

# 第一节 对生物遗传变异的认识和农业生物的繁育

## 一 对生物遗传变异的认识和生物进化的思想

### 《淮南子》的生物进化思想

关于生物的起源和发展，历来存在着不同的解释。一种观点认为世界上所有生物和人类，都是“天”所创造的，它可以追溯到商周时代的“天帝”的观念。这种观念在春秋战国时代受到了动摇，但又以变化了的形态延续下来。汉代董仲舒大倡“天人感应”的神学目的论，在他看来，“天”是有意志的、至高无上的神，是“人之曾祖父”（《春秋繁露·服制象》），而“天地之生万物也，以养人”（《春秋繁露·天符人数》）。这种观点，在后世影响是颇大的。

早在春秋战国时期，人们就试图用物质来解释包括生物在内的万物的起源。如《管子·水地》把水看作万物的本原；《管子·内业》则认为构成生命和万物根源的是“精气”。<sup>[1]</sup>《荀子》也认为万物产生于气，同时描述了万物进化的几个阶梯：“水火有气而无生（无机界），草木有生而无知（植物界），禽兽有知而无义（动物界），人有气有生有知亦且有义（人类），故最为天下贵。”

西汉初期的《淮南子》继承和发展了精气说，提出了“洞同天地，浑沌为朴，未造而成物，谓之太一。同出于一，所为各异，有鸟、有鱼、有兽，谓之分物”（《诠言训》）。所谓“一”或“太一”，就是“卓然独立，块然独处，上通九天，下贯九野，员不中规，方不中矩”（《原道训》）的浑然一体的“气”。书中还具体描述了生物的进化过程：

腭口生海人，海人生若菌，若菌生圣人，圣人生庶人，凡腭者生于庶人。羽嘉生飞龙，飞龙生凤凰，凤凰生鸾鸟，鸾鸟生庶鸟，凡羽者生于庶鸟。毛犊生应龙，应龙生建马，建马生麒麟，麒麟生庶兽，凡毛者生于庶兽。鳞薄生蛟龙，蛟龙生鯤鲩，鯤鲩生建邪，建邪生庶鱼，凡鳞者生于庶鱼。介潭生先龙，先龙生玄鼈，玄鼈生灵龟，灵龟生庶龟，凡介者生于庶龟。爇湿生腭口。爇湿生于毛凤，毛凤生于湿玄。湿玄生羽凤，羽凤生爇介，爇介生鳞薄，介潭生于爇介。五类杂种兴于外，肖形而蕃。日冯生阳阙，阳阙生乔如，乔如生干木，干木生庶木，凡木者，生于庶木。招摇生程若，程若生玄玉，玄玉生醴泉，醴泉生皇辜，皇辜生庶草，凡根茇草者生于庶草。海闾生屈龙，屈龙生容华，容华生蓁，蓁生藻，藻生浮草，凡浮生不根茇者生于萍藻。（《地形训》）

下面试以五类动物的进化为例，图解如下：

从以上图解可以看出，《淮南子》利用当时已经达到的分类学知识，把生物分类学和朴素的生物进化观结合在一起。它把动物分为腭（人类）、毛（兽类）、羽（鸟类）、鳞（鱼类）、介（龟鳖类）五类，把植物木、草、藻三类。每一类动植物都有一个原始型<sup>[2]</sup>发展而来，而所有动物都有一个共同的祖先类型，叫做“湿玄”。“湿玄”派生出“毛凤”和“羽凤”两支；再分别演变出五类动物。这五类动物各按其自身性状特征而蕃衍下去，称作“五类杂种兴乎外，肖形而蕃”。当时虽然已经积累了许多关于生物性状与分类的知识，但毕竟还有广大的未知领域，《淮南子》的作者把已有知识和主观臆想揉合在一起，构建了一个无所不包的生物进化图式，其中虽然有不少不科学以至荒诞之处，但毕竟闪烁着进化论的思想火花，在古代世界中是绝无仅有的第一人。<sup>[3]</sup>

### 王充对生物遗传性和变异性的论述

王充继承了前世的“精气说”，吸收了《淮南子》的进化观，认为“元气”是构成包括生物在内的天地万物的原初物质基础；而“元气”是似烟似雾、无始无终的物质元素。但生命却是有始有终的，“死者生之效，生者死之验也”（《论衡·道虚》）。他明确指出“天地合气，万物自生”（《论衡·自然》）<sup>[4]</sup>，反对把人与万物的产生看成是上天有目的的创造<sup>[5]</sup>。

王充在批判天人感应的种种臆说时，根据当时已经积累起来的生物学知识，阐述了有关生物的遗传性和变异性的问题。他继承和发展了《淮南子·地形训》关于“五类杂种兴乎外，肖形而蕃”的思想，提出了“物生自类本种”的命题。《论衡·奇怪》：

子性类父……万物生于土，各似本种。不类土者，生不出于土，土徒养育之也。母之怀子，犹土之育物也。……物生自类本种……且夫含血之类，相与为牝牡，牝牡之会，皆见同类之物，精感欲动，乃能施授。……天地之间，异类之物，相与交接，未之有也。

这段议论是针对“天生圣人”的各种奇谈怪论<sup>[6]</sup>而发的。他在这里指出，土地上生育的各种生物，都和它们本来的种类相似<sup>[7]</sup>，而不与土地相似，因为土地只是起养育的作用生长环境，而不是生命的来源。同一种类的生物可以交接，不同种类的生物则不能交接。例如“牡马见牝牛，雌雀见雄鸡，不与相合”，这是因为“异类殊性，情欲不相得也”（《奇怪》）。

王充明确指出，生物的繁育和物性的遗传都与种子（生殖细胞）分不开。《论衡·物势》说：

因气而生，种类相产，万物生天地间，皆一实也。

所谓“种类相产”，既包括生命的繁衍，也包括种性的遗传；它本质上是“气”的活动，但都是通过种子（实）来实现的。《论衡·初稟》说：

草木生于实核，出土为栽藁，稍生茎叶，成为长短巨细，皆由实核。

说明植物的个体发育是从种子（实核）开始的，植物亲代的特征是通过生殖，由种子传留给后代的。<sup>[8]</sup>

在王充生活的时代，人们把所谓凤凰、麒麟、嘉禾等作为为统治者歌功颂德、粉饰太平的“瑞物”，有些人认为这些“瑞物”是可以种类相传的。王充反对这种观点，《论衡·讲瑞》云：

瑞物皆起和气而生，生于常类之中，而有诡异之性，则为瑞矣。故夫凤凰之至也，犹赤乌之集也。谓凤凰有种，赤乌复有类乎？……嘉禾生于禾中，与禾穗异。谓之嘉禾。

然则瑞应之出，殆无种类，因和而起，气和而生。

王充在这里指出，所谓“瑞物”或“瑞应”只是常种中发生的一种变异，这种变异了的特性不能遗传，不能自成种类。何以知其然呢？他提出两点理由：第一，“同类而有奇，奇为不世，不世难审”，即指出这是一种特殊的罕见的变异；第二，“试种嘉禾之实，不能得嘉禾。恒见窊梁之粟，茎穗怪奇”。所谓“嘉禾”，是指禾谷类作物的分枝变异，如一茎多穗等，这在我国古书中时有记载。多穗禾产量应比单穗禾高，看来人们一定曾经进行过试种，但不能保持其亲本多穗的性状，从而证明这是一种不可遗传的变异。<sup>[9]</sup>王充在这里所讲的是变异的一种类型。用变异解释“瑞物”的出现，这就消除了蒙在“瑞物”上的神秘色彩，具有积极的意义。

王充的上述论述反映了我国古代人民对生物遗传和变异认识的深化。“物生自类本种”和“种类相产”作为对生物遗传性的概括，比起“夫种麦而得麦，种稷而得稷”（《吕氏春秋·用民》）这种个别性的命题，自然是高出一个层次的。他关于动物同类相交，异类不能交接的观点，与一千多年后瑞典著名的博物学家林奈（公元1707—1778年）关于物种的概念十分相似的<sup>[10]</sup>，不能不说是一种天才的思想。但王充把“物生自类本种”和命定论联系起来，不承认物性也是可以在一定条件下改变的；他只谈到生物中不可遗传的那种特殊的变异，而忽视了生物发展中大量发生的、虽然不那么特异、但却可以逐步积累起来形成可以遗传的新的性状的那种变异。这样，王充对生物遗传变异性的认识，就不能不打上机械论的烙印。

## 《齐民要术》中对生物遗传与变异的认识

中国古代农业是通过驯化、引进、育种相结合来取得高产优质的作物和畜禽品种的，并由此逐步加深对农业生物的遗传变异及其与环境条件关系的认识。这些认识反映在农书中，是从《齐民要术》开始的。贾思勰虽然没有提出“遗传性”这个概念，但他认为各种生物各有其不同的“性”或“天性”，这种“性”是相对固定的，世代相传的，以致在农业生产中必须依据生物的不同“性”，采取不同的技术措施。这种“性”，无疑是属于遗传性的范畴的。在《齐民要术》中，这类论述很多。例如，“大豆性炒”（吸收水分多，易使土地干燥），“性多秽”（叶细长，易长草），蜀芥、芸苔、芥子“性不耐寒”，“荏性甚易生”，“枣性坚强”，“桃性皮急”（皮紧），“李性耐久”（树龄长），“榆性扇地”（树冠大，遮荫），“白杨……性甚劲直”，“竹性爱向西南引”（竹鞭的延伸性），“羊性怯弱”，“猪性甚便水生之草”等等，不一而足。

但同一物种的不同个体或品种之间性质，又存在着差异。贾思勰说：

凡谷成熟有早晚，苗秆有高下，收实有多少，质性有强弱，米味有美恶，粒实有息耗。（《齐民要术·种谷第三》）贾思勰又指出，如果直接播种梨子，“每梨有十许子，唯二子生梨，余皆生杜”（《齐民要术·插梨第三十七》）也就是说，只有不足十分之二的种子能长成梨，其余的都变成了杜<sup>[11]</sup>。这些差异，都属于生物变异性的范畴，或者是以生物的变异性为基础的。

贾思勰通过实践和观察，发现了生物的变异与环境条件的改变有着密切的关系，《齐民要术·种蒜第十九》云：

瓦子垆底，置独瓣蒜于瓦上，以土覆之，蒜科横阔而大，形容殊别，亦足以异。今并州无大蒜，朝歌取种，一岁之后，还成百子蒜矣，其瓣粗细，正与条中子同。芜菁根，其大如碗口，虽种他州子，一年亦变大。蒜瓣变小，芜菁根变大，二事相反，其理难推。又八月中方得熟，九月中始刈得花子。至于五谷蔬果，与余州早晚不殊，亦一异也。并州豌豆，度并陔以东，山东谷子，入壶关、上党，苗而无实。皆余目所亲见，非信传疑：盖土地之异者也。

这里所谈的，不论是当地品种改变栽培方法，还是从外地引进新的品种，都是由于环境条件的改变而引起作物的变异，即贾思勰所说“土地之异者”。<sup>[12]</sup>

尤其难能可贵的是，贾思勰根据当时群众和自己的实践经验指出，作物的变异可以通过环境条件的改变和适当的栽培措施，使之固定化，从而形成新的特性。《齐民要术·种椒第四十三》云：

此物性不耐寒，阳中之树，冬须草裹。（不裹即死。）其生小阴中者，少禀寒气，则不用裹。所谓“习以性成”。一木之性，寒暑异容；若朱、蓝之染，能不易质？

任何植物都有改变自己适应新环境的能力；这种能力在其生命的早期阶段最充分，而随着植物的生长，这种可塑性不断削弱。贾思勰发现了这一原理，并用“习以性成”来概括它。这里的“习”是指对改变了的环境条件的逐步适应，“性”则是指不同于原来特性的新的特性。这种新的特性，对原来的特性来说，就是变异。而这种变异，只有在获得了遗传后代的能力时，才称得上“性成”。因此，“习以性成”包括了生物遗传性和变异性相互依存、相互转化的辩证关系。<sup>[13]</sup>

与王充的论述相比，贾思勰对生物遗传和变异性的认识显然大大前进了一步。贾思勰不但指出生物的“性”可以遗传，而且指出生物的“性”可以变化。他实际上展示了生物变异的普遍性，同时考察了这种变异发生的条件，并分析了生物变异性向遗传性的转化。这些认识，充满了辩证法的精神，比王充的论述更能体现中国传统农学的特色。下面还要谈到的《齐民要术》所记述的对植物和动物的种间杂交实践的总结，更是对王充有关理论的一种发展和突破。

上编说过，中国传统农业很早就开始的农业生物的驯化、引种和育种工作，实际上是建立在对生物遗传和变异性的利用的基础上的，但要对此形成自觉的认识，需要漫长的过程。贾思勰的上述认识，正是在长期的驯化、引种和育种工作中总结出来的，同时又反过来对引种和育种工作的发展起着指导作用。

## 二 作物种子选育和处理的理论与方法

中国传统农业以作物种植业为主，而农作物是依靠种子繁衍的，上引王充《论衡·初稟》的一段话，清楚地反映了古代人民对种子在农业生产中重要性的认识。正是基于这种认识，中国传统农学把提高种子的生产能力作为增产的最重要措施之一。其方法，一是选择高产优质、符合人们需要的好种子，二是对种子进行适当的处理，以增强其生命的活力。《齐民要术》正文开头有两篇总论性的文字：一为“耕田”，讲土壤耕作，这是改善农作物生长环境技术的中心；二为“收种”，讲种子的选育和处理，这是提高农作物自身生产能力技术的中心。贾思勰把它们放在同等重要的地位，充分反映了中国传统农学对种子的重视。

### 从穗选法到系统选育法

中国传统农业没有象现代农业那样的专业化品种培育的工作，当时是在农业生产选择优良种子的过程中逐步培育出众多的作物品种来的。所以古代选种的概念和现代的育种的概念是既有联系，又有区别的；育种是选种的自然结果。这是我们谈论古代品种选育时应当注意的。我国古代人民很早就利用生物中普遍存在的遗传和变异现象进行作物品种的选育，秦汉以后，这种工作建立在更加自觉的基础上，并且有了明确记载，发展到颇为成熟的形态。

从已知的材料看，禾谷类作物最早的品种选育方法可能是粒选，继而是穗选；穗选的迹象，在《周礼·舍人》的记载中已依稀可见有<sup>[14]</sup>，但明确的记载则始见于《汜胜之书》：

取麦种，候熟可获，择穗大彊者，斩束立场中之高燥处，曝使极燥。无令有白鱼，有辄扬治之。取干艾杂藏之，麦一石，艾一把；藏以瓦器竹器。顺时种之，则收常倍。

取禾种，择高大者，斩一节下，把悬高燥处，苗则不败。

这里所记载的选种方法，无论是麦还是禾，都是在田间进行的，选择性状符合人们需要的好穗子，悬挂在高燥的地方，使之干燥，作为明年的种子使用。

田间穗选比混合粒选有更大的优越性，它使所选种子的性状更加整齐划一。田间穗选可以向两个方向发展。如果利用选出的单个穗子进行连续的繁育，从而培育出具有该禾穗优良性状的品种，这就是后世所说的“一穗传”，“一穗传”的方法应该早就在民间流传，但明确的记载直到清代才出现。如果田间穗选和其他技术措施相结合，就形成系统选育的方法。这种系统选育法，最能体现中国传统农学的精神。有关这方面的记载始见于《齐民要术·收种第二》：

粟、黍、稷、粱、秫，常岁岁别收，选好穗纯色者，劂刈高悬之。至春治取，别种，以拟明年种子（耒耨种，一斗可种一亩。量家田所需种子多少而种之）。其别种种子，常须加锄（锄多则无秕也）。先治而别埋（先治，场净不杂；窖埋，又胜器盛），还以所治藁草蔽窖（不尔必有为杂之患）。将种前二十许日，开出水洮（浮秕去则无莠），即晒令燥，种之。

这是上面所引是《齐民要术》“收种”技术的核心，其特点，一是把选种、繁种和防杂保纯相结合，二是把选种、保藏和种子处理相结合。因此，它涉及的范围不仅仅是品种的选育。就品种选育而言，其方法的要点是：一，每年都要在田间选择纯色好穗，作为第二年大田种子；二，单独种植，提前打场，单收单藏，用本田的秸秆蔽窖，尽量避免机械混杂和生物学混杂（不同品种的天然种间杂交）<sup>[15]</sup>，考虑相当细致和周到；三，加强管理，使良种繁育的后代能有一个良好的生长环境。年年如此，就可以使作物品种的优良性状得到不断的积累和更新。这既是繁种的方法，也是育种的方法，更是种子保纯复壮的方法。它类似现代的种子田，和近代农业科学的混合选种法原理一致，而更体现了传统农学综合性和整体性的特点。这种方法的出现，表明中国传统农学把的品种选育的理论和方法，已经到达成熟的阶段。

品种选育技术的进步结出了丰硕的果实，本时期大田作物品种的数量比先秦时代有了很大的增加。成篇于战国时代的《管子·地员》记录了当时粟、黍、水稻、大豆品种三十多个。而西晋郭义恭的《广志》，仅粟类（包括粱、秫）品种就记载了17个，《齐民要术》又补充了90个，合计107个。水稻品种，《广志》记载了13个，《齐民要术》补充了24个，共37个。<sup>[16]</sup>仅此两项，即数倍于《管子·地员》的记载。这些丰富多彩的品种和品种类型，从一个方面为因地制宜、因时制宜地安排生产提供了良好的条件，并满足人们生活上的多种多样的需要。

还值得一提的是品种的命名和分类。贾思勰以粟为例概括了当时品种命名的方法：“今世粟名，多以人姓字为名目，亦有观形立名，亦有会义为称。”他还把100多个粟的品种分为四类：一是“朱谷”等早熟、耐旱、免虫品种；二是“今堕车”等穗上有芒、耐风、免雀暴的品种；三是“宝珠黄”等中熟大谷；四是“竹叶青”等晚熟、耐水，有虫灾则被害尽的品种（《齐民要术·种谷第三》）。在作了这样的分类以后，贾思勰说：

凡谷，成熟有早晚（熟期），苗秆有高下（株形），收实有多少（产量），质性有强弱（对环境的适应能力，包括吸水吸肥能力和抗逆性等），米味有美恶（食味），粒实有息耗（出米率）。

这既是作物品种分类标准、也是品种选育目标中的几个主要方面。说明当时人们选育和辨识品种时，已经注意到它的产量、质量（包括食味和出米率等）及与之密切相关的熟期、株形<sup>[17]</sup>、对环境的适应能力等，反映了人们对各种品种特性认识的深化。

## “本母子瓜”——甜瓜早熟品种定向培育法

《齐民要术》还介绍了甜瓜选取“本母子瓜”作种子，以培育早熟甜瓜品种的技术要领。《种瓜第十四》载：

收瓜子法：常岁岁先取“本母子瓜”，截去两头，止取中央子。（“本母子”者，瓜生数叶，便结子；子复早熟。用中辈瓜子者，蔓长二三尺，然后结子。用后辈子者，蔓长足，然后结子；子亦晚熟。种早子，熟速而瓜小；种晚子者，熟迟而瓜大。去两头者，近蒂子，瓜曲而细；近头子，瓜短而喎。凡瓜，落疏、青黑者为美；黄、白及斑，虽大而恶。若种苦瓜子，虽烂熟气香，其味犹苦也。）

甜瓜是炎夏季节的水果，喜温暖，怕雨湿，在开花和成熟期更需要多日照和干燥的环境，否则容易滋生病害，落花落果，影响产量和质量；因此，早熟（避开多雨季节）成为甜瓜育种的主要方向之一。甜瓜有在侧蔓结瓜的特性；近根部早分枝的支蔓上，常在第一、二腋叶就长雌花，结瓜很早。这就是“本母子瓜”。这种瓜本身就早熟，它中部的籽实形成早，充实而饱满，生命力强；选取它做种子，而且年年这样做，就可以培育出早熟而丰产的甜瓜品种来。这这种安排相当科学合理，和现代育种中定向培育的原理是一致的。<sup>[18]</sup>

《齐民要术》还介绍了甜瓜的另一种选种法：

食瓜时，美者收取，即以细糠拌之，日曝向燥，掇而簸之，净而且速也。（《种瓜第十四》）

这种办法除选取品质好的“美”瓜外，还利用风力却掉瘪子，留下饱满的瓜子作种子。

## 种子的保藏处理

我国传统农学不但重视选种和育种，而且十分注意对已经选出种子的保藏和处理，以保持和提高它们的生命力。

种子的保藏主要要求是使种子保持干燥，避免“沤郁”生虫。《汜胜之书》：“种伤湿郁热则生虫也。”《齐民要术·收种第二》说：“凡五谷种子，沤郁则不生，生者亦寻死。”其实，这不但适合于五谷，也适合于其他作物的种子。<sup>[19]</sup>“沤郁”，不但导致种子发热变质，而且容量招致害虫。《论衡·商虫》指出：

然夫虫之生，必依温湿。温湿之气，常在春夏。秋冬之气，寒而干燥，虫未曾生。……

谷干燥者虫不生；温湿饑，虫生不禁。

所以种子保藏主要采取晒种和拌药等方法。前引《汜胜之书》关于麦禾穗选的记载，都是把选种和悬挂高燥之处、曝晒、拌药等结合在一起处理的。《论衡·商虫》也说：“藏宿麦之种，烈日干暴，投于燥器，则虫不生。如不干暴，阉喋之虫，生如云烟。”这种办法也为《齐民要术》所继承。《大小麦第十》载：

令立秋前治（按指治场）讫（立秋后则虫生）。蒿、艾箬盛之，良（以蒿、艾蔽窖埋之，亦佳。窖麦法：必须日曝令干，及热埋之）。

一般谷物、蔬菜以至树木的种子在贮藏前都要晒种。葱子、韭菜子等不宜在烈日下曝晒，也“必薄布阴干，勿令沤郁”（《种葱第二十一》）。

播种前种子必须经过处理，一般有以下几个环节：

水选 作用是去掉秕粒和杂草种子。《齐民要术》指出，黍稷类种子种前必须水选（水洗），“浮秕去则无莠”；水稻种子也要水选，“浮者不去，秋则生稗”。他如瓜子、茄子、桑椹、柘子、楮子等也要“水淘使净”。

晒种 临种前晒种可以增加种皮的透气性，降低种子含水量，提高细胞液的浓度，促进种子内酶的活动，提高种子的发芽率，同时也能杀死种子表面的一些病菌。晒种在关于汉代的文献中已有记载，《齐民要术》明确指出谷子、黍稷、粱秫、葵、胡荽、

桑、柘等作物种前必须晒种，往往在水选后进行；有些在晒种后还要进行某些特殊处理。<sup>[20]</sup>

浸种、催芽 作物播种前的浸种催芽的记载始见于《齐民要术》。《种胡荽第二十四》说：“凡种菜，子难生者，皆水沃令芽生，无不即生矣。”实际上，不但是蔬菜，包括大田作物和树木的种子，凡是出芽比较困难的，都可以作浸种催芽的处理。兹把《齐民要术》中有关浸种催芽的记载列成下表：

表16 《齐民要术》关于浸种催芽的记载

作物	方法
麻	泽多者，先渍麻子令芽生，（取雨水浸之，生芽疾，用井水则生迟。浸法：著水中，如炊两石米顷，漉出，著席上，布令厚三四寸，数搅之，令均得地气。一宿则芽出。水若滂沛，十日亦不生。）泽少者，暂浸即出，不得待芽生。
水稻	渍经三宿，漉出；内草笥中裹之。复经三宿，芽生，长二分。一亩三升，择。
旱稻	渍种如法，裹令开口。
	地正月中冻解者，时节既早，虽浸，芽不生，但燥种之，不须浸子。地若二月始解者，岁月稍

胡荽	晚，恐泽少，不时生，失岁计矣；便于暖处笼盛胡荽子，一日三度以水沃之，二三日则芽生，于旦暮时接润漫泽之，数日即出。大体与种麻法相似。 其春种小小供食者… 若种者，授生子，令中破，笼盛，一日再度以水沃之，令生芽，然后种之。再宿即生矣（昼用箔盖，夜则去之。昼不盖，热不生；夜不去，虫栖之）。
槐	五月夏至前十余日，以水沃之（如浸麻子法也），六七日，当芽生。好雨种麻时，和麻子撒之。
蓝	三月中浸子，令芽生，乃畦种之。

从以上记述看，要不要浸种催芽，浸种催芽到什么程度，要视作物的不同、墒情的不同、气候的不同而定。如水稻催芽“长二分”，旱稻只令“开口”；种麻，“泽多”时浸种催芽，“泽少”时“暂浸即出”；种胡荽，二月冻解的，应该浸种催芽，正月冻解的，则不能浸种催芽。所以，浸种催芽严格说应该是两个既有联系又有区别的概念，催芽必须浸种，但浸种却不一定达到催芽的程度。浸种催芽的具体方法，已经注意到水分、空气和温度的协调，已经注意到雨水和井水水质的不同对浸种催芽的影响，安排比较合理。

渍种拌种 《汜胜之书》所介绍的“粪种—溲种法”，实际上就是一种种子处理与种肥相结合的方法，请参阅本编第五章第三节，于此不赘。《齐民要术》也记载种瓜时“先以水净淘瓜子，以盐和之”；因为“盐和则有笼死”。“笼”是指瓜的病害；这是用瓜子拌盐的办法预防病害。

## 特殊的低温处理种子的“冬种”法

《齐民要术》介绍了瓜和葵的冬种法。  
冬种瓜（甜瓜）的方法有两种。一种是“区种瓜法”：以夏种菘豆 青为底肥，地耕好后于十月中种瓜。每两步作一盆口大五寸深菜畦形的“区”（坑），“坑底必令平正，以足踏之，令其保泽。以瓜子大豆各十枚，遍布坑中（瓜子大豆两物为双，籍其起土故也），以粪五升覆之（亦令均平），又以土一升，薄散粪上，复以足微蹙之。冬月大雪时，速并力推雪于坑上为大堆。至春草生，瓜亦生，茎肥叶茂，异于常者。且常有润泽，早亦无害。五月瓜便熟。”（《种瓜第十四》）种子经过冬天低温处理，加上施足肥、壅冬雪等措施，达到抗旱、早熟、丰产的目的。冬瓜、越瓜、瓠子都可以用这种方法。另一种方法是：

冬天以瓜子数枚，内热牛粪中，冻即拾聚，置之阴地（量地多少，以足为限）。正月地释即耕，逐 布之。率方一步，下一斗粪，耕土覆之。肥茂早熟，虽不及区种，亦胜凡瓜远矣。（《种瓜第十四》）  
先利用牛粪的温度使瓜子萌动，冷却后把瓜子冻在里面，然后放到阴地，经过冬天的自然低温处理，到春天播种下去，肥茂早熟，远远胜过一般的瓜。这种方法，虽稍逊于大肥大水（雪）的区种法，但其中种子低温处理起了更为主要的作用，其效果也看得更加清楚。

冬种葵的方法是，选择良田，耕地极熟，并准备好井灌的设施，然后：  
……十月末，地将冻，漫散子，唯概为佳（亩用子六升）。散讫，即再劳。有雪，勿令从风飞去（劳雪令地保泽，叶又不虫），每雪，辄一劳之。若竟冬无雪，腊月中汲井水普浇悉令彻泽（有雪则不荒）。正月地释，驱羊踏破地皮（不踏即沾涸，皮破即膏润）。春暖草生，葵亦俱生。（《种葵第十七》）  
用这种方法，加上其他措施，据说三十亩菜地收益胜过十顷谷田。

以上都是利用冬天自然低温来处理种子，增强种子的生命力，使之更加抗旱耐寒；属于自然春化法。[\[21\]](#)下面还将谈到，在果木种子处理方面也有相似的方法。

## 三 果树林木的繁育

中国古代的果树林木的繁育，和大田作物、园艺作物有相同之处，都重视对播种材料或繁育材料的选择和处理；但也有不同之处，大田园艺作物一般采取有性繁殖的方法，果树林木除有性繁殖外，还大量采取了无性繁育的方法，成为传统农学中异彩纷呈的一个领域。无性繁育的方法先秦时代即已出现，但比较系统的记载始见于《齐民要术》。《齐民要术》把果木的繁育方法归结为“种”（播种，即实生苗繁殖）、“栽”（扦插）和“插”（嫁接）三种。更细致划分还可以分出“分根”和“压条”两种，不过它们也可以视为取得扦插材料的一种特殊方式。以下分别作简要的介绍。[\[22\]](#)

### 实生苗繁殖及其局限性的认识

播种是果树林木最早的繁育方法，《齐民要术》时代，果树中的桃、梨、栗，林木中的桑、柘、榆、楮、柞、槐、梓、青桐等仍采用，或部分采用播种法。播种前往往也象大田作物那样采取水选、晒种等措施处理种子。如种桑：

桑椹熟时，收黑鲁椹，（黄鲁桑，不耐久。谚曰：鲁桑百，丰绵帛。言其桑好，功省用多。）即日以水淘取子，晒干，仍畦种。[\[23\]](#)

这里谈到了品种的选择和种子的处理。桃、梨的实生苗繁殖则采取特殊的“合肉”埋种幼苗移栽相结合的方式：

桃、柰桃，欲种，法：熟时合肉全埋粪地中（直置凡地则不生，生亦不茂……）；至春既生，移栽实地（若仍处粪地中，则实小而味苦矣）。栽法：以锹合土掘移之（桃性易种难栽，若离本土，率多死矣，故须然矣）。[\[24\]](#)

种者，梨熟时，全埋之。经年，至春地释，分栽之，多著熟粪及水。

“合肉”埋种的方式有两方面的含义：第一，它不是实行春播，而是实行秋播，目的是利用冬季的低温来影响种子，增强其出芽和抗寒的力量，这是一种自然春化法；第二，这是一种简易有效的自然保存方式，种核在果肉的包裹中，可以不必消毒、干燥贮藏，就能保证安全局种出苗。这是一种很简便有效的方法，但它比较适合于小农经济的条件；因其无法对种核进行考查选择，对现代化的大规模生产不甚适应。<sup>[25]</sup>

板栗也采取播种的方法，但种子的处理方式与桃、梨等有别。《种栗第三十八》云：

栗，种而不栽（栽者，虽生，寻死矣）。栗初熟出壳，即于屋里埋著湿土中（埋必须深，勿令冻彻。若路远者，以韦囊盛之。停二日以上，及见风日者，则不复生矣）。至春二月，悉芽生，出而种之。

这是因为板栗怕干、怕热、怕冻死，所以采取这种湿土埋种的方法。

播种的方法，在《齐民要术》的果树栽培中只占次要的地位，因为人们已经认识到果树的实生苗繁殖存在成熟迟、品质差、性状不稳定等缺点。《种桃》篇指出种桃之所以采用实生苗繁殖的方式，是因为“桃性早实，三岁便结子，故不求栽也”。谈到柰和林檎就指明“不种，但栽之”，因为“种之虽生，而味不佳”（《柰、林檎第三十九》）。《插梨第三十七》虽然讲了实生苗繁殖的方法，但接着就说：

若穉生、种而不栽者，则著子迟。每梨有十许子，唯二子生梨，余皆生杜。

这是说，野生或播种的不但结果迟，而且会产生不可避免的变质现象。这也是我国文献上关于有性繁殖导致遗传分离的最早记载。

在林木生产中也有类似的问题。例如《种桑柘第四十五》指出：“大都种椹，长迟，不如压枝之速。无栽者，乃种椹也。”

为了克服实生苗繁殖的上述缺点，乃有扦插、嫁接等方法创造。

## 扦插、分根、压枝

林木的扦插先秦时代已经出现，但果树的扦插繁殖则始见之于《齐民要术》的记载。扦插的目的在于加速生长和提前结果，这在《齐民要术》亦有明确的论述。如《种李第三十五》云：

李欲栽（李性坚，实晚，五岁始子，是以藉栽。栽者三岁便结子也）。

扦插繁育之所以能提前结果，是因为根据现代生物学上的阶段发育理论，扦插材料在原来的母体中的“发育年龄”是保留有效的。李树播种需要五年才结果，如采用扦插法，扦插材料已有二年的“发育年龄”，则插后三年就能结果。《齐民要术》时代虽然不会产生阶段发育的概念，但他们在实践中已经知道扦插能够使树木加速生长，提早结实，并且对此已经有所总结；这应该说是一个重要的成就。

扦插繁殖中要注意扦插材料的选择。一般要选择当年春天长出的新枝条。如栽安石榴，要“三月初，取枝大如手大指者”；栽杨柳，“从五月初，尽七月末，每天雨时，即触雨折取春生少枝，长一尺以上者，插著垆中，二尺一根，数日即生”，因为，“少枝叶青气壮，故长疾也”。箕柳、白杨亦用扦插法。用作扦插材料的枝条，都要把向下的一头烧二三寸，以防插条中汁液（“伤流液”）的流失。

《齐民要术·栽树第三十二》还引述了《食经》利用芋魁作插条的营养基的方法：

种名果法：三月上旬，斫取好直枝，如大母指，长五尺，内著芋魁中种之。无芋，大芫菁根亦可用。胜种核，核，三四年乃如此大耳。可得行种。

扦插本来就可以加快果木的生长，加上培养基的作用，插条健壮效果更佳。所以是推广优良果树品种的好方法。

扦插，《齐民要术》称为“栽”。但“栽”不但包括扦插，也包括压条和分根；在贾思勰看来，分根和压条都是“取栽”的一种方式。<sup>[26]</sup>而且，分根、压条和扦插在加快生长提早结实的作用和机理上是一致的。对分根的方法，《齐民要术》第一次作了总结：

于树旁数尺许掘坑，洩其根头（露出根部的末端），则生栽（生出可供“栽”的枝条）矣。凡树栽者，皆然矣。（《柰、林檎第三十九》）

关于压条，始见于《四民月令》二月：

自是月尽三月，可掩树枝（埋树枝土中令生，二岁以上，可移种之）。

《齐民要术》称为“压枝”，方法有所改进，有关技术要领的记载更为详尽。《种桑柘第四十五》云：

须取栽者，正月二月中，以钩弋压下枝，令著地，条叶生高数寸，仍以燥土壅之（土湿则烂）。明年正月中，截取而种之。

至于各种果木具体采取什么繁殖方法，则要因不同树种制宜。如柳树枝条生活力强，成活易，用扦插法。枣树极易发生根蘖，优良品种的种仁少，实生繁殖不易保纯，故用分根法；“常选好味者，留栽之”。柰和林檎，“此果根不浮蕨（按指浅根产生分蘖的现象），栽故难求，是以须压也”，所以“取栽如压桑法”。

## 嫁接的理论和方法

我国果木嫁接有悠久的历史，但首先对嫁接的具体的技术及原则作系统总结的，是《齐民要术》的《插梨》篇。<sup>[27]</sup>现摘要介绍如下：

**砧木的选择** 《齐民要术》比较了各种砧木的优劣：“棠，梨大而细理；杜次之；桑梨大恶；枣、石榴上插得者，为上梨，虽治十，收得一二也。”结论是应该“用棠、杜”为砧木。现代科学告诉我们，棠、杜与梨的亲缘近（同科同属不同种），亲和力好，故嫁接成活率高，桑、枣、石榴与梨的亲缘远（不同科），亲和力差，故嫁接成活率低。贾思勰虽然没有亲和力这个概念，但他根据嫁接后果实的品质和成活率高低来确定砧木的种类，是合理的，符合现代科学原理的。同时，从亲缘关系远的枣、石榴与梨的嫁接取得部分成功的事实看，中国古代人民果木嫁接实践所达到的广度和深度是令人惊叹的。

**接穗的选择** 《齐民要术》提出：一，要“折取其美梨枝阳中者”（即优良梨种的向阳枝条），因为“阴中枝则实少”。这非常符合科学道理。因为向阳果枝经常得到阳光的照射，质地致密，发芽力强。这一选择原则现在仍然适用。二，“用根蒂小枝，树形可喜，五年方结子；鸠脚老枝，三年即结子，而树丑。”嫁接能提早结果，道理和扦插是一样的，而效果更为明显（“插者弥疾”）。

所以应选“发育年龄”大的“鸠脚老枝”作接穗，而不选近根部的徒长小枝作接穗。

**嫁接时间** “梨叶微动（叶芽萌动）为上时，将欲开葶（花芽即将开放）为下时。”这也是物候指时的一例。这时休眠期已经过去，叶芽刚刚开始萌动，是果木生命力最强的时候，嫁接容易成活。

**嫁接方法** “先作麻纫，缠十许匝；以锯截杜，令去地五六寸。（不缠，恐插时皮披，留杜高者，梨枝繁茂，遇大风则披。其高留杜者，梨树早成，然宜作蒿竿盛杜，以土筑之令没，风时，以笼盛梨，则免披耳。）斜撒竹为籤。刺皮木之际，令深一寸许。折取其美梨枝阳中者（阴中枝则实少），长五六寸，亦斜撒之，令过心，大小长短的与籤等；以刀微 梨枝斜撒之际，剥去黑皮（勿令伤青皮，青皮伤即死），拔去竹籤，即插梨，令至 处，木边向木，皮还近皮。插讫，以绵幕杜头，封熟泥于上，以土培覆，令梨枝仅得出头，以土壅四畔。当梨上沃水，水尽以土覆之，勿令坚涸。百不失一（梨枝甚脆，培土时宜慎之，勿使掌拔，掌拔则折）。”第一步，把作砧木的树桩用麻皮缠上十来道，在离地五六寸处锯掉（砧木留得高的，要有防风措施）；斜削竹签插入砧木树皮和木质部之间。第二步，斜削五六寸长的梨枝（接穗），斜面通过中心，使大小长短与竹签相等，在斜面开始处绕梨枝表皮轻削一圈，剥去黑皮，但不能伤害青皮。第三步，拔掉竹签，立刻插入梨枝，插到刀削圈的地方为止。这里的技术关键是接穗和砧木的切面要紧贴在一起，“木边向木，皮还近皮”。第四步，用丝绵裹住砧木头部，封泥、掩土、浇水等等。在这里，具体步骤和技术关键都交待得一清二楚。

这种详尽而科学的记录，不但在中国农学史上是空前的，在当时世界的科坛上，也是罕见的。

## 四 家养动物的选种和繁育

### 畜禽的选育

我国古代很早就注意对畜禽优良个体的选育，并从而培育出众多的畜禽品种，桓谭《新论·求辅第三》云：

夫畜生贱也，然有尤善者，皆见识。故马称骅骝驥騄，牛誉郭椒丁栝。[\[28\]](#)  
这方面经验经过长期的积累，到了《齐民要术》，才有了具体的记述和初步的总结。

《齐民要术》重视畜禽的选育工作，把它看作提高畜禽生产能力的重要措施。其畜禽选育的技术原则和特点，可以归结为以下几个方面：

一是母畜选择与仔畜选择相结合，既注意选择具有优良性状的亲本，又尽量使畜禽繁育过程与外界环境条件的变化保持协调。

贾思勰认为母畜对畜牧生产十分重要。他引述了陶朱公“子欲速富，当畜五牯（牛、马、猪、羊、驴五畜之牯）”的经验。“牯”就是母畜。作为这种经验的实践和发展，贾思勰主张可以经常在市场上“伺候”，看到怀孕即将生产的母畜就买下来饲养，“乳母好，堪为种产者，因留之以为种，恶者还卖... 还更买怀孕者。一岁之中，牛马驴得两番，羊得四倍。”又说：“羊羔腊月、正月生者，留以作种；余月生者，剩而卖之。用二万钱作羊本，必岁收千口。所留之种，率皆精好，与世间绝殊，不可同日而语之。”

（《齐民要术·养羊第五十七》）[\[29\]](#)

这里虽然是讲从市场购买母畜进行繁殖的方法，但对于整个畜牧业的选育工作无疑具有普遍意义。至于为什么要选用腊月、正月出生的羊羔作种 [\[30\]](#)，贾思勰有详细的说明：

非此月生者，毛必卷焦，骨骼细小。所以然者，是逢寒遇热故也。其八、九、十月生者，虽值秋肥，然比至冬暮，母乳已竭，春草未生，是故不佳。其三四月生者，草虽茂美，而羔小未食，常饮热乳，所以亦恶。五、六、七月生者，两热相仍，恶中之甚。其十一月及十二月生者，母既含重，肤躯充满，草虽枯，亦不羸瘦；母乳适尽，即得春草，是以极佳也。（《齐民要术·养羊第五十七》）

他指出选择冬羔作种，可以使怀孕母畜处于秋草正肥之时，从而“肤躯充满”，有丰富的乳汁来抚育冬羔，开春“母乳适尽”时又可接上春草；这是通过协调牲畜的繁育时期与环境条件的关系，使母肥仔壮，从而达到“极佳”的效果。

对鸡、鸭、鹅等家禽的选种，也注意贯彻这一原则。例如，鸡种的选留，即要选择“形小，浅毛，脚细短”母鸡（因为这种母鸡“守窠，少声，善育雏子”，即下蛋多，善带小鸡）；又要选择“桑（叶）落时生”（《齐民要术·养鸡第五十九》）的蛋（大概是因为这时在百谷收获之后，鸡的食物比较丰富，生长发育比较健壮）。[\[31\]](#)“鹅鸭，并一岁再伏者为种（一伏者得子少，三伏者，冬寒，雏亦多死也）。”（《齐民要术·养鹅鸭第六十》）也是对其生产性能以及与环境的协调作了综合的考虑。

可见，《齐民要术》的畜种选育工作，已经综合考虑了生物的遗传性和环境条件等各方面的因素了。这和作物的选种育种方法的基本原则是一致的，而更重视对环境的适应与协调和留种时间的选择。

二是选种与相畜的结合；或者说，把选种建立上相畜的基础上。

例如，“母猪取短喙无柔毛者良（喙长则牙多，一廂三牙以上则不烦畜，为难肥故。有柔毛者，焯治难净也）。”（《齐民要术·养猪第五十八》）嘴筒（喙）短的猪善于吃食，消化系统必然发达，因而易于早熟和肥育。嘴筒长的猪近于原始型，牙多，不善吃食，难肥育；有绒毛的猪也养不好。这些都可以在现代养猪的经验中获得验证。[\[32\]](#)又上面谈到要选择短脚浅毛鸡作种，也和现代经验相吻合。现代浙江农谚有“矮脚鸡，勤下蛋，一年下了二百廿”，“矮脚鸡娘勤生子”的说法。此外，多产的母鸡少叫喊，低产的母鸡多叫喊，这种相关现象也是存在的。[\[33\]](#)

《齐民要术》的《养牛马驴骡》篇没有直接谈到选种的问题，但用了大量篇幅介绍相畜的方法，这里面已经包含了选种的内容在内了。应该说，相畜学主要是适应选择畜禽优良的个体的需要（这中间就包含了选种的意义）而产生的。如前所述，在我国，相畜学在先秦时代即已出现，秦汉魏晋南北朝时期又有了重大的发展；而相畜学的存在和发展本身，就是我国传统农学中畜禽选育的突出特点的反映。

三是在选种留种的同时，配合进行畜禽的阉割，把选优和汰劣结合起来。

贾思勰注意畜禽选育工作中寻找公母畜的恰当比例。如《齐民要术·养羊第五十七》云：

大率十口二羝（按，指公羊）（羝少则不孕，羝多则乱群。不孕者必瘦，瘦则非唯不蕃息，经冬或死）羝无角者更佳。（有角者，喜相抵触，伤胎所由也。）拟供厨者，宜剩（按，指阉割）之。（剩法；生十余日，布裹齿脉碎之。）

羊羔腊月、五月生者，留以作种；余月生者，剩而卖之。

现代科学证明，母羊怀孕后能分泌体黄激素，促进新陈代谢的旺盛，提高吸收消化率，所以比未孕母羊要肥。在自然交配的条件下，文中所规定的公母比例也是合理的。而在这里，阉割是保证所留种畜品质优良和比例适当的主要手段。

猪种的选留也和阉割相配合。《齐民要术·养猪第五十八》载：

初产者，宜煮谷饲之。其子三日便掐尾，六十日后犍。（三日掐尾，则不畏风。凡犍猪死者，皆尾风所致耳。犍不截尾，

则前大后小。犍者，骨细肉多；不犍者，骨粗肉少。如犍牛法者，无风死之患。

所谓“犍”就是阉割。为什么小猪产后三日就要掐去尾尖？这是因为这些小猪（主要是指公猪）除留种的以外都要阉割，阉割的猪往往患破伤风而致死，掐了尾就不怕“风”了；而且犍猪掐了尾的，可避免“前大后小”的弊病。犍猪除了可以保持种猪的合理比例以外，还有利于饲养和肥育，使猪骨细肉多。

在《齐民要术》中，家禽的公母比例也有规定，鹅是“三雌一雄”；鸭是“五雌一雄”；鸡是“雌鸡十只，雄鸡一”（引《农政法》）。为了保证这种比例的获得，阉割也应该是主要手段之一。

## 家畜的远缘杂交

中国古代畜牧业不但有通过种内杂交培育优良品种的丰富经验，而且有进行种间杂交的成功实践。最突出的就是由马和驴杂交产生的骡。而骡的培育成功首先是北方少数民族的贡献。《逸周书》载伊尹为四方朝献令，规定正北的方国的献物中有“馱馱”一

项。所谓“馱馱”，就是以马为父本的骡；而区别于以驴为父本的的。<sup>[34]</sup>骡之传入中原，不晚于战国；但直至汉初，它仍然是珍贵难得之物，被中原人视为“奇畜”。西汉时代，北方的牲畜大量引入中原，尤其是魏晋南北朝，由于北方游牧民族纷纷进入中原，也带来了他们的生产习惯和生产技术，并加速与中原文化的融合。所以，《齐民要术》第一次记述了马驴杂交培育骡的方法和有关技术原则，这不是偶然的。

，驴覆马生，则准常。以马覆驴，所生骡者，形容壮大，弥复胜马，然必选七八岁草驴（母驴），骨目（骨穹，指骨盆）正大者：母长则受驹，父大则子壮。草骡不产，产无不死。养草骡，常须防勿令杂群也。（《齐民要术·养牛马驴骡第五十六》）

上述记载有三点尤可注意：一是明确指出马和驴杂交所产生的变异，其后代表现出强大的杂交优势，尤其是马骡，“形容壮大，弥复胜马”；二是要重视亲本的选择，要选择骨盆大的母驴和健壮的马驹，它们直接影响到所产生的杂交后代的质量；三是指出了远缘杂交后代不育的事实，因此要防止母骡与其他畜群的混杂。

这些总结不论在农学史上，或是在生物学史上，都具有重要的意义。而其中包括了我国北方少数民族的实践经验在内。

---

<sup>[1]</sup> “精也者，气之精也。”“凡物之精，比则为主，下生五谷，上为列星。”“人之生也，天出其精，地出其形，合此以为人。”

<sup>[2]</sup> 如“臑口”是人类的原始型，“毛犛”是兽类的原始型等。

<sup>[3]</sup> 苟萃华：《再谈〈淮南子〉书中的进化观》，《自然科学史研究》，1983年第2期。

<sup>[4]</sup> 所谓“天地合气”，《自然》篇有更具体的描述：“天覆于上，地偃于下，下气蒸上，上气降下，万物自生其中间矣。”

<sup>[5]</sup> 《论衡·物势》：“天地合气，人偶自生。”“天地不能故生人，则其万物亦不能故也。天地合气，物偶自生。”这种“合气生物”的思想，也从《淮南子》吸收了思想资料。如《淮南子·本经训》云：“距日冬至四十六日，天含和而未降，地怀气而未扬，阴阳储与，呼吸浸潭，包裹风俗，斟酌万殊，旁薄众宜，以相呕啣酝酿，而成育群生。”

<sup>[6]</sup> 《奇怪》篇所批判的，有的如刘邦母亲与神龙交接而生刘邦的传说，完全是汉朝统治者编造的谎话，有的如禹母吞薏苡而生禹，原是一种图腾传说，但后来也被统治者神化了。

<sup>[7]</sup> 王充在《论衡·讲瑞》时引述过以下一种意见：“凤凰麒麟，生有种类，若龟龙有种类。故龟生龟，龙生龙，形色大小不异前者，见之父，察其子孙，何谓不可知？”虽然王充对这种的论调是持批评态度的，但他批评的只是“瑞物有种类”的观点，而不是种类相传的观点；这也说明物种特性代代相传，已成为人们的常识了。

<sup>[8]</sup> 王充在《论衡·初禀》篇中举出上引这个例子，是为了论证“富贵命定”的观点，这是不对的；但也说明种子对延续生命、遗传种性的作用已是当时人们普通的常识。

<sup>[9]</sup> 参阅苟萃华等：《中国古代生物学史》第16章，科学出版社，1989年。

<sup>[10]</sup> 林奈认为，物种是这样一群生物，它们之间性状很相似，不同个体之间的差异，好比同一家庭里不同成员的差异。它们之间可以进行杂交，并产生能生育的后代。不同物种之间则不能进行杂交，即使杂交了，也不能产生能生育的后代。

<sup>[11]</sup> 这是由于导花授粉形成种子的杂种性，所以差异性很大。

<sup>[12]</sup> 《南方草木状》也谈到了环境改变引起植物变异的例子：“芫菁，岭峽已南俱无之，偶有士人因官携就彼种之，出地则为芥，亦橘种江北为枳之义也。”

<sup>[13]</sup> 参阅游修龄《〈齐民要术〉及其作者贾思勰》第93页，人民出版社，1976年。

<sup>[14]</sup> 参阅本书第一编第六章第一节“一 品种培育和对农业生物遗传变异性的认识”。

<sup>[15]</sup> 《齐民要术》非常重视种子的保纯，《收种第二》说：“种杂者，禾则早晚不均，春复减而难熟，粟卖以杂糅见疵。炊爨失生熟之节。所以特宜存意，不可徒然。”

<sup>[16]</sup> 参阅《中国农业科学技术史稿》第280—281页，表5—2。



[17] 当时人们已经认识到品种株形的高矮与作物的产量和质量有密切的关系，详本章第节

[18] 缪启瑜：《齐民要术导读》第243页。巴蜀书社，1988年。

[19] 如“葱性热，多喜沍郁；沍郁则不生”；种韭，“芽不生者，是沍郁矣”。

[20] 如胡荽种子晒后要搓开，使果实内两粒种子分离，突变果柄，露出种孔。晒后要剥掉鳞茎外层的“萼余”（干膜），切掉下面的“强根”。种葵：“临种时，必燥曝葵子。（葵子虽经岁不沍，然湿种者，疥而不肥。）”

[21] 这种自然春化法，直到现代仍在民间流行。本编第五章谈到的太行山区冬至后用雪水浸种的“七七小麦”，就属于这类技术。又北京近郊一带，在冬季把小麦播种在土中，称作“冻黄”，也有在冬至后将种子播下，让雪覆盖，称作“闷麦”；在蔬菜栽培方面则有太行山区的“住冬八瓣蒜”等。转见钱伟长《我国历史上的科学发明》第3—4页。重庆出版社，1989年。下面将要谈到的蚕卵低温催青技术也可以归入这个范畴。

[22] 本节论述主要依据浙江农业大学理论学习小组：《〈齐民要术〉及其作者贾思勰》

[23] 又如“种柘法：耕地令熟，耨耩作垅。柘子熟时，多收，以水淘汰令净，曝干。散讫，劳之。”“楮宜涧谷间种之。地欲极良。秋上楮子熟时，多收，净淘，曝令燥。耕地令熟，二月耨耩之，和麻子漫散之……”

[24] 种桃还有一种方法，不是合肉全埋，而是把新鲜果核埋在放了牛粪的向阳的深坑中，至春出芽时，连核对一起种下。“桃熟时，于墙南阳中暖处，选取好桃数十枚，擘取核，即内牛粪中，头向上，取烂粪和土厚覆之，令厚尺余。至春桃始动时，徐徐拨去粪土，皆应生芽，合取核种之，万不失一。其余以熟粪粪之，则益桃味。”

[25] 现在关中有些地方仍采用全桃埋种的方法，据果农反映，发芽早，生长快，结果大而多。转见缪启瑜《齐民要术导读》第119页。

[26] 我们这样说，在一定意义上把问题简化了。事实上，“栽”的含义更广阔些；苗木的移植也称为“栽”。这是一方面。另一方面，“栽”又可以包括在广义的“种”的范围内。如栽柳可以称为种柳；栽李可以称为种李。但从狭义看，可以把播种称为“种”把扦插、分根和压条称为“栽”而与嫁接（“插”）相区别。有的学者认为《齐民要术》从来没有把扦插和扦插材料称为“栽”（缪启瑜《齐民要术导读》第69页），这是不完全符合实际的。例如李树和安石榴的扦插都称“栽”。中国古汉语的语法，动词和名词可以互相转化。扦插称“栽”，则扦插材料也可称“栽”。

[27] 嫁接，先秦时代已经有了，但具体技术则缺如。汉代的《汜胜之书》，记载了区种瓠的靠接方法：“即下瓠子十颗；复以前粪覆之。既生，长二尺余，便总聚十茎一处，以布缠之五寸许，复用泥泥之。不过数日，缠处便合为一茎。留强者，余悉掐去。引蔓结子。子外之条，亦掐去之，勿令蔓延。”

[28] 《艺文类聚》卷93，转见《全后汉文》卷13。

[29] 贾思勰重视母畜的选择，但并不轻视公畜的选择。例如，谈到留作种羊的公畜时指出，“羝无角者更佳”。

[30] 贾思勰指出：“常留腊月、正月生羔为种者上，十一月、二月生者次之。”

[31] 《齐民要术·养鸡第五十九》：“鸡种，取桑落时生者为良（形小，浅毛，脚细短者是也。守窠，少声，善育雏子）；春夏生者则不佳（形大，毛羽悦泽，脚粗长者是。游荡饶声，产乳易厌，既不守窠，则无缘蕃息也）。”这里谈到对母鸡的选择和对下蛋时间的选择；两者之间似乎没有严格的对应关系，因而对上述引文不宜作机械的理解。

[32] 梁家勉主编：《中国农业科学技术史稿》第302页，农业出版社，1989年。

[33] 鸡的生产性能同它的体型结构有着密切的相关。一般产卵量高的鸡，体型都偏小，（肉用鸡偏大），体质细致，羽毛紧凑，腿脚较矮（即所谓脚细短）。成年鸡的体重只有两斤左右，但产卵量却较高，每年可达两百个以上。详见浙江农业大学理论学习小组：《〈齐民要术〉及其作者贾思勰》第74—75页。

[34] 《说文》“𩇑，驴父马母也。”“馱駉，马父子也。”段注：“谓马父之骡也，以别于驴父之骡也。今人谓马父之骡为马骡，谓驴父马母者为驴骡。”