩的事实证明中国农业是可以持续的农业。

中国传统农业在应对其所面临的诸多挑战方面，积累了丰富的经验，也取得了巨大的成就。古人以“粪多力勤”来总结农业成功的经验，今人则多以“精耕细作”

来概括传统农业的特点。二者的共同点在于强调人对于土地的干预，但往往忽视了农业生物在其中所起的作用。实际上，在农业生产中，土地与生物是分不开的。对土地干预的目标是为了生物。《吕氏春秋·审时》说：“夫稼，为之者人也，生之者地也，养之者天也。”稼，代表农业生物，它不止是生产的对象，同时也参与了生产的过程。植物学家和遗传学家瓦维洛夫指出，“如果把栽培植物以外，中国用作粮食的许多野生植物也考虑在内，我们就可更好地了解，几亿人民是如何地依靠他们的土地过日子”。

虽然生物多样性(Biodiversity)是晚近提出的一个概念，指生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和。它包括遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性及景观多样性。将这一概念套用到农业中来，它应该包括栽培植物和饲养动物品种的多样性、农业动物和植物的多样性，以及农业生态类型的多样性。在粪多力勤、精耕细作之外，保持农业生物的多样性，也是中国传统农业在应对耕地不足、人口压力、土地退化、自然灾害等困境时所采取的重要措施之一。

(1) 生物多样性与土地利用

由于中国农业至少在三千多年前的商周时期就开始感到耕地不足的压力，扩大耕地面积成为发展农业的当务之急，最直接的方法便是改变土地的自然属性，使其尽可能地适应作物的生长需要。于是出现了多种土地利用方式，诸如区田、围田(圩田)、梯田、架田(薮田)、沙田、涂田、淤田、砂田等，使原本不适合于作物生长的土地都种上了庄稼，成功地扩大了耕地面积。

《汉书·食货志》给农业的定义是“辟土殖谷曰农”。辟土只是手段，殖谷才是目的。扩大耕地面积最终是为了生产人类所需要的产品。由于土地性质不同，地势高下有别，虽然通过人工干预，可以部分地得以改变，但还必须借助相适宜的作物种类或品种，才能使扩大耕地面积的目的得以真正实现。自有农业以来，“相地之宜”，因土种植，即已成为人们经营土地的一个原则。它要求人们根据土地的不同性质燥湿、肥磽、高下等，种植不同的作物或品种。即便是采用相同耕作方法的农田，其所种植的作物也不尽相同。据《汜胜之书》等书的记载，在区田上试种的作物就包括：麦、大豆、荏、胡麻、粟、稻、瓜、瓠、芋等。《齐民要术》给出这样的原则：“良田宜种晚，薄田宜种早”，“山田种强苗”，“泽田种弱苗”。晚、早、强、弱，就是对不同作物及品种的一



种分类。书中还具体提到“黑地、微带下地”种“糙种”，“高壤白地”种禾黍一类。

中国幅员辽阔，东西南北自然条件差异很大，即使是在一个相对较小的区域，气候、土壤等也有较大的区别。古人在经营农业时所谓的“地势之宜”不仅包括要依据地势的不同特点，进行土地的规划和改造，也包括选用不同的物种，进行“因土种植”。比如，易旱的高田，除开凿陂塘外，也需要耐旱且生育期短的所谓“早稻”品种来配套。“高田早稻，自种至收，不过五六月，其间旱干不过灌溉四五次，此可力致其常稔也。”宋真宗时，占城稻的引进便是出于此种目的。易涝的低田，筑堤作圩之外，也需要黄稻、观音柳、丈水红、乌口稻等品种，这些品种耐水性强，生育期也短，“黄绿谷自下种至收割，不过六七十日，亦以避水溢之患也”；乌口稻可“备潦余补种”。海滨涂田，“初种水稗斥卤既尽可为稼田”，但还要配合上如咸稻、大塞、乌芒稻、咸水允稻等能够在卤田咸水中生长的品种。山区冷水田，除了“宜骨灰蘸秧根，石灰淹苗足”，还需有“耐水与寒”的“冷水谷”、“乌口稻”等适应品种。明清时期，山地和滩涂的开发利用，也是和玉米、番薯的引进推广同步进行的。几乎可以说，任何土地的开垦都必须有相应的作物或作物品种，才能真正实现开垦的意义。不同的作物，甚至是同一作物的不同品种在土地的开发利用中发挥着不同的作用。

农业生物多样性是土地利用的一个基本要求。多样

化的土地利用方式和多样性的作物及作物品种相辅相成。有时，只要有适当的作物种类或品种，在不对土地做更多加工的情况下，就可以达到扩大生产面积的目的。“丘陵、阪险不生五谷者，树以竹木。”（《淮南子 主术训》）即便是那些“阜劳之地，不任耕稼”、“不宜五谷”或“下田停水之处，不得五谷者”或“山阜之曲”等，通过种枣、榆、柳、柞（橡）等，使土地得到充分的利用。比如，柞木不仅可以充当木材，“橡子俭岁可食以为饭，丰年牧猪食之可以致肥也。”明末徐光启提倡利用荒山隙地种植乌桕、女贞等经济林木，制造照明燃料，减少麻、菽、荏、菜等常规油料作物的种植面积，腾出更多的土地用于生产粮食。

因土种植的原则，并不过分地强调为了使自然环境适应于某一类作物的生长而对环境做出千篇一律而又劳民伤财的改造。某种意义上来说，这也是土地零碎化的原因之一。农业生物的多样性也在克服土地零碎化所带来的负面作用方面发挥作用，并在一定程度上，保护了自然环境。分割田块的田埂，因为有田滕豆等作物的种植而减少了土地的浪费，弥补了田埂对耕地的占用。

就水面利用而言，虽然架田这种人造耕地的方式可以使水面种上水稻、蔬菜等作物，但这种利用方式由于需要投入较大，成本居高，可能只占到水面很小的一部分，更多的水面还是被直接用来种植水生植物如莲、菱、菰、芡等。养鱼也是一种主要的选择，其重要性在江南的局部地区有时甚至凌驾于水稻种植之上。这种以生物多样性适应自然环境多样性的土地利用方法，不仅节省民力，也保护了生态的多样性、物种的多样性。也因此才会有如汉代司马迁在《史记·货殖列传》中所提到的，“陆地牧马二百蹄，牛蹄角千，千足羊，泽中千足彘，水居千石鱼陂，山居千章之材。”因地制宜，因土种植，保持农业生物的多样性、生态系统的多样性和景观的多样性，是中国土地利用的一条基本经验。

（2）提高土地利用率的两种方式

由于耕地面积的扩大受到自然条件的限制，迫使中国传统农业采用集约经营方式，提高单位面积产量，以有限的耕地生产出尽可能多的农产品。自战国时期李悝提出“尽地力”以来，提高单位面积产量就成为土地利用的主流。经济学家帕金斯（D. H. Perkins）说：“14世纪到19世纪的中国，人口和粮食产量估计增加近五倍，到了20世纪中期又增加了近50%。所增加的产量中，只有近一半是由扩大耕种面积得到的，另外一半则是因

为主要粮食的单位面积产量翻了一番”。土地的深层次利用主要是通过改变耕作制度，实行多熟种植，乃至种植和养殖相结合等方式来实现，而保持生物的多样性就是其中的关键。

一是多熟种植

商周之后，耕地不足的压力已经呈现，不定期撩荒和定期轮荒为连种所取代。在此基础上从秦汉到明清又通过混作 (mixed cropping)、间作 (Inter-cropping)、连作 (continuous cropping)、轮作 (rotation) 等方式，尽可能地使原来一年只能种一茬庄稼的土地，种上二茬、三茬，甚至更多茬的作物。达到“一岁数收”，甚至“二年十三收”。土地利用率高达百分之百，甚至百分之二百、三百。日本学者熊代幸雄说过：“中国农法的特征是在施肥的基础上，形成了连续种植谷物的农业技术体系。它不仅提高了土地利用效率，也为开展多熟种植创造了前提。由于用人力中耕而使耕耘趋向于集约化。追肥也随着推行到谷物的种植上，此外还因采用间、混作和移栽，就使土地利用达到了相当高度，从而能最大限度地有效利用空间”。

多熟制除了少数情况是同一种作物的不同品种的连作之外，如双季稻，更多的情况下是不同作物之间的轮作、复种，或间作、套种。据《齐民要术》(533-544) 记载，和粟轮作的作物就包括有：绿豆、小豆、麻、黍、胡麻、芡菁、大豆等；和黍稷轮作的有大豆、粟；和麦轮作的有豆、蔓菁；和小豆、黍轮作的有瓜。特别值得注意的是轮作中麦类作物的引入，由于它们的存在，使得原本冬季空闲的农田得到了利用，不仅是为夏季青黄不接时提供粮食，也为早春的牛羊提供青饲料。

农业生物多样性的存在为不同生物间的组合，充分利用土地，形成新的生态系统，提供了有利的条件，而不同生物组合所形成的新的农业生态系统，其产生的生态经济效益，远远大于单一物种的简单相加。如，槐下种麻，不仅可以收效麻，且有利于提高槐木的质量。“槐下种麻。胁槐令长。三年正月，移而植之，亭亭条直，千百若一。所谓‘蓬生麻中，不扶自直。’若随宜取栽，非直长迟，树亦曲恶。”同样的作法也用于黄粟与豆间的间作，黄粟行间“种豆，使之二物争长，又可使直而不曲”。利用谷楮和麻子混播，为楮苗作暖，帮助安全



越冬。桑下或竹阴地种茶,使畏日的茶树得到庇护,也因此“茶未成,开四面不妨种雄麻、黍、稷等”;作物的种类越丰富,组合的方式越灵活,所获得的效益也就越高。在“二年十三收”的例子中所涉及的作物就达到菠菜、白萝卜、大蒜、小蓝、谷、小麦等六种之多。这对提高土地的利用率,缓解耕地紧张状况起到重要的作用。

最典型的例子还要数桑间种植。农桑结合的农业结构是导致中国耕地紧张的重要原因之一,如何减少桑树种植对于粮田的占用,是缓解耕地紧张的一个重要方面。古人主要是从两个方面来着手,一是尽可能地利用零碎的空地种桑,如“环庐树桑”,即利用房前屋后的空隙地种植桑树;二是可能在桑间种植作物,以尽可能地使桑田中长出粮食,前提是不影响桑树生长,甚至是有益桑树的生长。《汜胜之书》(公元前32—公元前7年)首创桑黍混作。《务本新书》(1273年以前)认为,桑黍混作可为桑树提供良好的生长环境,对黍也有好处,“椹藉黍力,易为生发,又遮日色”,农家有“桑发黍,黍发桑”的说法。《齐民要术》(533—544)提出,在紧靠桑树底下种禾豆“不失地利,田又调熟”。《农桑辑要》(1273)将桑间种植的作物扩展到绿豆、黑豆、芝麻、瓜、芋等,认为此法可使“桑郁茂,明年叶增二、三分。”《陈农书》(1149)提出桑下栽苎,“因粪苎,桑亦获肥益矣,是两得之也。桑根植深,苎根植浅,并不相妨,而利倍差。”明清时期桑间种植继续得到发展。种植的种类已发展到花生、红薯、棉花、芝麻、小豆、绿豆、瓜、蒺、大麦、小麦、豌豆、胡豆、菜子等几十种,特别是桑间种豆,遍及两浙。通过树农间作可以在种植经济树木的场地,有计划地间作一年生农作物,以达到培肥土壤,收获粮食,减少杂草,或其他的目的。在实践中,古人也发现有些作物,如谷子(粟)、秫(高粱)等不宜与桑树间作。

二是种养结合

虽然,中国的畜牧业不及西方发达,但中国人还是尽可能地利用现有土地进行动物和植物的双重生产,以尽可能地满足人口的需求。在古人看来,种植和养殖,即动物生产和植物生产,有时并不是截然分开,养鱼也称为“种鱼”。从这个意义上来说,种养结合也是多熟种植之一种。中国拥有世界上最发达的淡水渔业,产量是其他国家的总和,这与中国的土地利用方式有关。最典型的的就是利用稻田养鱼,它不仅可以提高土地利用率,

同时兼有除草、灭虫及肥田的作用。在稻田养鱼的基础上,又出现了粮、桑(果)、鱼、畜综合经营,立体化生产的循环农业模式:圩外养鱼,圩上植桑,圩内种稻,又以桑叶饲羊,羊粪壅桑,或以大田作物的副产品或废脚料饲畜禽,畜禽粪作肥料或饲鱼,塘泥肥田种禾等。池塘除养鱼之外,还会种植莲藕、菱角、菰米、芡实(鸡头米)等水生植物,即便是塘中所养家鱼也通过合理的组合,以提高鱼塘产量。如草鱼、鲢鱼混养,“草鱼食草,鲢则食草鱼之矢,鲢食矢而近其尾,则草鱼畏痒而游……鲢草两相逐而易肥”。稻田养鱼出现于汉代,稻田养鸭、养鹅可追溯到宋代,而桑基鱼塘等也在宋代出现,在明清时期得到了较快的发展。多层次的种植和养殖结合,实现土地的综合利用、立体利用和循环利用,极大地提高了土地的利用率。

(3) 生物多样性与地力常新

把用地和养地结合起来,使地力经常保持新壮,是中国传统农业的一个突出成就。中国人自感到耕地不足的商周时代,就开始通过施肥的方式来维持并增进地力。到了战国以后,“多粪肥田”已成为“农夫众庶之事”。宋代《陈农书》更提出“地力常新壮”的杰出思想。“粪多力勤”成为夺取农业丰收的法宝,而开辟肥源成为维持地力的关键,有些做法已广受肯定至今仍然值得借鉴。比如,城市居民的生活废物包括人粪垃圾等亦毫无例外地返回乡间农田。这种做法不仅解决了城市垃圾污染环境等公共卫生问题,同时变废为宝,解决了农业生产肥料不足的问题,实现城乡循环利用。

但在这一过程中,古人也做出了种种努力通过农业生物的多样性来维护地力。不同作物和作物品种的生长发育对于土壤肥料元素种类、数量要求各有不同。因此,品种的轮换种植,作物的轮作、间作及套种,甚至是种植和养殖的结合是充分利用土壤肥力,维持地力,发挥作物及品种增产潜力,达到增产的重要途径。农村一直流传有“换种强下肥”、“肥田不如换种”的说法。稻农发现,早稻田改栽晚稻,头二三年,不必施肥,就可以获得好的收成。在实践中更形成了“每年换种”的做法,如今年种,明年此田当种糯,不可年年种一色。

在换种种的过程中,古人发现,有些作物非常适合于轮作、套种和间作。如《齐民要术》中所记载的谷与绿豆轮作;明代江南地区的棉稻轮作;清代河北无极县农民的谷菜同畛等,此类做法不仅可以控制草害、病虫害,更可以提高土壤肥力。古人还发现,有些作物对

于地力的恢复有良好的作用，而成为专门的绿肥作物。其中具有固氮作用的豆科植物诸如绿豆、小豆、苕草一类的肥田作用最受肯定。近代以后随着玉米种植在华北的普及，绿豆就永远与玉米合种，成语叫做绿豆棒子，两者相得益彰。同样具有固氮作用的绿萍也引起了人们的注意，稻田蓄萍，不仅可以抑制杂草，还可以肥田。美国的农史学家格拉斯(N. S. B. Gras)说过：“中国给农业历史学家一种极有意思的情况，……他把两种以上的作物同时种在一起，他把田地结结实实地种满，使他的农场像鱼鳞一般……那是聪明的耕种制度，使这个国家不致枯竭”。

古人还通过选用耐瘠的品种来应对地力下降，发现有些作物及品种对土壤肥力的要求不高，适合在相对贫瘠的土壤中种植。“白土薄地，不宜五谷者，惟宜榆及白杨。”清代云南顺宁府有一水稻品种“细谷”，“瘠土山田多种”。清福建建阳县的白衣禾、赤壳禾“俱瘠田可种”。崇安县也有一品种因“宜瘦田，曰瘦田倒。”传统高秆品种都有不需要肥料的特点。耐瘠作物或品种的存在，使得即便是出现土地退化，也同样可以取得一定的收成。

种植与养殖的结合也是保持地力常新的重要手段，动物粪便是中国传统农家肥料的主要来源。中国传统的畜牧业很大程度上是为种植提供肥料而存在的，因此，尽管中国采取了主谷式的农业道路，但还是尽其所能地为畜牧业保留一点空间，这在养猪上表现得尤为明显。养猪的目的不是单纯地提供肉食，而是通过养猪等将农作物的一些副产品（比如，稻草、麸糠）和生活中所产生的一些垃圾（比如，剩饭、剩菜）转化为肥料，用于粮食生产，形成猪多、肥多，粮也多的良性循环。因此，养猪和种田是紧密结合在一起的，种田养猪成了第一要紧的事，“种田不养猪，秀才不读书”，“养猪不赚钱，回头望望田”。除此之外，稻田养鱼、养鸭，茶园养鸡等，都可以为稻田、茶园等提供肥料。许多种养结合的例子都具有这种功能。反过来，种植也可对养殖带来益处。浙江湖州一带，种菱与养鱼及种藕轮换。因种菱养鱼以后，水底的泥肥沃了，改种一年莲藕，可以不施肥而有2000公斤的亩产量。如果不轮换种藕，塘泥太肥沃，鱼会因缺氧而死亡。

(4) 生物多样性与灾害防治

为了确保农业稳定发展，中国古代农业采取了许多技术措施以应对自然灾害。除了兴修水利以防洪抗旱等

之外，人们还从土地利用方式和耕作栽培措施入手，在为作物提供良好的生长环境的同时，也把应对各种灾害当作重点：区田着眼于抗旱夺高产，柜田立足于排涝保丰收，代田能起到“耐风与旱”的效果，亲田可以培肥地力，而保持生物多样性则是灾害防治的一项重要措施。“种谷必杂五种，以备灾害”，就是对这项措施的经典概括。

杂种（有时又称“参植”、“兼种”、“扩种”）是一种古老的传统。它有两种方式，一是同一块田里的混合栽培，一是插花田式的因土种植。在原始农业阶段，种植的主流是混合栽培，即把许多作物播种在同一块田里。由于不同的作物对于自然条件的适应性不同，而自然条件又处于不断的变化之中，因此，人们总是采用“杂种”的方式，尽可能地使种植的作物种类多样化，这样即使一种作物（由于虫害等原因）受灾，还有其它作物弥补，甚至其余作物可能反而获得更多的生长空间。所以不存在严重的灾害问题。杂种是应对自然灾害，确保粮食稳产，农业持续稳定发展而采取的措施。插花田式的因土种植，如高田种粟、坡地种麦、低田种稻，使性质不同的土壤都可以生产出为人所需要的产品，从整体上加强了应对灾害的能力。

旱地农业较水田农业更为脆弱。“种谷必杂五种，以备灾害”，最初主要是针对北方旱地农业提出来的。所谓“五种”也主要指的是黍、稷、麻、麦、豆等旱地作物。也因为旱地作物，杂种（特别是混播）起来就更为容易一些。不过杂种的作法后来也传到了以水稻种植为主的南方，同时水稻也加入到北方杂种的行列。宋初，本着“参植以防旱”的古训，曾“诏江南、两浙、荆湖、岭南、福建诸州长吏，劝民益种诸谷，民乏粟、麦、黍、豆种者，于淮北州郡给之。江北诸州，亦令就水广种粳稻，并免其租。”宋代南方的小麦和北方的水稻种植面积都得到了长足的发展。南方一度出现“竞种春稼（小麦），极目不减淮北”的盛况。稻作农业最为发达的“吴中之民，开荒垦洼，种粳稻，又种菜麦麻豆，耕无废圩，刈无遗陇。”在南方，小麦等的产量肯定不如水稻，何以要挤出部分土地来种植小麦呢？除了有些地方适宜小麦而不宜水稻之外，抗灾保收是扩种小麦等作物的重要原因。

事实上，每种作物及其品种的抗逆性都是不同的。杂种可以应对各种环境条件下的种植需要。粟，具有耐旱、耐瘠薄等特性，因而在北方旱地原始栽培情况下占有特别重要的地位。黍，具有粟一样的特性，且更耐寒，

是北方高寒地区原始农业的首选作物。菽(大豆),具有耐水旱、不择地而生,“保岁易为”的特点,战国时,菽、粟并称,居五谷、九谷之首。麦的耐寒能力较强,秋种夏收,可以安全越冬,解决春种、秋收所致的青黄不接,这也是麦子在历史上被广泛看好的重要原因。麦的耐旱性不如粟、黍等北方旱地作物,但强于稻。因此,当稻因干旱等原因歉收时,种植麦子则成了最好的选择。稻具有较强的耐水性,适合于在低洼多水的地区种植。就北方而言,即便是旱稻,其耐水涝的能力也要胜过北方其它的旱地作物,因此,凡“下田停水处”,不宜禾、豆、麦等,便选择种稻。

杂种除五种(五谷)之外,还包括麻、稗、高粱,以及后来的多种粮食作物。这些作物都因具有不同的抗灾害能力而受到重视。“胡麻,六畜不食;麻子头,则科大”,所以“凡五谷地近道者,多为六畜所犯,宜种胡麻、麻子以避之。”“稗既堪水旱,种无不熟之时,又特滋茂盛,易生芜秽。良田亩得二三十斛。宜种之备凶年。”高粱“经旱经涝不怕冻”或“担旱担涝不怕冷”,是北方(特别是东北一带)最主要的粮食作物之一。甘薯有“风雨不能侵损”、“凶岁不能灾”、“虫蝗无所奈何”等十三项优点,被称为“杂植中第一品”。玉米不单是高产,耐旱能力较强也是它的一个优点,这就更使它特别在干旱的北方受到农民的欢迎。芋是自古以来有名的救荒的食物,它可以对付“水、旱、风、虫、霜、雹之灾”,《务本新书》也说到它是“虫蝗不能伤”。荞麦生长期短,春夏秋三季都可以种,而且耐旱,特别是遇到别的作物中途受了灾,随时补种一茬荞麦可免一无所获,这对于个体小农来说不无小补。

有些作物同时具有多种抗逆性,如大豆、高粱、玉米、甘薯之类,也有多种作物具有同一的抗逆性。这使得古人在应对某种自然灾害时有更广阔的选择。甚至可以多管齐下。蝗虫是中国历史上最主要的害虫,古人发现有些作物不大受蝗虫的侵害,选种适当的作物,是捕杀之外,对付蝗虫的最主要的办法之一。宋代发现蝗虫不食的作物有豆,元代发现蝗虫不食的作物还有芋、桑、水中菱、芡,明代发现蝗虫不食的作物有豆、豌豆、豇豆、大麻、苘麻、芝麻、薯蓣。“凡此诸种,农家宜兼种以备不虞。”

一切有利于防灾救灾的物种都在杂种之列。《齐民要术》对稗、芋、芡、杏、枣、桑椹、橡子、菱(菱)等的救饥作用很重视,强调可以种植、采集、收藏这些东西以备荒。《农政全书 凡例》有言:“谷以百者,



所以别地宜,防水旱也。”“蔬,所以助饔飧,御凶谨也。五果,所以备笱豆,辅时气也。故次百谷。”江南水乡,除了利用水面架田种稻之外,还大量地利用水面种植莲藕、菱角、菰米、芡实(鸡头米)等水生植物,即便是遭遇了“稽天巨浸”,依然有“菱芡芙蕖犹覆于湖面”。

古人更多的是选用不同抗逆性的品种来应对自然灾害。最通常的做法还是选用不同抗性的品种,做有针对性的种植。《齐民要术·种谷第三》所载的粟品种中就有:耐旱,免虫的14种;耐风,免雀暴的24种;耐水的14种。水稻品种上这种情况就更为普遍。

宋代以后,稻米已成为半数以上中国人的主食,水稻的稳产高产成为保障粮食安全的关键。而利用水稻自身的特点来应对各种自然灾害,是耕作栽培之外,保障水稻稳产高产的关键。生育长短不一的品种存在便与应对灾害有关。唐宋以来,甚至更早,在南方的水稻品种中便有早稻、中稻和晚稻等不同类型多种品种的存在。生育期较短的水稻品种的出现很大程度上就是为了应付水旱等自然灾害而准备的。生育期短,对水的需求量小,且可在灾前抢种,或在灾后补种,完成生产的全过程。

不同的生育期不同之外,有的稻种特别耐旱,有的特别耐涝,有的特别耐寒,有的耐盐碱,有的耐肥,有的耐瘠,有的耐肥耐水而抗倒,还有的对虫害、兽害有极强的抵抗力。耐旱方面,除了有早稻一种适应旱地种植的生态类型外。水稻中也有不少耐旱性品种。宋时引进的占城稻便是一个耐旱而早熟的水稻品种。历史上各地都有耐旱能力强的品种。如明清时期,浙江衢州就有南安早、浦棱等品种,“非自占城亦能耐旱”。江苏靖江、通州等地则有撒杀天、短箕糯等品种,“极旱不损”。

民国时期，江苏松江有而耐旱品种，取名就叫“干弗杀”。浙江德清县有品种名“旱不知”，“量丰耐旱力强”，“他如尾张糯、红壳糯、红广粳等，均可利用缺水之处栽之。”耐水方面，中国北方水稻种植很大程度上是适应水灾的需要发展而来的。大禹治水时，“令益予众庶稻，可种卑湿。”宋代以后，在圩田地区广为种植的黄 稻则是一个耐水性很强的水稻品种，它的生育期也短，可在水潦到来之前抢种，或水退之后补种。与之相类的品种在低洼易涝的地区都有分布。如长水红，又名丈水红、深水莲、深水红、一丈红、松江赤等。有些水稻除一般的耐水外，还具有耐冷水和咸水的功能。这些品种是适应山区的冷浆田和沿海涂田等的开发而发展起来的。针对风灾引起的作物倒伏，则有“铁脚撑”一类的品种，它们都有耐肥，茎秆粗壮，不易倒伏，产量高的特点。针对寒害，则有乌口稻、冷水粘一类的品种，乌品稻“耐水与寒，又谓之冷水结”。在南方一些山区，如江西、湖南、广西、云南等地多有此类品种的分布。针对山田野猪、田鼠、山猴、禽兽等为害，则有黄萌粟、

矮黄、野猪愁等水稻品种。即便是生物组合（比如稻田养鸭）中出现的某些问题也通过培育新的品种来应对。稻田养鸭可以除草治虫，但鸭有时候也会加害于即将成熟的稻谷，引发新的灾害，这也有赖水稻品种来解决。清代四川南溪县就有一种名为“鸭望糯”的水稻品种，“茎高可四尺，以鸭望而不得啄，故名。”针对海边螟为害，就种植一种绿芒的“梗杀螟”的品种。传统水稻品种多为高秆品种，茎秆高度多在1米以上，不惧杂草竞争，抗害虫。有些作物对于病虫害有特殊的抵抗能力。如红蒙，“不畏 虫”。虫为稻飞虱、叶蝉一类的害虫。乌兜粘，“土人名为秧王，植数科可避虫。”历史上广为种植的一些品种，如水稻品种中的“飞来凤”，具有抗病虫害力强的特点。古代文献对于抗病品种的记载不多，不过在云南高原农民有在麦地裹也有不同品系混种以减少病虫害的经验。

种养结合在提高土地利用率的同时，也起到灾害防治的作用。如，“菅茅之地，宜纵牛羊践之，践则根浮。”“买鲩鱼子散水田内，一、二年后，鱼儿长大，食草根



并尽，既为熟田，又收鱼利。乃种稻，且无稗草，乃齐民之上术。”“螾螟害稼，鸭可治之。田有遗穗，鸭得食之。”古人还有意识地放养害虫的天敌进行生物防治。

“交趾人以席囊贮蚁，鬻于市者，其窠如薄絮囊，皆连枝叶，蚁在其中，并窠而卖。蚁赤黄色，大于常蚁，南方柑树若无此蚁，则其实皆为群所伤，无复一完者。”

古人在发挥不同生物组合的抗灾害能力的同时，还发现某些生物相克(Allelopathy)现象。如芝麻会对周围的一些杂草产生抑制作用，香稻会影响周围的水稻生长。在生产实践中，除了必要的回避之外，还有将这一发现用于杂草和害虫控制。芝麻被广泛地用作先锋作物，用于开荒，以控制杂草。也用于与大豆套种，用以避虫。古人发现，圃中种百部，百虫不生。清代福建、江西、广东、湖南、浙江等省广泛采用烟茎治螟。

(5) 生物的多样性与劳动力不足

生物的多样性也是应付劳动力不足、调整农事安排的需要。由于传统农业中的劳动力不足呈现出季节性的特点，因此，通过合理安排生产期不同的作物和品种，

可以很大程度上调节不同季节对劳动力的需要，使农事活动依次均匀展开。从《陈农书·六种之宜篇》中对不同农作物或品种播种收获所作的安排来看，从正月到十月都有农事活动，所涉及的作物种类有：麻、粟、早麻、豆、晚油麻、萝卜、菘菜、麦等。通过不同的作物组合，可以使农事安排得井井有条，使土地、气候及人力、物力得到充分的利用，从而实现“相继以生成，相资以利用，种无虚日，收无虚月”，同时可防止集中播种和收获等所引起的劳力紧张。《补农书》提到各种不同的水稻品种，“所宜对平均种，以便次第收斫，不致忙促。”如果没有早晚的次第，必然会导致某个时段劳动力的过度紧张，而某个时段过后，又出现大量劳动力的富余。

不同作物或品种间的间作或套种也是调节劳力，解决季节矛盾，充分利用地力的一种好办法。如，间作稻，早稻秧和晚稻秧同时插下，早稻收割后，晚稻才开始快速生长，这样可以省去分两次整地、两次插秧的人力。套种在前作未收获时，即在前作行里套种后作，等前作收获，后作便可以快速生长。明代《农政全书》中便提



到采用麦棉套种, 错开农忙时间, 解决生产季节劳动力紧张的问题。

但生物多样性在调节劳动力需求的同时, 也在总量上加大了对劳动力的需求。

三、传统农业对生物多样性的维护

生物多样性是人类赖以生存和持续发展的物质基础。人类最初便是利用采集和狩猎各种生物资源的方式生存。农业发展之后, 采集狩猎并没有完全消失, 它仍然是一种利用自然资源的重要手段。明代朱在《救荒本草》一书中就记载了414种可以食用充饥的野生植物。野生动植物一直是传统农业社会中食物的重要来源之一。利用和保护野生动植物是中国传统农业保持生物多样性的一个重要方面。它克服了人类对于某些动、植物资源的过分依赖所导致的加速消失或畸形发展。

一粥一饭, 当思来处不易; 半丝半缕, 恒念物力维艰。对于生物资源的珍惜, 使古人总是将各种资源用到极致以减少浪费。即便是微如草芥, 贱同粪土, 也把它当作一种资源来加以利用。今人看来, 杂草之所以为杂草, 是因为无用胜过有用便为杂草。但古人看来, 有用无用并不可绝对分开。“寸有所长”, “小道也有可观”。经过一定的处理, 杂草“可以粪田畴, 可以美土强”。古人有“惜如惜金”之说。草粪是中国传统农业最主要的肥源之一。杂草也是养殖业主要的饲料来源之一, 至今, 仍然有“猪吃百样草, 看你找不找”的农谚。牛粪不仅是肥料的重要来源, 也是重要的燃料之一。

传统农业虽然也把粮食的高产和优质作为主攻目标, 但粮食决不是惟一的目的。北方农村有句谚语说: “吃的烧的, 都得顾到喽, 人吃的, 马喂的, 都得顾到”。换言之, 传统农业的产量概念和今天不尽相同, 古人在进行农业生产时, 把满足自身包括温饱在内的各种需要当作目标, 因此, 粮食作物的产量, 不仅仅是粮食的本身, 而在于所有能满足人类需要的各部分的总和。一些作物品种的存在除了其本身的高产和优质之外, 还有其它方面的原因, 如一些谷子品种广受欢迎, 如簪子黄, 高产外, 秸秆畜口极爱吃也是原因之一。稻的主产品为稻米, 但稻的其他部分, 如稻草、谷壳等用途也很大, 可以为燃料, 饲料, 然后又转化成肥料, 它还可以是原料和材料, 用于编鞋, 索绸, 房屋建筑等。畜产品也是如此, 养猪的价值不仅在于肉食, 也在于肥料, “养猪不挣钱, 回头望望田。”牛粪在充当肥料之前, 还可以作燃料。

多重利用、循环利用的结果, 突破了单一作物产量的概念, 大大提高了作物的经济系数。传统农业中, 经济系数(harvest index, 或曰收获指数)更接近于生物产量。

这种产量观, 使每一种生物都得到尊重, 这是传统农业中保持生物多样性的根源。生物多样性在古人看来, 不仅是让各种生物都得到生长, 而且是生物的每一部分都得到充分的利用, 只有当生物得到充分利用, 才能得到充分的保护。《菜根谭》所谓“善用者生机, 不善用者杀机”。稗就是一个很好的例子。从粮食产量而言, 稗比不过稻, 也因此, 自战国时代开始, 农民就开始有意识地把稗草当杂草清除。但稗子仍然以其顽强的生命力, 在传统的农作物中占有一席之地, 而并没有被彻底地清除。徐光启认为, 稗的产量比不上稻谷, 但“稗秆一亩, 可当稻秆二亩, 其价亦当米一石。”徐光启显然从生物产量的角度将稗和稻作比较, 稗子的产量及食用价值虽然低于水稻, 但稗的茎秆产量是稻秆的两倍, 即生物产量高于水稻, 稗秆可作燃料出卖, 其价值也与一石米相当。考虑到两种作物的不同投入, 则稗的纯收入可能还要高一些。但经济价值只是古人在选种时考虑的因素之一。稗比稻更强的抵御自然灾害的能力, 也就是其得以长期存在的原因。

影响选种的因素还有很多。就某一作物的具体品种而言, 古人也是尽量保持其多样性, 以满足不同种植的需求。《沈氏农书》言: “稻种以早白稻为上, 只肥壅不易调停, 少壅不长, 多壅又损苗, 但喜其米粒粗硬而多饭, 所宜多种。黄稻能耐水旱, 多壅不害, 只怕霜早, 米不圆满。其余稻色好歹不同, 总无如黄白两种, 所宜对半均种, 以便次第收斫, 不致忙促。先农尝卜其吉者而多种之。”

从这段话中可以看出, 古人在考虑选择作物及品种时要考虑以下因素: 一是高产。追求高产是农业的首要目标, 但在实现这个目标的过程中, 传统农民所要考虑的因素很多。就产量而言, 不光是稻米本身的产量, 也考虑稻米的胀性程度, 煮饭后的软硬度, 以及食用后的耐饥度。二是对肥效的反应。三是对水、旱、寒的反映。四是劳动力安排。五是占卜的结果。古人通过占卜, 预测未来气候走向, 适宜种植的作物及品种, 并提前准备种子。如果预卜来年多旱, 则会有意识地多备一些耐旱性品种。但这并不是古人考虑的全部因素。实际考虑中, 还包括副产品的价值, 品质, 甚至包括药用价值等。一句话, 一切能够满足人类生产和生活需求的因素都在考



虑之列。传统农民同时准备有多个品种，对于每种品种的特性、土宜等心中有数。然后，再根据自身的需要，土壤肥料状况，以及未能可能的气象趋势，做出自己的决策。

对于生物资源的尊重，对可持续利用的追求，激发古人对于生物资源的保护。先秦文献中提出了“以时禁发”（简称“时禁”）的主张，即只允许在一定时节和一定限度内采猎野生动植物，禁止在其滋生孕育之时采猎，禁止童山竭泽。孟子认为，“苟得其养，无物不长，苟失其养，无物不消。”要求做到“数罟不入池”，“斧斤以时入山林”，只有这样才能使“鱼鳖不可胜食也”，“林木不可胜用也”。

除了采集和狩猎直接对各种生物资源加以利用之外，农业发明之后，还不断地扩大种植和养殖的对象。不断培育和发现新的有用的生物。尽可能地挖掘各种生物资源的价值和作用。中国历史上，从最高统治者到普通百姓，

都十分注重生物资源的发现与利用。相传神农尝百草，教民种植五谷。农业发明之后，人们又不断地从自然界中寻找生物资源加以利用。生物的自然变异的发生往往被视为吉祥的征兆，特别是禾谷类作物的变异，为各级政府所重视。史书中就记载了许多禾谷类作物自然变异的史实。许多农作物品种，就是在自然变异的基础上，再加上人工选择培育而成的。这些品种的发现者和育种者中，既有如御稻米的发现者康熙皇帝，也有如六十日稻（又名救公饥）的发现者孀妇，更多的是普通的农民。

人们还通过交流和引进来丰富农业生物的多样性。于是原产于西亚的小麦、苜蓿、葡萄、莴苣、菠菜、波斯枣、油橄榄、扁桃、西瓜、甜菜等，中亚的骡、驴、骆驼、天马、金桃、银桃、阿月浑子，朝鲜的果下马，越南的占城稻，朝鲜的黄粒稻，非洲、印度等地的胡麻、木棉，美洲的玉米、番薯、马铃薯、花生等相继传入了中国。而国内各地之间的引种更加频繁，西部的蜀椒引

种到了东部的青州（《齐民要术·种椒》），朝歌的大蒜种到了并州，并州的豌豆种到了并陘以东，山东谷子入壶关、上党（《齐民要术·种蒜第十九》），南方的菘落户到了北方，变成了白菜，白菜又回到了南方，成为黄芽白，历史众多以地名命名的品种便是异地引种的结果。

引种对中国农业发展产生了重大的影响。小麦成为仅次于水稻的第二大粮食作物。棉花改变了中国原有的衣着原料结构，成为“地无南北皆宜之，人无穷富皆赖之”的一种纤维作物。外来的高粱也曾在中国北方的粮食作物中占有举足轻重的地位。白菜成为大众的当家菜。新大陆作物直接影响了明清时期中国土地利用、粮食生产，乃至人口的增长。

保护与发现和培育相结合，交流与引进相补充，保持了中国传统农业生物的多样性。六世纪《齐民要术》所记载的栽培植物的种类就达90余种，每种作物又有许多不同的品种，粟类品种就有100有余，稻类品种也有30有余。而清《授时通考》中所收录的水稻品种数量更高达到了3429个，各地实际上种植的品种更是不计其数。

于此可见中国传统农业生物各类之丰富。

四、生物多样性与农业的现在和未来

（1）来自单一栽培的挑战

保持农业生物多样性是中国传统农业用以解决其自身所面临诸多问题的一把万能的钥匙。但这把钥匙本身也存在缺陷。对劳动力需要量大，不利于机械化作业，反过来导致人口过剩，劳动生产率偏低。这也是中国传统农具没有得到发展的重要原因。多样性的稳产和单一性的高产也存在一定的矛盾。为了应付人口增长的压力，古人也总是有意识地选种一些高产作物进行种植。这也就是导致单一化种植的根本原因。

今人以为，单一栽培是近代以后才出现的现象，殊不知单一栽培的趋势由来已久。农业发明之初，当时同时种植的作物可能很多，故有“百谷”之称。随后人们观察到某些作物的产量要高于其余作物，将这些作物的比重增大，就可以获得更多食物。以后慢慢集中于几种主要的谷物上，于是又有“九谷”、“八谷”、“六谷”、“五谷”、“四谷”之称。通常说的“五谷”是在春秋、



战国时期出现的。在“百谷”变为“五谷”的过程中，一些谷物纷纷退出粮食作物的行列，这就是单一栽培（或单作）的开始。《淮南子·秦族训》：“菑先稻熟，而农夫薨之者，不以小利害大获。”菑，水稗也。人们的食物来源和原先相比更主要地集中于几种作物。单一化的危害也开始呈现出来。于是在先秦时期，便形成了“种谷必杂五种”的传统。并采取了相应的措施。一是有意识地保留某些作物的种植。如，大豆、稗等。宋代更以诏令的方式要求“专种粳稻”的江南“益种诸谷”，“杂植诸谷”的江北“广种粳稻”，以效法“参植以防水旱”的古制。二是选育不同的品种。经过不断择优选良，包括自然的杂交变异和人力的精心培育，积累起大量的各式品种，适应当地的风土环境。

但单一栽培的趋势并没有停止。为了改善耕作条件，特别是适应牛耕的需要，至少自宋朝开始，就采用了平整土地的做法。平整的结果使得原本“垄峻如梯，田小如瓦”的农田，“开十数畛而通为一”，原本需要不同作物或品种，以适应十数畛农田种植需要，也为一种作物或一个品种所取代。生态景观的改变导致物种及其相应的遗传物质的改变。明清之际，单一栽培现象已很明显，对此有识之士批评道：“今北多黍稷，南仅稻，乖备种之义矣。”大豆等粮食作物退出了主食的行列，其“功用已全入蔬饵膏饌之中”。不过近代化以前，虽然存在单一栽培的趋势，但这种趋势并没有成为问题。人们通过不同生物的组合，和品种的多样性缓解了作物单一栽培的趋势。

十九世纪以后，随着资本主义的侵略，特别是二战之后的最近几十年，迅速发展的工业化和全球化，传统农业开始面临危机，自给自足的自然经济遭到破坏。市场经济对于农产品产量和成本要求，使得规模化和机械化成为经营农业的必然途径，专业化和单一化则是必然的选择。同时，依靠现代科技成积累起来的生产力，和传统农业中长期存在的富余劳动力，也为治山改水和园田化建设提供了强大的动力，导致农业生态系统单一化。如此一来，原来的生物多样性农业模式就完全被打破了。

在单一化的过程中，一些农作物的种植面积扩大了，而另一些作物的种植面积却下降了，虽然农业的总产量提高了，但却出现了结构性的短缺。大豆和高粱等种植面积的减少乃至消失便是单一化种植的产物。中国是大豆的原产地，且长时间里，大豆一直在传统农业生物组合中扮演着重要角色，其产量也曾位居世界之首，但

1950～70年代把大豆等油料作物被视为低产作物，种植面积不断缩小，下降到次于美国、巴西之后的第三位，至今每年都进口大量的大豆。2008年，中国消费掉4900万吨大豆，其中进口大豆3400万吨，占大豆总消费量的70%。在10-12年前，中国的大豆是可以自给自足的；现在中国却变成了排世界第二位的大豆进口大国。日本以进口5000万吨排在第一。另外，中国每年植物油需要进口800万吨以上。曾经是中国北方最主要的作物之一的高粱，也在上世纪70年代退出了历史舞台。

以北京地区为例，二十世纪五十年代高粱种植面积约占粮食作物总面积的10-15%，1975年达5.6万公顷（83.66万亩），占当年粮食作物总面积的9.35%。一直到1977年，面积保持在3.7-5.3万公顷（55-80万亩）之间，随后又呈下降趋势，到1995年，只有0.3万公顷（4.80万亩），仅占粮食播种面积的0.7%。同样的情况也出现在粟的种植上。1949年，北京地区共种谷7.5万公顷，占当年粮食作物种植面积15.2%。1953年谷子种植面积9.4万公顷，占当年粮食播种面积的15.7%。至1995年，全市播种面积0.4万公顷，仅占粮食作物播种面积的0.8%。在高粱和粟等萎缩的同时，小麦和玉米的种植面积却迅速飙升。1995年全市玉米播种面积20.8万公顷（311.68万亩），占粮食作物播种面积的47.9%，冬小麦播种面积17.2万公顷（258.3万亩），占当年粮食作物播种面积的39.6%。二者相加占粮食播种面积的87.5%。

单一化的趋势也在作物品种上也得到反映。以江西地区的水稻品种为例，据《天工开物》（1637）记载：“凡稻种最多。不粘者，禾曰，米曰粳。粘者，禾曰，米曰糯。南方无粘黍，酒皆糯米所为。质本粳而晚收，带粘，俗名婺源光之类，不可为酒，只可为粥者，又一种性也。凡稻谷形有长芒短芒，江南名长芒者曰刘阳早，短芒者曰吉安早，长粒尖粒圆顶扁面不一。其中米色有雪白牙黄大赤半紫杂黑不一，湿种之期，最早者春分以前，名为社种，遇天寒有冻死不生者，最迟者后于清明。”可见古代水稻品种丰富多彩，花样繁多。

进入近代，特别是现代以后，受市场经济的影响，水稻品种的类型和数量急剧减少。比如，赤米，这类品种原来在水稻栽培中占有相当的比重，尤其是晚稻和山区丘陵栽培的水稻品种。但由于其食用品质不及白米，市场价格也不及白米，所以赤米品种的栽培面积越来越小。据对同治《新建县志》（1871）的统计，注明为白米

的有 28 个,为红米的 18 个;《抚郡农产考略》(1903)所记红米 37 个,红米 8 个;据民国二十五年(1936)江西《宜春县志》的记载,原来当地的早占(稻)纯白而无红,晚稻则红白参半。由于红米销路不畅,多有易白种者。从中可以看出,红米让位于白米系源于市场的因素。在红米品种减少的同时,有芒的品种(或者长芒的品种),也因为市场等因素在减少。至今有芒的品种已不多见。

品种单一化趋势在二十世纪五十年代以后加速。1950 年代,中国各级农业科研机构组织调查收集整理农家传统品种,进行农家品种的比较试验,从中选择出优良高产的品种,进行大力推广,淘汰当地原有的低产农家品种,这项工作取得显著的成效,一些高产的农家品种得到迅速推广,粮食获得明显的增产。但农家品种数以万计,被淘汰的品种中不少其他优良性如抗病、耐旱、耐瘠、优质等基因也随之遭到淘汰。二十世纪六、七十年代,利用遗传学原理,培育出一批批以矮秆高产为主要特征的品种,取代了原有的农家高产品种。七十年代以后,杂交育种的成功和大规模推广,加速了品种单一栽培进程,农业收成过分依赖于少数高产品种,地方品种资源遭到淘汰。

单一化的趋势也影响到农家动物的饲养。传统农家一般都有一定数量的动物养殖,如孟子所谓“五母鸡,二母彘”的说法,这是对普通农户家庭动物饲养的最低要求,实际上早期农民所饲养的动物远不止此数。如唐陆龟蒙在甫里隐居时家中“有牛不减四十蹄”(不少于十头)。除了马、牛、羊、鸡、狗、猪等六畜之外,农家豢养的动物鹅、鸭、鱼等,近人曾国藩所提出的治家八字就有所谓“书、蔬、鱼、猪”,养鱼和养猪是农家生计之本。但从一个长时段来看,中国农家养畜的种类和数量总的来看是越来越少。最先消失的是牛等大型牲畜。明末江南吴郡一带的农家已很少养牛。不过从江南一些地方来看,耕牛从大多数农家消失是最近二、三十年的事情。以笔者有限的经验而言,在人民公社时代,南方农村一些地区,在二十世纪八十年代以前的人民公社时代,生产队依靠集体力量养有十多头耕牛,农户家庭每年也养有 2 至 3 头不等的猪,但在七十年代末八十年代初农村改革之后,普通农户只有数量有限的鸡还在散养,其他动物则很少饲养。

(2) 单一栽培所引发的问题

应当承认,以杂交水稻为代表的高产品种,对于粮食增产做出了巨大的贡献,但是杂交育种并不是万能的,

杂交品种的高产对于自然条件的依存度依旧很高。也就是说,杂交稻仍然面临着传统稻作同样的问题,诸如病虫害、风寒、旱涝、肥瘠等,不仅如此,单一栽培使上述问题变得更加严重,由于品种缺乏多样性,容易孳生传染病和害虫,使作物蒙受巨大的危害。比如,长期大面积种植单一水稻品种,导致优势稻瘟病菌菌群大量繁殖,而使病害流行。

传统农业通常是通过不同生物的组合来应对各种灾害,甚至变害为利,但在单一栽培的情况之下,只能通过使用农药、化肥和灌溉等来确保收成,而农药、化肥和灌溉的大量使用,在增加农民负担的同时,又会对环境和生态造成破坏,农产品的品质下降,最终危害人类的健康。这就是现代农业的通病。“现代农业危机四伏,都是单一栽培惹的祸”。

先说农民负担。传统农业中,作物品种一般都采用自家繁殖方式来取得,有时甚至是种粮不分,而现代农业中,高产品种由于技术含量很高,大部分需要从市场上购买,且价格很高。据调查,在湖南西部 161 个农户,从市场上购买稻作的为 153 户,95%,而只有 8 户采用自家繁殖种子的方式,只占 5%。新品种结出的种子不能留种使用,必须每年再从种子公司高价购买。换种的频率越高,农民的负担越大。高产品种必须要有农药、化肥与灌溉的配合,才能获得高产,所以现代农业又称之为“肥水农业”。农业生产的成本越来越高,产量却没有相应的提高,甚至渐走下坡。这是一个全球性的趋势。2006 年后,种子和肥料的价格已经翻番。结果,FAO 说谷物产量在发展中国家今年(2009)也许可能只有百分之一的增长。过渡抽取地下水,使地下水位下降,干旱趋于严重,也使灌溉费用提高。另外,农民从市场上购买种子、化肥和农药等,还存在假冒伪劣农资坑农害农的问题。此类事件时有报道。

次说环境。单一作物种植会引起土壤中某些重要营养要素的极端消耗,而与该作物的生长几乎无关紧要的要素则日渐积累,从而引起土壤肥力下降,甚至会引起土地的退化、砂化和盐碱化。“多年连作”易引起多种病虫害积累于土壤中,甚至造成“重茬地”现象。化肥施用量增加,土壤微生物日益衰竭,这都直接影响到土地营养的平衡和土地肥力的再生产。滥用杀虫剂,能为花授粉的蜜蜂和蝴蝶都死了,果树也不结果了。破坏了野生动植物资源,鱼类、蛙类灭绝,这些也曾是食物的来源之一。害虫天敌的减少,也加大的农药的依赖。化

学肥料和农药的使用量增加,导致土壤环境和作物体内的污染也增加,最后富集到人体内,直接威胁着人们的健康。

过度开采地下水最直接的后果就是地下水的水位迅速下降,使干旱趋于严重,也使得提高谷物产量的效果不可持续。由于工农业用水增加,中国北方平原区含水层自1960年代以来,已经下降了10到50米。一份世界银行的研究报告预测,如果中国不改变目前农业生产的用水方式,北方平原的地下水储量仅能维持20到40年。2009年年初的华北大干旱已经向人们敲响了警钟。所幸这次旱灾没有酿成大的粮食减产。

单一栽培导致农作物秸秆等副产品的利用率低,成为严重的公害(特别是在城市郊区)问题。过去农村中许多生产和生活用器都是以农产品为原料加工制作的,甚至有些农作物及品种是专门为此而存在的,比如高粱秸秆,是扫帚和各种器物的主要材料,水稻中的麻经糯是专门为搓绳准备的。有些则是因为燃烧价值高而受到重视。饲养动物的饲料和垫栏也主要来自秸秆等。一句话,稻草也看得像金条一样宝贵。但随着单一栽培的盛行,此类农作物秸秆等的作用随之消失,原来制作各种器物

的农作物为塑料所取代,燃料也被煤炭和天然气所取代,农民因更少地饲养畜禽从而减少了对农作物秸秆的生物转化,秸秆变得一钱不值。于是,在农作物收获季节,农民将大量的秸秆堆放燃烧,成为污染源。专业化、规模化的养殖业也存在同样的问题。传统农业中,动物粪便是肥料最重要的来源。专业化之后,由于养殖相对集中,粪便等得不到合理的利用,还污染了环境。处理粪便成为一项负担。

再说农产品的品质。现代农业在提高粮食产量,满足人们日益增长的口粮需求方面的确功不可没,但也存在一些潜在的风险。在商品经济的主导之下,过分追求产量,使得高产以外的一些功用被忽视。由于产量和品质常常呈负相关,结果是大量品质优异的品种资源被排除在种植之外,日趋减少。随着多样性的消失,丰富的营养来源也消失了。目前一般高产水稻品种的蛋白质含量是不高的,这对原本就缺乏蛋白质的亚洲人民来说是非常不利的。杂交水稻就一度被贬为“米不养人,糠不养猪,草不养牛”的“三不稻”。由此引发的健康问题也引起了人们的关注。从多样性的角度计算单位面积土地的营养含量,产业化栽培中的所谓“高产土地”并不一定意味着多样的粮食种类和营养。

单一经营易受自然灾害和经济变动的影响。农业经营受自然条件的影响大,单一的农业经营受自然灾害的影响更大。单一栽培的作物是最脆弱的生命,尤其是粮食作物,一刻也离不开人的照应关怀。另外,农产品供求和价格等经济环境的变化对单一的农业经营来讲是个严峻的考验,因为“单一经营体内部没有分散风险、减少灾害影响的机能”。原本指望靠单一栽培,扩大规模来取得更高效益的农民,在进入市场之后,发现农资产品在涨价,农产品价格却不见长,甚至种什么,什么不赚钱;养什么,什么不赚钱。长此以往,势必挫伤农民的生产积极性,影响到粮食安全。另外,单一栽培由于季节性利用劳动力、机械和设施而引起农业闲置时间增多,农产品的利用率降低。单一性在导致人类赖以生存的生物多样性逐渐消失的同时,也导致了传统文化的消失。由原有多样性农业生物为基础所构筑的本地食物体系,也正在被替换成产业化、全球化食物体系。由此引发食品安全也引人关注。

虽然科学家都把希望寄托于植物遗传基因的转移技术上,以解决农业发展所面临的一些问题,如培育抗病菌和抗虫害的转基因作物。史学家也发出了欢呼。但转





基因农作物的安全性尚存争议。许多专家预测,病虫害甚至也会更加适应转基因作物的“口味”,一如既往地猖獗下去。袁隆平也对转基因植物持保留态度,他认为政府应该特别慎重批准转基因植物商业化。科学家不能完全、预知对生物进行转基因改造,有可能导致何种突变而对环境和人造成危害。虽然实验非常成熟,但其对人类可能造成的影响,或许要在未来几代人后才显现。

(3) 混合种养 的启示

1845年到1849年,爱尔兰的马铃薯大面积绝收,引发大饥荒,超过100万爱尔兰人在饥荒中死去,还有数百万人不得不外出逃荒。有科学家将其归结为生态释放效应(ecological release)的结果。最近发现,导致当年爱尔兰马铃薯大面积绝收的直接原因是来自南美洲的一种真菌。但爱尔兰大饥荒的真正原因恐怕还是单一栽培的结果。同样是由美洲引种到中国的甘薯,但中国并没有因为生态释放效应引发饥荒,相反甘薯在应对饥荒方面还做出了巨大的贡献,原因就在于中国保持了“杂种”的传统。甘薯的引种虽然对于中国土地的开发和人口的增长产生了重要的作用,但中国人口并没有因此对甘薯产生依赖,它只是丰富了中国人的食物来源,而并

没有取代原有的食物来源。因此,即使出现了番薯绝收,其他作物仍然可以保障粮食安全。

农业生物的多样性是中国农业得以维持几千年而不衰,并且成功地支持了由人口不断增长引起的对农产品不断扩大需求的重要原因之一。自有农业以来,在数千上万年的时间里,中国传统农业一直保持杂植五种的传统,它保护着农业生物的多样性。通过“杂种”,包括草本和木本的杂种,甚至植物和动物之间的组合,人为地组成一种“多物种”(multispecies)的生态系统,使土地、光热、水、气等自然资源得到充分利用,不仅扩大了农业用地面积,提高了土地利用效率,保持了地力常新,更重要的是,农业生物多样化在应对水旱虫等自然灾害,以及调节劳动力等诸多方面起着重要的作用。它从整体上提高抗灾的能力,保证了农业持续稳定的发展。

现在人们已经认识到单一栽培的危险,对生物多样性的价值及其意义也有充分的认识,并且开始采取措施保护生物多样性,并且在育种时有意识地去利用一些生物的抗病虫害等基因。1992年,联合国出台了《生物多样性公约》,2000年,还通过了一份议定书,以确保转基因生物的安全使用。似乎人们对于生物多样性有充分

的认识,但回顾历史,传统农业中的生物多样性实践仍然可以带给我们许多启示。

生物多样性是传统农业的特点。表现在于每块土地都同时生产多种作物;每种作物都有多种用途。这种农业很难以市场经济的标准来加以衡量,但对于传统的农民来说却是很有价值的。从历史的角度来看,也是最可持续发展的一种农业模式。产业化栽培中,“产量”一般指单位面积中某单一作物的产量。而从生物多样性的角度看,“产量”应该包括单位面积里所产出的所有农作物的总和。这样计算起来,多样化种植比单一栽培的生产力更高。联合国粮食与农业组织的调查显示:生物多样性丰富的小型农场,食品产量能比大型工业化的单一栽培农场高出数千倍。假如从多样性的角度计算单位土地面积的营养含量,产业化栽培中的所谓“高产土地”和多样性的粮食种类和营养相比,更是难以望其项背。况且,传统的农业生物多样性在为人类提供营养的同时,还满足了人类生产和生活多方面的需要,这也不是用现代“产量”的概念所能够衡量的。

1) 用生物代替石油来满足人类的需要。中国传统社会里,人们的物质需求很大程度上需要依靠农业获得满足,即便是每日所需的柴火也主要是来自农作物的秸秆。中国北方农村冬季供暖的热炕所用的燃料便是轧场、扬场等出来的散碎物质。为了解决燃料问题,除了种植一些薪炭林木之外,还有意识地保留一些燃烧价值较高的作物及作物品种。这是传统农业保持其生物多样化的重要原因之一。进入到现代社会后人类的需要,似乎都离不开石油,包括农业自身所需要的机械、农药、化肥都需要石油能源的支撑,但石油有枯竭的一天,农产品可以替代石油,这不光是指生物燃料,日常生活中的许多塑料制品都可以用农产品来取而代。传统的生物多样性可以提供借鉴,比如,在不宜五谷之地,种植榆、白杨、乌柏、女贞等树木,提供用材和燃料等。有此传统作物具有易贮藏,有些无需冷藏,可以在自然条件下,保存很长的时间,且食用方便,生熟皆宜,这样的一些特点,在能源日趋紧张的今天,也是弥足珍贵。

2) 以生物多样性来应对自然灾害。农业的发展仍然有赖于新品种的改良和选用,但在推广新品种时要防止新品种对农药、化肥和灌溉的依赖,充分发挥农业生物自身在抗御水旱灾害、病虫害、草害、培肥地力等多方面的功能。虽然转基因技术可以培育出抗病虫害的作物品种,但生物多样性可以给我们提供更多的选择,传统

的一些作物及品种业已证明具有较强的水旱适应性和生存能力,所以容易成功。国际水稻研究所从世界种质资源中筛选出许多抗病虫害的种质,其中就有十多个是中国的地方品种。1949年,台中农改场的余庆东、林克明等人利用源自中国大陆的籼稻品种选育出全球第一个杂交育成的半矮性品种“台中在来一号”,具有稻株较短小、不易倒伏、耐肥性佳等特性。1961年,国际水稻研究所(IRRI)张德慈将台中在来一号引进印度种植,立刻使得当地的水稻产量突飞猛进。随后他又以东南亚水稻品种与台湾在来种杂交,培养出更成功的IR-8品种,在东南亚与拉丁美洲国家,创下产量是原先三倍的纪录。至今IRRI的国际稻米基因库当中,仍有七成稻种含有台中在来一号的血统。

由于各种生物的适应性、抗逆性和产量等是不同的,保持生物多样性,并借助不同生物间的组合,达到应对自然灾害的目的,减少对农药、化肥及灌溉的依赖。科学研究已证实,在不同抗性基因的品种上,非亲和性的病原菌小种受到抑制,使病害趋于明显减轻。在同一稻田中同时播种几种不同的品种可以使稻瘟病的发病率下降94%,产量提高89%。水稻品种多样性种植控制稻瘟病的技术在稻区取得成功。豆科作物和禾本科作物的间作可以使豆科作物的固氮效率提高近10倍,禾本科根系分泌的麦根酸等植物铁载体可以增加豆科作物对缺铁土壤的适应性,豆科作物的酸性分泌物还可以改善禾本科作物对缺磷土壤的适应性。明代以来,江南地区所实行的棉稻轮作也的确可以起到控制草害、病虫害,提高土壤肥力的效果。

3) 以生物多样性来维护人类健康。传统的生物多样性不仅满足人们日常食物所需,而且还以其丰富而多样的种类在维护着人们的健康。在中国传统文化中,有“医食同源同功”的说法,所有的食物都有药物的功能,有些食物更具有特殊的保健功能和更高的营养价值。为什么现代人的重大疾病如癌症、冠心病、各种营养缺乏症,在古代罕见?它们同作物的种类肯定有密切关系。但这些都具有保健功能的品种在高产品种和其他经济作物的压力之下迅速消失。重新恢复这些作物的种植或许可以遏制相关疾病发生。

4) 以种养结合的生态农业来提高资源的利用率。托夫勒在关于未来农业的描绘中他写道:“关于农业又怎么样呢?第三次浪潮又一次以异乎寻常的方向引导我们。在美国亚利桑那州塔克森的环境研究实验室,河虾是养

殖在玻璃暖房的长水槽中，紧靠着黄瓜和莴苣。使河虾的排泄物往返循环，用它对蔬菜施肥。在弗蒙特，实验工作者正在用同样的方法养殖鲟鱼，鳕鱼和种植蔬菜。鱼池内的水吸收太阳热，到了夜里把它放出，可以提高温度。同样，鱼的排泄物则用于对蔬菜施肥。在马萨诸塞州的新炼金术研究所，小鸡是养在鱼池顶上。鸡屎作了水草的肥料，然后鱼吃水草。”这一描述和中国古代的种养结合的有关记载何其相似。只不过一个尚处于实验阶段，另一个早已用之于生产实践之中。

5) 因土种植，因地制宜。在现代农业实践中，常常不计工本，治水改土、辟山造田，以适应高产品种的种植要求，而较少利用一些抗逆性强的品种去因土种植。实际上，利用生物自身的适应性，因土种植照样可以获取一定的产量。而这正是中国传统农业的优良传统之一。据联合国粮农组织统计，现在南亚与东南亚共有15亿亩土地，自然条件适于种植水稻，只因土壤有毒，或缺乏养分等（如盐、碱、铁毒、缺磷、锌等）而不能种植。但是在品种资源中却有一些品种能耐这种不良条件，只要把它们种质资源利用起来，就可以不化任何巨大的改土投资，而把这些大片的土地利用起来。即使是不适合种植粮食，也可以从传统中得到启发，通过种植其他适宜的作物或林业，来减少这些作物或林木对农田的占用。积极发展多种经营的方针，充分利用各种自然资源，更多地增加肉类、禽蛋、奶类、水产品、蔬菜、水果等食品的供给，是解决未来粮食问题的必由之路。而保持农业生物的多样性可能是其中的关键。因为生物多样性越丰富，找出相应物种的可能性也就越大，也就越有利于综合开发利用山地、水面、草原、滩涂等国土资源，提高水果、蔬菜和木本食物供给水平。

6) 积极引进外来生物，丰富生物多样性。近年来，外来生物入侵宣传使人们对于引种可能导致的生态灾难有了充分的认识，中国历史上也多少存在过类似的现象。但生物入侵在中国历史上并不是一个严重的问题，而更多的是从外来物种中得到好处。原产于西亚的小麦，传入到东亚地区之后，成为仅次于水稻的第二大农作物。从越南引进的占城稻传入中国之后，对于当地土地的开发利用，粮食产量的提高，都起到了很大的作用。原产于非洲、印度等地的棉花，传入到中国以后，成为最重要的衣着原料。明清时期，美洲新作物玉米、番薯和马铃薯等的引进就对中国土地的开发利用、人口的增长做出了巨大的贡献。在中国受惠于外来生物资源的同时，

中国也以其丰富的生物资源和作物起源中心的地位对世界做出自己的贡献，一些被引种到国外的生物资源，甚至在中国反倒绝迹了，经重新引进才又回到故土。这也提示人们，要防止单一化，必须在原生境和非原生境保持大量的基因库。

在“全球化”的今天，文化交流是不可避免的，不对等的交流，也会带来负面影响，甚至可能导致一些传统文化的消亡。每一种生物就代表着一种文化。对多元文化的尊重和对生物多样性的保护，同理相通，目的都是为了人类的可持续发展。我们的任务是，在吸收外来农业文化的同时，也要保持文化的多样性和独立性，对外来文化进行本土化改造，以适应本地农业发展的需要。历史上小麦本土化就是一个成功的例子。

农业生物多样性是粮食安全的基础。一千多年前的中国老祖宗提出：“但存方寸地，留与子孙耕”，一千多年后，人们认识到保护生物多样性和保护耕地、精耕细作同等重要。虽然科学技术的进步为人类战胜各种自然灾害提供了强大的武器，但巧妇难为无米之炊，生物多样性仍然是我们取之不尽，用之不绝的源泉，而使用本地的材料作为研究原种更容易取得成功。中国农业有成千上万年的历史，所有的农业生物，都在同一环境下存在了几百至数千年。它们是在长期的生产过程中，经自然和人工选择保留下来的重要文化遗产，它们在满足人们口粮的同时，还能够满足人们其它方面的需要，如生产、生活、民俗、宗教、文化、医疗保健等。在保护农业生物多样性时，尤其要重视保护作为农业生物多样性重要组成部分的地方品种资源。



附录一、中国历史时期耕地状况表

朝代	人数(万)	人/户均耕地(亩)	紧张状况
商朝(1600BC—1046BC)	1000	>100	“垦牧”。
战国(475BC~221BC)	2000	=100	“无所刍牧牛马之地”。韩、赵、魏“土之不足以生其民”。
唐朝(618年—907年)	5000	<100	“四海无闲田，农夫犹饿死”。
宋(960—1279)	10000	<30	“水无涓滴不为用，山到崔嵬尽力耕”。
元朝(1271—1368)	9000		“田尽而地，地尽而山，山乡细民必求垦佃，犹胜不稼”。
明朝洪武(1368—1398)		=14.56	“人多之害，山顶已殖黍稷，江中已有洲田，苗洞已开深箐，
清康熙时(1662—1722)		=5.5	犹不足养，天地之力穷矣，种植之法既精，糠核亦所吝惜，
清乾隆十八年(1753)		=3.86	蔬果尽以助食，草木几无子遗，犹不足养，人事之权殫矣。”
道光(1821—1850)		=1.65	(清汪士铎，1814—1889：《乙丙日记》卷三)
当代(2008年末)	132802	=1.4	守住18亿亩耕地红线。

附录二、中国历史上的水旱灾害表

灾害	起年时段	止年	经年	灾害次数	发生频率
灾害	公元前1766	1937年	3703	5258	6个月
旱灾				1074	40个月
水灾				1058	41个月
灾害	公元前206	1949年	2155	—	—
旱灾				1056	24个月
洪灾				1029	25个月
干旱	1949年	1980年	33	12	33个月

1960、1965、1972、1982年的干旱最为严重，全国受灾面积在2亿多亩到5亿多亩之间，同期平均每年受涝面积达1亿亩左右，成灾面积达6千多万亩。

附录三、中国历史上种养结合的例子

例子一：“岁常绕(桑)树一亩散芜菁子，收获之后，放猪啖之，其地柔软，有胜耕者。”

例子二：“若高田视其地势，高水所会归之处，量其所用而凿为陂塘，约十亩田损二三亩以蓄蓄水，春夏之交，雨水时至，高大其堤，深阔其中，俾宽广足以有容，堤之上，植桑柘，可以系牛。牛得凉荫而遂性，堤得牛践而坚实，桑得肥水而沃美，旱得决水以灌溉，潦不致于弥漫而害稼。”

例子三：“玄扈先生曰：居近湖草广之处，则买小马二十头，大骡马两三头，又买小牛三十头，大牛三五头，构草屋数十间，使二人掌管牧养，二人仍各授一便业，以为日用饮食之资，久而群聚，人牧守，湖中自可任以休息，养之得法，必致繁息，且多得粪可以壅田。”“(羊)或圈于鱼塘之岸，草粪则每早扫于塘中，以饲草鱼，而羊之粪又可饲鲢鱼，一举三得矣。”又说：“作羊橐于塘岸上，安羊，每早扫其粪于塘中，以饲草鱼。而草鱼之粪又可以饲鲢鱼。”

例子四：“谈参者，吴人也，家故起农。参生有心算。居湖乡，田多洼芜。乡之民逃农而渔，田之弃弗辟者以万计，参薄其直收之。佣饥者，给之粟。凿其最洼者，池焉。周为高塍，可备坊泄，辟而耕之。岁之入，视平壤三倍。池以百计，皆畜鱼。池之上，为梁，为舍，皆畜豕，谓豕凉处，而鱼食豕下，皆易肥也。塍之平阜植果属，其污泽植菘属，可畦植蔬属，皆以千计。……室中置数十甌，日以其人分投之，若某甌鱼人，某甌果人，乃发之。月发者数焉，视田之人复三倍”。

例子五：“广州诸大县村落中，往往弃肥田以为基，以树果木。荔支最多，茶、桑次之，柑、橙次之，龙眼多树宅旁，亦树于基。基下为池以畜鱼，岁暮涸之，至春以播稻秧。大者至数十亩，其筑海为池者，辄以顷计。”(《广东新语》卷二十二《鳞语》，万历《顺德县志》卷三十《杂志》中即有类似记载)“将洼地挖深，泥复四周为基，中凹下为塘，基六塘四，基种桑，塘畜鱼，桑叶饲蚕，蚕屎饲鱼，两利俱全，十倍禾稼”。

(作者系中国科学院自然科学史研究所研究员)