

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

布尔班克



布尔班克

路得·布尔班克是美国卓越的植物育种家，也是世界上最著名的植物育种家之一。在他一生半个多世纪的育种实践中，培育了大量的果树、蔬菜、花卉、林木以及其他农作物新品种，被人们称为奇异的“植物魔术师”。

一、大自然的爱好者

一百多年前，在美国加利福尼亚州的圣罗萨城郊外有两个小小的农场，农场的土地上生长着各种各样的植物，有些植物是土生土长的“本地居民”，有些植物是“外国移民”，还有一些植物是“本地居民与外国移民的杂交后裔”。它们济济一堂，相处得非常融洽。春天，它们以千姿百态的花争奇斗艳；秋天，它们用丰硕香甜的果实竞赛高低。在那些年月，谁要是到这两个农场去观光，没有不被这些奇花异果所陶醉的。

这两个农场的主人是一位四十开外的中年人，他身材中等，容貌清秀，体格强壮，他的名字叫做路得·布尔班克。可以说，这两个农场完全是他通过艰苦卓绝的劳动建立起来的，在这两块毗连的土地上，洒满了他辛勤劳动的汗水，留下了他交叉纵横的脚印。直到他逝世，整整50年间，他一直孜孜不倦地在这两块土地上辛勤地工作着。他以这些本地的和外地的植物为基础，培育出了无数的前所未有的新奇植物。他就像魔术师变戏法那样令人感到惊奇，因此人们称赞他是“植物魔术师”。他的许许多多成就给美国和世界上的人民带来了巨大的经济利益。在植物育种史上，他不仅是美国的传奇人物，也是世界著名的传奇人物，一百多年来，一直为人们所称道。

布尔班克于1849年3月7日生于美国东部马萨诸塞州乌斯特县兰卡斯特镇，他的祖先是英吉利苏格兰人。父亲撒姆尔·布尔班克是一位农场主，为人勤劳、诚实，他有一个1200亩大的农场。农场位于兰卡斯特镇以北约5公里的地方，小布尔班克就出生在这个农场里。母亲阿丽弗·布尔班克，共生了5个孩子，她比布尔班克的父亲多活了许多年，寿命几乎达到一百岁。她是一位仁慈的人，十分热爱自然，有诗人的气质，但同时又是一位极讲求实际的人。布尔班克的父母一生都在不停地操劳，他的母亲晚年就住在圣罗萨布尔班克的家里，仍然经常参加劳动，并密切注意周围发生的一切事情。布尔班克认为他诚实的父亲、仁慈的母亲和多才的姐姐是他一生中最大的鼓舞力量。尤其是对他的母亲，布尔班克始终怀着深厚的感情，他认为他对花卉的热爱是母亲遗传给他的。据说，布尔班克在婴儿时期便喜欢花花草草。

布尔班克生长在乡间，从小就对大自然产生了深厚的感情。在田野间采花，在阳光下嬉戏，陶醉于鸟儿的歌唱，是布尔班克和同龄的孩子们的天性和乐趣。布尔班克的堂兄对他的影响也很大，常和布尔班克住在一起，彼此亲密无间，两人常常在森林中漫游。布尔班克从堂兄那里学到了不少关于岩石、花卉和树木的名称。马萨诸塞州的农村给年轻的布尔班克提供了大自然美的感受，也激发了他对自然界奥秘进行探讨的兴趣。他的科学素养也来自一伦叔父，他是一位科学家。通过科学家叔父，布尔班克会见了当时著名的自然科学家路易斯·阿格西斯。阿格西斯向他介绍了植物生长的复杂过程，如：植物要形成种子必须要有花粉进行授粉，而花粉是由昆虫、鸟儿或田野的风授粉的。布尔班克完全被奇妙的大自然给迷住了。

布尔班克小时候体质比较弱，不能像其他孩子那样去参加比较激烈的游戏，如滑雪、溜冰等，他就经常帮助邻居照看田间的玉米，或者玩一些普通的连字游戏，即使是上学以后，布尔班克所向往的仍是到田间去寻找孩子们的乐趣，夏季采野花，冬季在胡桃林、桦木、栎树和松树林中玩耍。他喜欢在他父亲的农场劳动，特别是愿意跟着父亲坐在拉砖的牛车上往返于附近村镇的田间大路上。

布尔班克在当地乡下念了几年书，后来进了兰卡斯特学院。这是一所程度很高的预备学校。布尔班克很聪明，也爱学习，在这个学院里从第一学期起他就一直名列在前十名优秀生的光荣榜里。在这期间，布尔班克感到学习是愉快的，也是有用处的。在学院里，布尔班克很喜欢绘画，对机械和设计课程也特别感兴趣。他的父亲看到儿子的这些表现非常高兴，断定他会成为一位机械师。但是布尔班克的身体不适于进一步从事机械制造工作，工厂里的栎木细粉很快使他的健康受到损害。由于身体脆弱，他决定去学习医学。如果不是他父亲的去世，他很可能在一个医科学校毕业成为一名医生。但是父亲的逝世改变了他的一切计划，他在医科学校的学业不得不中断了。不过，他认为在机械方面和医学方面所学到的知识并非无用，恰恰是机械的设计和制造方面的知识对布尔班克以后在植物学中的首创性工作非常有用，而生理学、卫生学和医学方面的知识可以用来帮助布尔班克解释他的植物试验。

在布尔班克的少年时代，达尔文的思想在知识界和宗教界引起了很大震动。达尔文的《物种起源》一书在 1859 年出版之后，新英格兰迅速地受到了这个新学说的影响，对这个学说展开了激烈的争辩。在布尔班克的家中，这也是大人们经常谈论和争辩的内容之一。达尔文这本破除迷信和传统观念的巨著问世时，布尔班克只有 10 岁，布尔班克正是在人们以极大的热忱传播这本书的思想的那些岁月长大成人的。达尔文在他的书里，以前人的发现和自己亲身考察过的大量事实证明：动物和植物不是上帝的特殊创造，而是在漫长的进化过程中逐渐发展起来的，一切生物都是进化的，各种生物的形态和结构虽然千差万别，但所有生物都不过是伟大生命母树上的一些分枝，人类本身也是进化锁链上的一部分。

年轻的布尔班克深深地被这种崭新的思想吸引住了，他很快地看出这种新思想所开辟出的广阔前景。布尔班克写道：“这本书不单鼓励了我，也迫使我采取行动。它激起了我的幻想，使我洞察了植物界的情形，并且在我的心中引起了一种坚强的欲望，即到田野中去为书中仅仅提示的那些问题寻找答案。”

布尔班克从达尔文的著作中认识到，一切生物都是由低级类型进化而成的，因此物种不是固定不变的，而是可塑的，它们会顺从环境的影响。于是布尔班克决定按照自己的理想去进行塑造植物的尝试。

布尔班克从小热爱自然，在亲友的影响和多年学校教育中，培养了他对于科学的兴趣和素养，童年时期在父亲农场上从事农业、园艺和果树种植方面的工作，使他受到了具体而又富有成效的训练。所以，他在卢能堡买了一块 100 亩大的土地，开始种植蔬菜和培育种子。很快的，布尔班克取得了一些成就，为了满足提早上市的需要，他找到了改良和栽培甜玉米的方法，用玉米和各种豆类进行了一些杂交试验，他的园艺产品一般总是具有异乎寻常的品质。当时，他以一种新的好奇心研究了园中的每种植物以及田野和森林间的各种灌木、乔木和花草，他总是首先注意到它们的变异倾向。他看到一个物种的个体虽然有相同的地方，但是它们在花的形状、颜色、大小和数目等各方面常常是不同的。他准确地记录了那些微小的变异，并且提出了一个很重要的问题：能不能应用这些变异来进一步培育出新的品种呢？

布尔班克在最初的一些试验中获得了不少的知识，为日后的植物育种打下了基础。但是，布尔班克很快就发现，马萨诸塞州严酷的自然条件限制了他努力从事的工作。短的生长季节和漫长寒冷的冬天妨碍了布尔班克对植物

更多世代的观察，他要把全部时间和精力都投入到植物育种工作中，希望一年中能看到两代或三代植物，于是，布尔班克决定离开新英格兰，搬迁到西部太平洋沿岸的加利福尼亚去。

非常幸运的是，1870年当布尔班克21岁时，他培育出了一个崭新的马铃薯品种，这个丰产的新品种帮了他的忙，卖马铃薯的钱足够支付旅途的开销了。当时在加利福尼亚发现了金矿，人们纷纷踏上淘金之路，布尔班克夹杂在淘金人流中奔向加利福尼亚，他却是要在同一块土地上攫取另一种不同的财富——培育对人类有益的各种新型植物，包括果树、花卉、蔬菜、粮食作物、其他经济作物乃至牧草。

火车经过十多天的长途运行，终于把布尔班克送到了加利福尼亚。布尔班克找到一块他认为最满意的地方，着手开展他的工作。他先是租了几英亩地，创建了一个小苗圃，开始培育果树苗。最初的工作是相当困难的，由于这个叫圣罗萨的地方当时是一个产麦区，当地农民并不知道那里适于发展果树，更不了解栽培果树的巨大经济利益。另外也由于果树生长时间长，不可能在短期内结果，所以农民都不大习惯种植果树而宁愿种植谷物。布尔班克这个来自异乡的陌生人在最初的日子里，靠着他的顽强毅力和对工作一丝不苟的精神，度过了收入不景气的难关。在十年之中，他终于打开了局面，通过他的示范和宣传，农民们逐渐认识了在这里种植果树的好处。另外还由于布尔班克能够用各种植物做出一些非凡的事情以及他的诚实精神而逐渐获得了人们的尊敬。布尔班克苗圃也从此名闻远近。

1881年春天，布尔班克接受了一次提供两万棵李树苗的订货。三月定购，同年秋季交货，这样的事情在当时还没有一个人办到过。但是，布尔班克凭着他的智慧和经验，早已胸有成竹。他从市场上买来扁桃种子，因为扁桃种子萌发的速度很快，而其他核果类果树种子则不可能萌发得那样迅速。扁桃的实生苗可以用作李树的砧木，在扁桃苗上嫁接李树是相互亲和的。布尔班克把扁桃种子播种到准备好的苗床内，不到两周就萌发出来。到夏天，扁桃已长到一定的粗度，足以在上面嫁接的时候，布尔班克雇用熟练的芽接工把李树的芽子嫁接上去。经过10天左右，李树的芽子与扁桃砧木很好地愈合在一起，这时，布尔班克把扁桃树苗的顶梢折弯，由于扁桃苗顶端失去生长优势，可以促使下面接上去的李芽萌发，不几天，每棵扁桃树上的李芽都长出来了。布尔班克小心地把它们绑在扁桃树干上，长到30厘米高时再在接口上方把扁桃苗全部剪去。经过这样的处理，李树苗生长得很快，到8个月以后，所有的李树苗全部达到了出圃的标准，两万棵李树苗全部交给了订户。

两万棵李树栽培成功的惊人事迹为布尔班克的信用作了有力的宣传，也为他日后的植物育种工作起了广告效果。在从事苗圃业中，布尔班克站稳了脚跟，来向他购买果树苗的人越来越多。

随着布尔班克事业的兴旺发达，需要更多的土地。布尔班克买下圣罗萨谷中央一块被人忽视的贫瘠的土地，决心改造它。通过排水和施肥，原来贫瘠的土地变得肥沃了，布尔班克就利用这块土地培植果树苗。他要把一生最美好的时间用来从事植物实验和培育新品种，让千千万万的植物为人类服务，他认为这才是对人类幸福贡献了自己的力量。此后，布尔班克把主要精力投入到植物育种方面来。从1885年起，在布尔班克以后的40年中，他一直在土地上从事塑造植物的实验工作。

为了事业，布尔班克又买下了塞巴斯托堡农场。在圣罗萨农场和塞巴斯

托堡农场，他栽植了各种各样的植物，这些植物有的来自国内其他各州，有的来自别的国家，其数目可能多于世界上任何同样大的一块土地上曾经生长过的植物。布尔班克植物育种的方法要点就是通过杂交把久已分离的植物家系带到一处，使它们的遗传因素（即后来所称的遗传基因）发生联系和结合。这样，就把不同的遗传因素包含在新的世代中，通过遗传基因的分离和重组，有可能创造出新的变异类型，在大量的变异个体中挑选合乎人们所希望的，这就是培育植物新品种和新种的工作。由于布尔班克的辛勤劳动，于是，在他的实验园地里充满了来自每一个大陆的植物，包括像中国、日本、朝鲜、菲律宾、印度、新西兰、澳大利亚、哥伦比亚、巴西、智利、阿根廷、墨西哥、法国、西伯利亚、阿拉斯加、南非、北非等许多国家和地区。布尔班克的农场真正成了一个“世界植物园”，而无数新奇的植物也魔术般地被接二连三地培育出来。

布尔班克认为，植物育种就是“产生新的植物类型，以求改善人类的衣、食、住，并且创造有新香味和新颜色的花以便使生命更加美好。”布尔班克的一生，就是在为这一崇高理想而奋斗。

二、全新植物类型的创造者

前面已经提到，1872年布尔班克还在马萨诸塞州的时候就培育过马铃薯新品种，那时他刚满23岁。

马铃薯是当时美国东部各州广泛种植的一种农作物，它的祖先是生长在智利的荒凉山坡上的野生马铃薯。这种马铃薯的繁殖完全依靠种子而不是依靠块茎。在很早的时候，人们就已将野生马铃薯引入栽培，在漫长的岁月中，人工栽培已经使马铃薯不必再依靠种子来繁殖后代，而是直接用薯块来繁殖。长此下去，马铃薯的种子就显得没有什么重要意义了，栽培马铃薯的人平时也只关心马铃薯薯块的产量，而不管它是否开花结籽。

但是布尔班克作为植物育种家却认为，在植物改良中，每粒种子都贮藏着它祖先的倾向，用播种种子获得实生苗的办法，可以改良马铃薯的现有品种。然而这需要极大的耐心。1862年和1863年布尔班克曾培育过马铃薯的实生苗，结果改进却不大，但他并不灰心，继续寻找机会。他注意到当时另一种广泛栽培的“罗斯早熟”马铃薯很不容易产生一个种子球，而他却以敏锐的眼睛无意中在自己的“罗斯早熟”马铃薯地里发现了一个种子球！这是百年难遇的机会，布尔班克喜出望外，几乎每天去看它，一直等待着这个种子球的种子长到成熟。终于，种子球完全长熟了，布尔班克取出种子，把这些包含了“罗斯早熟”马铃薯的丰富遗传性的种子播在地里，每一粒种子都萌芽了，生出了小叶，最后都长成茂盛的马铃薯植株。这些植株虽然都没有开花结籽，但在它们的地下部分长满了大大小小的块茎。

晚秋，挖掘马铃薯块的日子来到了，布尔班克小心翼翼地把每一株马铃薯挖出来，发现是一堆奇形怪状的小薯块，另一堆则薯块较大，但芽眼极深，还有一些是红色的，或是白色而粗糙的薯块，也有一些是外皮白色而光滑。布尔班克果断地抛弃了所有奇形怪状、芽眼深的、薯块虽大而不耐贮藏的品种，只保留了两块表面光滑、颜色发白，在各方面都优于曾经见过的任何马铃薯的薯块，把它繁殖成活下来。这株马铃薯的后代形成了一种新类型，这种新型马铃薯后来被人认为是举世无双的，值得用培育者的名字来命名，于是就把它叫做“布尔班克马铃薯”。

布尔班克马铃薯相当高产，同时品质相当好。这一新品种来得非常及时，在美国历史上它是为拓荒者们设计的一种植物，对于美国这个当时正在成长的国家发生了很大的作用，在战后重建家园的那些日子里，这种马铃薯成了拓荒者们的主要食物。它的另一最大贡献是使人们知道，改良植物的价值在于增加收获量而不需要增加任何费用。

继布尔班克马铃薯之后，布尔班克又育成了一些著名的李树新品种，其中最早育成的是布尔班克李和萨摩李等。

那时布尔班克已迁居到加利福尼亚，一天，他偶然看到一篇关于一个美国水手在日本的漫游记，书中提到那个水手吃过一种果肉红色、品质优异的李子。这种红色的李子吸引了布尔班克，他便请人专程去日本运回一批这种李苗。他把这些实生苗长出的枝条嫁接在金岭农场较老的李树上，使它们很快结了果。当时在日本广泛流行的李树繁殖方法是用种子，而不是像美国和欧洲国家那样用嫁接法。所以，布尔班克手中的这些日本实生苗都具有混合的遗传性，是杂交的产物。因此，收获之后，在最好的两棵中有一棵果实特别大，圆锥型，颜色红而且外面有白色的粉衣。无论是外貌、大小、滋味、

香气，这种果实都是非常悦人的。布尔班克非常喜欢它，因而很快使它成为一个极为可贵的新品种。后来，布尔班克把这种李介绍给美国农业部的果树栽培专家，在专家的建议下，加利福尼亚很多地方开始栽培这种李，布尔班克的名字又一次被用来命名他所培育出的新品种。从此，布尔班克李以它独特的外观和品质著称于世。在美国东部市场上尤其受到欢迎。

最好的两棵之中的另一棵也结出了特殊的果实，它的果肉是红色的，这正是那位美国水手在书中描述过，使布尔班克极为感兴趣的那种。因为果肉红色的李在欧洲李和美国李中是从未出现过的，另外，除了颜色，这种李还有一些特点，果形是圆球状，平均直径达5厘米，红色的果皮上覆盖着一层厚厚的浅蓝色的粉衣。果实成熟时非常可口，适于鲜食，也可以用来做果冻和果酱。因为本身的红色，所以做成果冻、果酱就不需要另加颜料了。布尔班克李和萨摩李都是布尔班克进行人工选择培育的结果。

在核果类果树中，樱桃也是一种容易发生变异的果树。同大多数果树一样，在培育新品种时，育种家必须利用实生苗。布尔班克深深地了解，植物变异倾向的存在是一件好事情，可以说，没有变异，也就没有育种工作。

樱桃是一种与众不同的果树，它的果实成熟很早，常常是在初夏成熟，因为它的果实上市时间正是缺少水果的日子，所以它显然具有特殊的经济价值。樱桃的果实虽然不及桃、李、杏的果实大，但它具有诱人的外观：长长的果柄，鲜红的或深紫色的果实，晶莹细润，玲珑剔透，就像珍珠和玛瑙一般，深受人们喜爱。

樱桃是一种早熟的果树，但是能不能在现有的樱桃中选育出更加早熟的品种来满足市场呢？布尔班克认为是完全有可能的。为此，他把从各个地区取得的樱桃变种进行了杂交，这些变种来自俄国、日本、美国东部以及加利福尼亚。他先是用“早熟紫樱桃”同“鞑靼黑樱桃”进行杂交，在以后的进一步杂交中，他又把俄国樱桃、法国樱桃、英国樱桃和其他樱桃的遗传性添加进去，希望育成理想的樱桃新品种。

当然，仅仅把早熟作为目标是不够的，早熟的樱桃还应当同时具有丰产、果粒大、品质好、适合运输等特性才具有较高的商品价值。所以在选育樱桃新品种时，必须注意到多种理想品质的结合，布尔班克的樱桃选种目标，固然必须以早熟为第一位，但它还必须是果实大、颜色鲜艳、味道甜、抗性强（包括抗霜冻、抗病虫、抗鸟害、抗日晒）、耐贮藏、耐运输，同时还必须是丰产的。这里已经是10个以上的优良性状的结合了，而10个优良性状的结合在它们后代出现的机会只有一百万分之一左右。所以，布尔班克必须进行大量的杂交试验，从大量的实生后代中耐心细致地选择。

经过多年实验，布尔班克终于育成了巨型樱桃。这是一种美观、个大而丰产的品种，在一切性状上无与伦比。它的成熟期比以往任何一种樱桃还早熟两星期，市场上根本没有能同它竞争的品种。布尔班克的目标达到了，他是借着坚持不懈地年复一年地选择那些表现早熟的实生苗而取得的。

无核李是布尔班克创造的又一个奇迹。一位著名的果树栽培专家在布尔班克的李树旁，切开一只李的果实，那位果树专家用刀子小心翼翼地尽可能避开果实中心以免碰到核，却意外发现当刀子最后将李子切成两半时竟没有碰到任何阻碍！这就是布尔班克培育的一种无核李。他是怎样创造了这个奇迹呢？

早先，布尔班克听说有一种所谓没有种子的李，生长在法国，法国人视

为珍奇。1890年，布尔班克想办法得到了这种李的一些接穗，他把接穗嫁接在一株李树上，使它们结了果。果实是青蓝色的，很小，只有野浆果那么大，味道也极酸，果肉松软，无论生吃还是熟食都不适宜，树的外表也其貌不扬，只能算是一种杂乱多刺的灌木，谈不上什么价值。另外，这种李号称“无核”，实际上只能说是部分无核或核发育不完全。果实中含有相当大的种仁，种仁外面有一层厚的核壳，半盖着种仁。虽然这样，布尔班克还是发现了可以用作育种的原始材料，通过杂交和选育，可以在后代中发展这种半无核的特性，从而培育出完全无核的新品种。

第二年，布尔班克用法国制果干的李树花粉以及其他李树的花粉给“无核”野李授粉，得到了一些杂种实生苗，把这些杂种实生苗再行嫁接使它们提早结果。当然，在这些后代中果实是比野李增大了好多，但大都品质不理想，而且依然有核，其中极少数部分无核。布尔班克就用这些半无核的后代继续实验，以后进一步杂交的后代在各方面都表现了某种程度的进步。布尔班克把来自无核李的实生苗仍然嫁接在老龄树上，为了促使实生苗提早结果，这种方法是布尔班克经常采用的。就这样，经过反复多代的杂交、培育和选择之后，出现了很显著的进展：果实的个儿增大了，品质提高了，果实中的核片由大变小。1904年，布尔班克由许多实生苗中得到了两株李树，这两株李树外观良好，品质优良，产量很高，果实几乎全是无核的。通过布尔班克前后近15年的辛勤劳动，最后终于在李的果实中除去了核。在布尔班克名为“胜利”的无核李中，残余的核无论在体积还是重量上，都不超过果实的千分之一。

布尔班克无核李的育成是当时举世无双的成就。这项工作是相当困难的，因为“无核”这一特性是与生物体本身的愿望背道而驰的。生物生存的目的——如果说它有目的的话——是为了种子，为了传宗接代。果树在春天开出美丽的花，并不是为了招徕人们去观赏，而是在召唤昆虫替它们传粉，通过传粉而生长种子。它们在种子的外面长着甜蜜的厚厚一层果肉，一方面是保护里面的种子，另一方面又是在召唤人们和鸟兽替它传播种子。核果类果树果实内的种子并不多，一个果实里面只有一粒，李也是这样。但是人的需求与生物本身的需要往往是不一致的，“无核”，对于李树本身有害，但人类却非常欢迎它，并希望发展它。布尔班克培育无核李，就是希望植物服务于人类，在选育过程中，他必须要逆着果树固有的遗传性，发展和积累植物变异的倾向；这是困难之一。另外，正如在培育其他果树时所遇到的问题一样，人们对李的需要除无核而外，还要求它丰产，果实硕大，外观动人，味道鲜美，或适于制干，或适于生食，这就需把无核特性与这些众多的特性结合起来。如果只管发展无核这一特性，而置其他特性于不顾，同样也是无的放矢。所以布尔班克实际上要克服两种遗传倾向：一方面，他要克服李的传统的生长核的倾向，另一方面他又克服野生李缺乏优良栽培性状的倾向。

然而，尽管这项工作的困难性是如此之大，但是由于布尔班克对于植物遗传变异性的深刻认识和坚持不懈地实验，目的终于达到了。他不但育成了“胜利”无核干用李，还育成了名为“奇迹”的无核李，这些无核李构成了李树的一个新族。

无核李的育成无疑会受到消费者的欢迎，这是从人们的常识和习惯上可以清楚地了解到的，因为李的核对食用者毫无用处。也正因为如此，培育无

核李才具有极大的经济价值。但是布尔班克认为培育无核李还有另一方面的理由，这是从果树本身考虑的。果树要生长种子外面的硬壳是相当费营养的，生长李核、桃核、杏核硬壳的坚实材料比生长果肉的材料要多几倍，甚至几十倍。因此，核果类果树在开花授粉结籽之后，都有一个相当长的硬核期，在这个时期里，树体的营养物质要供给果实生长那个硬核，因而果肉就不能生或生长很慢，必须等到核长好以后，才能重新使果实生长肥大。所以，可以预测到，如果其他条件都一样，那么一株结无核果实的树在产量上至少会比一株结有核果实的树大两倍。正因为这样，所以布尔班克把培养无核李这一巧夺天工的工作叫做“教导植物节约的一个实验”。

桃是一种色、香、味俱美的果实，但美中不足的是桃外面往往生有密密的绒毛，这些绒毛也许是为了抵抗昆虫、病菌的袭击而生成的，对桃本身是有利的，但吃桃的人大多不喜欢。有些神经敏感的人见了毛就不寒而栗，就像见了老鼠和蛇那样可怕。因此，去掉桃果上的绒毛似乎是人们的一种愿望。

有一位种果树的人对布尔班克说：“布尔班克先生，您为什么不除去桃上的绒毛呢？只要您能除去那层绒毛，我们大家会捐款为您建造一个纪念碑。”

布尔班克回答说：“在你我出世的千万年之前，自然已经除去了桃上的绒毛了。您知道的油桃就是这样没有毛的桃。”

“但油桃是完全不能算桃的”，对方反对说，“如果油桃能叫做桃的话，那它也只是一种失去了美味的桃。我们要的是一种无绒毛的真正的桃，能保留桃的真滋味。”

“好吧，既然如此，我想用不了很久就能满足您的要求。”布尔班克诙谐地回答说，“我把我的实验推进一两步，然后我就准备向您要那个纪念碑了。”

桃和油桃是“堂兄妹”，它们的树形和果实外貌极相似，血缘也很相近，在自然界它们甚至可以互相转变，在有毛桃的后代中有时偶尔会出现一个结光皮果实的植株。正因为如此，所以布尔班克认为桃的祖先类型应当是油桃，即光皮桃，只是在很早以前光皮桃发生芽变或突变才产生了有毛的桃，现今的桃就是那种有毛桃繁衍的后裔。

桃和油桃很容易杂交，在果园中，这种“堂兄妹”的联姻蜜蜂就可以帮忙。布尔班克在1895年用白油桃的花粉给“穆尔”桃授粉。白油桃有一种优美的香气，个儿大，核也大，果肉是白色的，它有光滑的果实，但吃起来太酸；而穆尔桃很甜，有坚实的黄色果肉，核很小，离核。布尔班克希望把白油桃和穆尔桃的优良特性综合在一起，使果实既香甜爽口又把绒毛去掉。经过五六代的培育，布尔班克终于又达到了目的，培育出一系列优良的光皮桃品种，“优质桃”、“国桃”、“丰产桃”就是其中的优秀成员。布尔班克这样描述“丰产桃”：

“这种桃是健壮的，每一季它都满满地结了一树甜美无比的果实。这种桃是白皮的，上面有许多美丽的斑点和深红与浅红色的阴影，果肉呈浅柠檬黄色，由穆尔桃的较深颜色和油桃的白色混和而成。这种桃有一种不可形容的美味，胜过一切其他的桃。”

如果说，布尔班克培育光皮的桃还不算稀奇的话，那么他培育世界上从来没有过的“李—杏”新种，会使任何人感到惊讶。

李和杏是两个截然不同的物种，布尔班克清楚地知道李和杏在一般情况

下互相授粉是不能结果的。但他认为，植物改良可以达到的程度是有限度的，只要有勤劳的手和活泼的头脑，植物改良的巨大可能性就会变为现实，物种之间不存在不可逾越的遗传鸿沟。

布尔班克使李和杏进行了杂交，他把李的花粉撒在杏花上，也把杏花的花粉撒在李花上。但是，这个试验很久没有进展，大自然的规律仿佛在对他说：这个努力是徒劳的。然而正当布尔班克对取得成功感到无望的时候，自然却又在他的面前展现了一线光明。他发现了几棵杂种实生苗，混生在一群实生苗中，这些杂种苗是日本李的花接受了各种杏树花粉所产生的种子长出来的。布尔班克仔细察看了它们，根据叶子、树皮、芽子的情况看，既不同于母本李树，又不同于父本杏树，尤其是幼树的根更是如此。杏树的根是鲜红色的，李树的根是黄、浅黄或白色的，而杂种实生苗的根呈现出各种深浅不一的红色，表现了李和杏的混和性状或中间类型。当布尔班克把它们嫁接在较老的李树上以后，其中几株居然结了大量品质优良的果实，特别令人惊奇的是有一棵树的结果好到足以令布尔班克坚信：只要这株树支持得起，枝条上简直从上到下可以挂满李—杏果实。

这种李—杏果实既不是李，也不是杏，杏的果实表面有一层细的绒毛，而李的果实皮是光滑的，但上面有一层白色或浅蓝色的粉衣。李—杏果实兼有两种果实的特点，不只具有杏那样的天鹅绒般的动人表皮，而且在这些细密的绒毛下面覆盖并保护着像李那样娇嫩的蓝色果粉，使这种新水果不仅色彩动人，而且增添了优美的风韵。

1901年布尔班克在布法罗城展览会上展出了几种李—杏果实，引起了参观者极大兴趣。1903年5月24日，展览会颁发给布尔班克一枚特别金质奖章，这是过去完全没有先例的。虽然当时李—杏杂交还不是一种完美无缺的果实，但不少果树种植者已决定引入栽培，1906年李—杏果被引入澳大利亚，在南半球种植开来。

以后，布尔班克通过进一步杂交、选择和培育，获得了更为优良的品种，其中有一个品种叫“一品果”，这是布尔班克在1911年选育出的，当时种植面积很广。“一品果”的树很强壮，即使在杏树不能结果的地方，它也年年获得丰收。它的果实又非常漂亮，圆球形、粉红色或浅红色、果肉坚实、蜜黄色、丰满、有芳香、甜美可口。同年，布尔班克还培育出了名为“胜利果”和“皇冠果”的两个李—杏杂种果，都表现了异常优良的品质。

一个崭新的品种就是这样被培育出来了。这些李—杏杂种成为桃李大家族中的一个新族。布尔班克认为，李—杏杂种恰好是在19世纪末和20世纪初出现的一个新种，它预示了果树育种的一个新时代。

栗树是一种高大的乔木，从种子播种到开花结果一般需要7至8年。在布尔班克塞巴斯托堡农场里却生长着这样一些栗树，与其说它们是树，不如叫它们是一种灌木，但在这些低矮的灌木上，结满了一丛一丛的果实。这就是布尔班克育成的栗树新品种。这些小树不到一米高，但它们所结的坚果大而饱满，滋味香甜。这些小树是那些高大的板栗树上的种子长出来的，种子萌发后只经过6个月就开始结果，简直就像玉米和小麦一样。它们似乎完全忘记了栗树家庭的传统，它们的结果是如此之早，如此之多。那么，布尔班克是怎样培育出这些半年就结果的“神童”的呢？

早在布尔班克还是孩提的时候，他在家乡的树林中就常常看到美国本地栗树之间有很大的变异性。同时他还注意到尽管这些树并排生长在一起，结

的果实却迥然不同。后来在加利福尼亚进行植物实验时，儿时的记忆在布尔班克脑海里唤起了这样一种想法：这种内在的变异的倾向可以为植物育种提供异常的机会。他并且想到，用最好的土著植物同外国植物杂交也许会有更大的好处。1884 年底，他由日本进口了 25 颗栗子，这种栗子称为巨型栗。这些实生苗长出来以后，布尔班克惊奇地发现它们具有奇怪的生长习性：植株矮小，结果早。等到日本栗苗长到开花的时候，布尔班克用它和其他三种栗杂交，这三种栗一种是欧洲栗，两种是美洲栗，产生的杂种又依次经过了多次杂交。到最后，杂种的家谱中混有不同栗树的遗传成份。这种复合和重复的杂交方法，使杂种实生苗有可能综合各种栗的优良遗传特性，其中最引人注目目的是早结果和不断结果的习性。

布尔班克通过选择，选出了一些优良的实生苗，从上面剪取接穗，嫁接在大的栗树上，让它们经受考验。有些接穗在嫁接 6 个月后就生出了坚果，杂种的果实重达 28 克，直径 5 厘米，在一个壳斗中有 6—9 个果实。不单是许多栗树杂种实生苗显示出了这种惊人的早熟性，而且其中一些还显示了不断结果的倾向。在同一棵栗树上，几乎全年都可以看到花和成熟的坚果。在同一树上每个季节都长出雄花和雌花，通过给雌花授粉，不久，在雌花的部位就出现了幼果，所以花和果实会逐月地依次相继出现，而一般的栗树只能在固定的季节开花结果。

布尔班克培育的这种果实特别大，结果特别早的奇异板栗树，还有另外一种特性，就是它对于疫病的高度免疫能力。在美国栗树栽培史上曾经发生过一件不幸的事情，在本世纪初，发生了一种病害，感染此病的美国栗树大批大批地死亡。这是一种真菌引起的病害，名叫“栗树疫病”。美国本土的栗树不具有免疫力，造成了栗园的大量毁灭，不到十年时间，美国栗树有 80% 得病死亡。布尔班克培育的杂种栗，其中有日本栗的血统，而日本栗对这种疫病是具有高度抗体的。所以布尔班克认为，失去美国土著栗树是一种不幸，但这种不幸可以补偿，新的栗树林会紧随疫病之后而出现，为了重建栗园，杂种栗树可以提供巨大的便利，因为它们不仅对疫病有较强抵抗力，而且结果早，可以很快恢复生产，满足市场需要。

玉米，这种号称“美洲作物之王”的作物在美国占有极其重要的地位。它比起小麦和马铃薯来，无论是种植面积还是总产量都要多得多，在布尔班克生活的时代，美国就大量出口玉米，同时也出口吃玉米而长成的牛肉和猪肉。但是玉米这种作物的祖先却是一种微不足道的野草，原来生长在墨西哥的南部和中美洲，名叫“大刍草”。大刍草和今天的玉米有着很近的血缘关系，很容易杂交，它们在自然情况下发生杂交后产生的后代叫做“劣玉米”。

玉米是一种容易产生变异的植物，布尔班克曾用野生玉米的祖先进行了实验，探讨栽培玉米的起源。较早的一些实验是在 1870—1872 年进行的，他培育过一种特别早熟的甜玉米，不过这种早熟玉米是他通过使玉米种子提前萌发而得到的。另外，他也用黄玉米、早熟玉米和甜玉米杂交，育成了早熟、黄色有甜味的玉米。虽然后来由于搬家使这些试验中断，但他在玉米杂交育种中获得了不少宝贵的遗传学方面的知识。

栽培玉米由于杂交或遗传基因的突变，常常产生一些变异的类型。例如布尔班克在 1908 年由法国引进的“四色玉米”就是这样，这种玉米的叶子呈现黄、白、深红和绿色的条纹。布尔班克推测，“四色玉米”可能是普通绿叶矮生玉米同日本那种叶子斑驳的玉米杂交的产物，他决定用“四色玉米”

作进一步的培育选择工作。他在这种玉米的一群后代中选择了最好的一棵，并且由它所结的三个果穗中种出了六百株玉米，在第二代中有三分之一像亲本“四色玉米”，其余三分之二又回到了日本斑纹玉米的类型。

布尔班克在那三分之一的四色玉米中又选择了最好的植株，从这些植株上取了一些细枝，用扦插法育成了一大片玉米。他采用人工传粉的方法防止其他别的花粉授粉。这些玉米都结了种子，布尔班克在后代中得到了大量的四色玉米，说明这一性状已经稳定地遗传下来了。但是他在许多棵比较纯的四色玉米中也发现了两棵与众不同，它们的叶片大大地加强了生长各色条纹的倾向，由此产生了一个品种，称为“多色玉米”。这种玉米除了黄、白、绿、红四种颜色之外，还出现了青铜色和巧克力色的条纹。条纹排列的样式也远比其他所有四色玉米植株更加美丽。布尔班克由这些植株结的种子中，进一步选育了叶片上有六色美丽条纹的另一类玉米，命名为“彩虹玉米”。

这个品种是尽善尽美的，繁殖很容易，每年只在条纹最均匀、颜色最鲜艳、大小一致和早熟的植株上选留种子播种就行了。它可以准确无误地生长形态一致、颜色鲜艳如彩虹的叶子。这一品种的价值在于不但具有悦目的外表，从而加入到观赏植物的行列中去装点庭院，而且仍然生产玉米棒子，为人们提供可食的产品，因此颇受人们的重视和喜爱。

在布尔班克魔术师般的培育成果中，还有许许多多，如：沙斯塔雏菊，可以做为美丽的观赏花卉，无刺仙人掌。为人们提供独特味道的果品原料，白色黑莓和无刺黑莓、奇异胡桃和皇家胡桃、芬香水芋和芳香马鞭草、变色石竹和巨型孤挺花，这些都是布尔班克多年热心工作、耐心等待和明智选择的结果，为人们生活增添了很多实际的收益。

三、杂交与选择方法的实践者

布尔班克在植物育种实验中所用的方法是很简单的，可以归结为四个字：杂交、选择。杂交，这是植物产生奇异变化的主要原因之一。在自然界，没有两株植物是完全相同的，正是由于有了植物的种种变异，才为植物育种家提供了选择的机会。植物育种家的任务在于：一方面从自然界现有的一切变异材料中去选择它所需要的个体，这些变异材料是植物天然授粉杂交所产生的。但是，植物的天然杂交带有极大的盲目性，与人类的愿望不一定一致，它为人类提供的希望的类型无疑太少了。所以，植物育种家的另一个更重要的任务，就是用人工的方法加速植物产生变异。采用人工杂交的方法，是人工创造变异的最常用的办法，在布尔班克的时代，可以说是唯一行之有效的方法。

按照布尔班克的意见，杂交可以把不同植物个体的遗传性带到一处，也就是通过人或其他动物作媒介使不同的植物的雌雄细胞结合，把它们各自的遗传因素综合在新的个体内。这样，在新个体的身体细胞内就具有两种相互矛盾的遗传倾向，这些遗传倾向是不稳定的。在随后的世代中通过遗传因素的分离和重新结合，可以逐渐达到统一和稳定。育种家可以在后代中选择合乎人类需要的理想个体。

这些意见，实际上就是孟德尔遗传因子的结合，分离与重组的一般原理的概括说明。孟德尔规律阐明了植物杂交育种的本质，是植物杂交育种的理论依据。一切育种家都自觉或不自觉地遵循着这一原理，布尔班克一生都是如此。杂交和选择的育种方法不是什么秘密的，而是很实际的，任何人都可以学到，只要他按照确定的目标去实际从事植物杂交育种工作，准会取得一些成绩。但是，无论从植物育种的范围以及最后的实际成效来看，没有一个人能赶得上布尔班克。布尔班克是当之无愧的世界植物育种家的杰出代表。为什么布尔班克能够取得如此辉煌的成就？除了他本人的某些天赋、聪明才智和坚韧不拔的精神外，也与他采用的与众不同的独特方法有关。这些特殊方法是：大规模的杂交和大量地培育杂种；重复杂交、远缘杂交和远距杂交；严格选择和大量淘汰；巧妙地利用嫁接方法促使实生苗提早结果。

在布尔班克的植物育种实验中，最突出的特点是规模大、范围广、数量多。

布尔班克的兴趣非常广泛，从不把自己局限在狭小的范围。他对果树植物、蔬菜植物、花卉植物、粮食作物、经济作物、牧草以及各种树木都有着浓厚的兴趣，都希望改良它们。他总是同时用几十种植物进行实验，从不是孤注一掷、单打一。他进行的实验几乎没有一个时候是在 2500 次以下的，在某些年中，他同时进行的实验甚至有 3000 到 5000 次之多。布尔班克曾说，在环绕他家的 18 亩土地上，他进行过的实验超过了 10 万次。

布尔班克为什么要进行这么多实验呢？这里面有一个思想方法问题。布尔班克是一个育种家，他的目的是要获得果树、蔬菜、花卉、粮食等作物的新品种，这是唯一的目标。为要在最短时间内培育出众多高质量的新型植物，必须要进行大规模的育种实验，这是一个多出成果、快出成果的办法。开展大规模的育种实验，需要育种家有旺盛的精力，高度的智慧，敏锐的观察，正确的判断，就像用兵打仗那样要能够驾驭千军万马。

打仗总有伤亡，实验总有成功和失败。搞植物育种也不会十拿九稳。就

是在布尔班克进行的全部实验中也不是每一次实验都取得了显著的成果。在他的成千上万次实验中也只有几百次产生了更好的花、更好的果实、更适合市场需要的坚果或其他更有用的植物。但是布尔班克认为即使他的实验只有十几个成功了，他也会感到所作的工作已经取得了报酬，因为实验的性质就是这样：为要完成几件事，必须试做更多的事。

布尔班克大规模地进行植物育种实验，并不意味着他对各项实验没有明确的目的。事实上，他对从事的每一个实验都经过周密的思考，精心的设计。在植物育种中，用来进行杂交的两种植物往往同时具有优良性状和不良性状，良种的目的是使优良性状结合在一起，剔除不良性状。例如他在培育无核李时，用来杂交的野生李具有“无核”的特点，但同时品质恶劣；栽培李品质优良却又有核。为了培育出无核而品质优良的丰产李所进行的杂交，目的是很明确的，但由于无核特性在杂种第一代处于隐性状态而不能表现出来，必须在第二代才能表现出来，这样，必须把杂种第一代进行自交，培育大量的实生苗，其中才能有产量高、品质优良而同时具有无核性状的个体。如果人们希望组合的优良特性越多，则这种个体出现的机会越少，因此就要求育种家必须培育大量的实生苗后代。

布尔班克开展试验的规模是巨大的，在每一次实验中，他进行的杂交也是大量的。他经常培育大量的杂种实生苗，例如在培育李的试验中，他栽植了750万株实生苗，在沙斯塔维菊的培育中种植的实生苗也有50万株。要获得这么多的实生苗，光靠布尔班克的双手去进行人工传粉是不能完成的。除了在初期的一些要求严格的杂交实验需要布尔班克本人或他的熟练助手去进行人工传粉外，以后大量的工作就都由蜜蜂去做了。在布尔班克的花园里，蜜蜂也是得力的助手。因为蜜蜂有一种天性，它们对于采食花蜜具有专一性，在同一天内，他们只在一类花之间采食，譬如，蜜蜂在早晨是从梨树的花开始的，那么在这一天内它不会飞到其他花中去，它只飞到梨树的花上，甚至它会绕过桃花、苹果花或别的果树的花而飞到更远的地方去找梨花。正因为如此，蜜蜂可以为我们酿出各种风味的蜜。蜜蜂对于各种花所具有的高度鉴别能力和采食的专一性，为某些植物的自花授粉和异花授粉提供了可能。只要利用得当，它们就会忠实地为育种家服务。布尔班克正是利用了蜜蜂这一特性来帮助他进行大量的杂交工作。有一次，一位来访的客人问布尔班克用了多少助手，布尔班克风趣地回答说：“我想，今天早晨大约有十万。”客人在田间搜寻了半天，只看到七八个工人在忙碌着，对布尔班克的回答茫然不解。布尔班克指着花间叶下那些嗡嗡飞舞着的蜜蜂说：“它们也是我的助手。”的确，在布尔班克从事植物育种改良的实验中，成千上万的蜜蜂出了大力。还有一种采食花蜜的蜂鸟，这种世界上最小的鸟，也“自愿”参与了布尔班克的杂交工作。

布尔班克实验范围之广，同时进行的杂交组合之多，以及杂交后代实生苗培育数量之众是无与伦比的，这是他取得巨大成就的基础。他一生培育了多少品种，没有人做过准确的统计，其中单以他培育出的李树品种来说，就有70多个！如布尔班克李、萨摩血红李、威克森李、圣罗萨李、台湾李、美人李、巨型干用李、珍珠干用李、优等干用李、标准干用李以及无核的胜利干用李等都是其中的佼佼者。在其他植物中所培养的新品种也不可胜数。布尔班克也说，他育成的植物新品种比以往任何一个育种家所育成的总数还要多。我们前面所介绍的仅是他植物新品种宝库中的少数瑰宝而已。

重复杂交与远缘杂交也是十分重要的。杂交可以产生变异，植物育种家可以从大量的变异群体中挑选出称心如意的个体，但杂交育种往往不是一蹴而就。也就是说，往往不是一次杂交就能见效的，经常要进行多次反复的杂交。

两个亲本之间的杂交，可以把两者之间的优良特性综合在一起。杂种在遗传上是比以前更丰富了。但在实践上，两个亲本的杂交有时仍然不理想。为使后代的遗传内容更丰富些，常常采用多亲杂交。在布尔班克的试验中，采用多亲杂交或复合杂交也是一大特色。

布尔班克在培育李的试验中，有一种“混合李”，它的谱系更为复杂，几乎包含了每一种栽培李的家系。从这个奇异的种子长出来的树所表现的性状来看，至少同 20 个全然不同的李的变种密切相关。在长达 30 年的实验研究中，对多次亲本的杂交，布尔班克无法留下详细的记载，只能知道第一次杂交所使用的原始亲本。因为在以后若干代中，需要处理的实生苗实在太多了，有些杂交又是由蜜蜂来帮助进行的，布尔班克不可能去准确地记载多次杂交的亲本，这样太耗费时间和精力，他的眼睛始终只是密切注意实际的成果而不是繁琐的记录。但毫无疑问，这些杂种是很多亲本反复杂交后把遗传因素融合到一起的。

在以上这些多个亲本的复合杂交中，可以看到它们虽是不同的种，但在血统或亲缘关系上还不算太远，表现在它们的杂种后代都能正常的生长、开花、结果。有些不同的种或变种，由于地理上的阻隔彼此无缘相见，也可以说这些种或变种在地理上是远缘的。地理上的远缘的种或变种之间的杂交习惯上叫做“远距杂交”。在布尔班克的育种实验中，有很多是远距杂交。杂交亲本一般地说是同一种植物的不同“变种”，或者是性状分歧还未达到极限的“种”。由于长期处在不同的生态地理条件下，通过年代久远的变化，形成了各自的遗传性。将这些不同的遗传性综合在一起，杂种往往表现出非凡的生长能力和结果能力。布尔班克培育的皇家胡桃就是一例。另外，在沙斯塔雏菊的培育中所用的四种雏菊，也是远距杂交的范例。

在布尔班克的实验里，有很多是真正的远缘杂交，即超越物种界限的杂交。这是十分大胆的方法，是布尔班克的前人及同时代其他人所不敢采取的方法。

按照植物分类法，世界上所有的植物都归入不同的门、纲、目、科、属、种和变种之内，按照一般的法则和实际杂交结果，在同种不同变种之间杂交是没有什么麻烦的，而不同种之间的杂交则经常不能成功。但是，布尔班克认为这个一般的法则绝不是一成不变的，这中间，时间是一个限制因素，只要有足够的时间去进行实验，不同种甚至不同属的植物界限都是可以打破的。

关于远缘杂交，布尔班克在他的试验中看到了三种情况：一是不同种或不同属植物杂交后，它们能够结合在一起并产生能育的后代，这些后代将构成一个新的种或新的属；一种是不同种、属的植物杂交可以结合得到后代但后代表现不育，正像动物中马和驴杂交的情形一样，植物中也会产生不育的“骡子”；第三种情况是某些不同的植物种、属完全不能互相结合，也就是说完全不能杂交，就像水和油不能结合在一起那样。

布尔班克用李和杏杂交，这是两个不同的种，但是杂交的结果都产生了能育的后代。布尔班克通过选择和培育得到了李—杏杂种，这是一个崭新的

物种。

他还用大花烟草和矮牵牛杂交。这是两个不同的属。结果得到了一种新型植物，布尔班克称它为“带烟瘾的矮牵牛”，这个杂种显示了混合的性状，但是根系发育不良，没能继续繁殖后代。

他用一种野生马铃薯和茄科中的其他块茎植物进行杂交，这种远缘杂交产生了一种杂种马铃薯，它很少结薯块，而在植株上长了很多大而甜的种子球，果实坚实，颜色雪白，香气浓，吃起来酸甜可口，品质优于番茄，因此名叫“马铃薯番茄”，但它与番茄完全没有关系。

其他品种的杂交还包括：用匍匐黑莓与苹果、梨、山楂、蔷薇，用草莓和树莓，用葛拉文斯堡苹果和巴黎，用文殊兰和真正孤挺花……布尔班克的试验范围相当广泛。通过多年的实践，他得到了很多有益的知识，他要人们记住，理论多数是环绕死亡的植物而创立的，而我们要用的事实应该在活的植物中搜集，“让我们坚持活的植物告诉我们的事情。”

选择，在植物育种中至关重要，大自然在植物长期进化过程中也创造了无数的变异类型，仅凭选择，人们也可以改良植物。例如，人们长期以来把野生植物引入栽培，通过选择，使现有的栽培植物种无论在产量上和品质上都大大超过野生种。栽培苹果比野生苹果果实大，品质好；栽培的马铃薯比野生的薯块大，产量高。从野生植物到栽培植物，就是一个引种和选择的过程。杂交工作也离不开选择，首先就是要选定育种目标，为此必须选择某些理想品质的亲本；然后再让这些亲本杂交。在杂交后代中，不停地选择、再选择，这样直到选出满意的类型为止。所以，植物改良中任何理想的实现，第一个因素是选择，最后一个因素还是选择，选择贯穿于育种工作的始终。

布尔班克对于选择在植物育种中的作用有很多独到的见解。他认为，育种家所做的各种各样的事情仅仅是为了便于进行选择。他认为，整个实验的最后成功大部分取决于从大量实生苗中选择少数个体时所具有的敏锐的眼光。因为在选择时常常发生这样的情形：被抛弃的那些实生苗说不定比挑选出来的更好。但是经验可以使育种家进行比较准确的选择，育种家的经验越多，失误的机会就越少。布尔班克正是具有丰富的育种经验。他在选择实生苗时具有相当敏锐的眼力，选择速度之快，准确度之高使很多人感到惊奇。

他在果园中沿着一行李树迅速地走着，同时说：“除掉这棵、那棵和那棵，留下这棵和那边的一棵。”他选择得那样快，以致使跟随他的两三个助手几乎来不及给那些选定的植株挂标签。他这样沿着一行幼树走过，用这种方式检查五千到一万棵实生苗，似乎无心地看一眼，但他已看到了极为重要的事情：那些实生苗孰优孰劣，他一目了然。而且就以后的事实看，他的判断力是一点不错的。

布尔班克这种非同寻常的高度鉴别能力是相当惊人的，但他并不认为自己有什么与众不同的地方。他对于杂种实生苗的选择是仔细的，也是极其严格的，他把那些没有任何价值的植株毫不留情地消灭掉，他不希望把许多二流的东西传播到世界上去。他常常把需要焚毁的实生苗堆成小山，然后放火烧掉。这是一个十分壮观的场面，邻人们称之为布尔班克的“万金篝火”，是一点也没有夸张的。

嫁接也是布尔班克育种的好办法之一。嫁接苗一般具有生长整齐、根深叶茂、抗性强等好处，但它更主要的作用是保持原品种的优良特性不变。在布尔班克的农场，一株大树上常常同时嫁接几百个不同的实生苗。这真是一

种奇观。当这些品种在一两年之后结了果实，布尔班克把表现好的保留下来，继续保持实验的准确性；在剪去了那些不良实生接穗的空位上，布尔班克又重新嫁接其他实生苗进行考验。就这样，嫁接、剪去、再嫁接，这一过程可以在一棵树上反复进行 20 年以上。利用这样的嫁接法，布尔班克就可以在很少的土地上做很多的事情，无怪乎他在五六亩土地上可以同时考验两万乃至更多的品种。利用这种方法，他就可以在很短的时间内取得试验成果。

四、植物遗传育种理论的探索者

育种实践必须以一定的理论指导作为依据，不懂得科学理论，实践也只是盲目的。布尔班克是一个头脑十分清醒，对于他那个时代的生物科学理论了解深刻的人，而且通过他的实践、验证、丰富和发展了生物科学的有关理论。

在布尔班克的书房里，有关生物科学理论的藏书超过了 1000 册，这些文献无疑对他从事的广泛育种事业产生一定影响。布尔班克自己也在理论上取得了很大成就，他在 1893 年 6 月出版了《果树和花卉中的新创造物》。这是一本只有 15 页的小册子，但作为园艺新品种的目录，记载了他在此以前的育种成就。由于这是一本举世无双、卓有成效的育种成果的记录，虽仅寥寥十几页，却使布尔班克获得了传遍全世界的声誉；由于这个目录所揭示的植物遗传育种和生物进化方面的巨大理论意义，所以先后成为欧美各大学和实验站的教材。

布尔班克的工作十分忙碌，白天，他的眼睛总是过份忙于在田间观察，只有到晚间，特别是在夜里偶尔失眠的情况下他才开始写作。1920 年 7 月 1 日，布尔班克完成了八卷本的巨著《如何培育植物为人类服务》。布尔班克希望，对于还没有经验而希望在成功路上接受指导的人，这些记录能有丰富的价值。一点不错，布尔班克在 71 岁写成的这本书，半个多世纪以来一直鼓舞着全世界千千万万植物育种家，也正是在这部伟大的著作中，我们看到了布尔班克对于植物遗传育种理论的巨大贡献。

布尔班克对生物的遗传变异有着深刻的认识。他看到，生物的遗传性是生物体内在的一种生命现象，在生物繁衍过程中占第一位，所以植物育种家必须对遗传和对表现遗传的环境之间的关系有清楚的认识。他认为改良植物有两种办法：一是通过改变环境条件，二是通过挑选具有优良遗传性的个体。其中，遗传性远比环境重要。他说：

“一个族只有借着不断地选择最好的个体才能得到改进。任何性质的训练，任何性质的环境都不能产生显而易见的进步。尽管这些有利的环境在经过若干世代以后可以确定，但极为缓慢地增加一点东西，借着不断的重复，遗传中便慢慢地有了这种增加物，但要经过许多代，而且绝不是固定到一种程度，即靠它就可以产生酷似那种更好的类型的后代。”

布尔班克的论述基本上是正确的。他认识到生物的遗传性是在一定环境下表现出来的，生物不能脱离环境；但是物种的改良和进步，遗传因素始终是第一位的。

对于植物的变异性，布尔班克也有很清楚的认识。他指出，我们周围的植物在短期内看来没有什么大的变化，但是没有发生过巨大变化的植物物种现在即便是有，也是极少的。在某种程度上，植物经常不断地发生着变化，而且看不到的变化常常会无缘无故地出现。

布尔班克不止一次地指出，杂交可以使植物发生巨大变异。他表明，地球上现有高等植物的生存仅是借着它们对于杂交的适应力才得到了保障。因为通过由无数遗传倾向结合起来而产生出的变异，更能适应当时的生活条件。因此，地球上现有的各种植物都是由于自然的坚持杂交而产生出来的。毫无疑问，自然杂交和人工杂交几乎是一切奇异变化的主要原因之一，否则自然界的这些变化就是困惑不解的了。另一方面，布尔班克也看到自然杂交

和人工杂交也是现今许多物种十分稳定的主要原因之一。他发现，没有两株植物是完全一样的，每一个植株都有自己的个性。从一定意义上讲，世界上的每一个生物个体都是独一无二的，这是由于生物的遗传和变异两方面共同决定的。布尔班克对于遗传和变异交互作用的认识十分明确。他写道：

“秉赋最好的物种和个体常获得胜利，这要依靠变异，也要依靠不变。”

不变就是遗传。自然界生物如不发生变异，就永远不会向前，没有进步；如果只发生变异而没有遗传来固定它，那么这种变异也不过是昙花一现，自然界就永远不可能有稳定的物种。在当时，布尔班克的这些思想是难能可贵的。

布尔班克多次谦虚地谈到，他的观点里没有什么新的东西，他没有新的进化理论可以提出。但是，他承认他在植物育种中的巨大成功是得力于达尔文的科学理论。他在很多地方反复阐述达尔文的观点。这些观点是：自然界的生物不是上帝的特殊创造，而是自然发生的，自然进化的；现在的生物都是过去简单的生物不断演化的结果。生物进化的过程是一个漫长的过程，是由少到多、由简单到复杂、由低级到高级的演变过程。在这一过程中，自然选择起着十分重要的作用。生物在进化过程中为了适应千变万化的环境，有机体会发生各式各样的变异。它们为了生存而展开了剧烈的竞争，自然选择了那些有利于生存和发展的变异，留下了生存斗争中的强者，而淘汰了那些不利于生存和发展的变异个体。这种适者生存、不适者淘汰的过程，就是自然选择的过程。通过自然选择，在隔离的条件下会积累变异，加强变异，长此下去，原来的一个物种性状会发生越来越大的分歧，形成不同的变种乃至形成不同的新种。我们人类现在赖以生存的动植物种类，都是在自然的漫长岁月中的产物，在自然情况下，一个新的变种或新种的形式往往需要成千上万年的时间。布尔班克认为，自然有无限的时间，而人类却急需不断改变自己的衣食住；借着自然告诉人类的方法，人类就可以在较短时间内创造出合意的新品种和新物种。由于在人类有目的的干预下，生物进化的速度可以大大加快，依靠杂交和人工选择，人类在有文明以来培育了大量的动植物新品种。

在布尔班克时代，促进生物体发生变异的方法主要是杂交。布尔班克所采用的大量杂交、重复杂交、多亲杂交和大量培育实生苗的办法，目的都在于促进生物体的更广泛的变异。他所采用的远缘杂交方法，更是为了使自然界一般不可能发生的变异能够发生，而不同物种之间的杂交，有可能一下子形成新种。所有这些，布尔班克称之为“说明进化论真理的实验”。其目的一方面在于为人类创造新的植物，另一方面，通过这些活生生的教材向人们作广泛的达尔文主义宣传。

布尔班克一生的工作对象始终是活生生的植物，正是从这些活的植物中，他了解到它们在进化长河中的历史地位以及人在改变植物本性中的作用。对于自然界现象有深刻的历史观点，坚信有机界不断发展、不断完善，坚信人类有无限的可能性为自己的利益来改造植物有机体，这就是贯穿在布尔班克整个一生中的科学主张。布尔班克一生从事植物改良 50 多年，作过 10 万多个不同实验，他培育的新植物比历来任何一位育种家都多。布尔班克成就的本身雄辩地说明了达尔文主义是客观真理。

1926 年 4 月 11 日，布尔班克与世长辞。他死后遗体被安葬在圣罗萨城他自己的花园里。布尔班克的一生全部实践活动都毫无疑问地证明了他是坚定地站在达尔文主义立场，并以自己卓越的研究成果成为捍卫科学、捍卫达

尔文主义的光辉典范。

五、植物改良的预见者

一个真正的科学家应当是不仅能在科学实践中作出优异的成绩，而且对于自己所研究的领域有深刻的了解，对未来发展的方面应当有科学的预测。布尔班克正是这样，他不但培育了各种各样的果树、花卉、蔬菜、粮食等作物新品种，而且为人类将来的育种工作指明了方向。

布尔班克指出，我们现有的园艺植物的祖先都是野生的，将来我们必须到旷野中去寻找无数的新园艺植物。布尔班克本人在利用野生植物为人类服务方面正是一个杰出的典范。

布尔班克还预言不久的将来果树是什么样子。他提出了矮化育种的问题。他认为苹果树用不着与榆树和橡树比赛高低，如果是那样，树的精力将全都用来生长木质而不能用来生长果实，出现的果实也是高高地悬挂在空中，不使用长梯子就无法摘到它们。布尔班克认为必须改变果树这种状况。他认为，理想的果园应该是摘取果实不用梯子，应当教导植物节约，把生长木质的营养转用来生长果实。为此，可以通过修剪树冠，控制树体高度而使枝条向四周生长的办法；也可以采用能抑制果树狂长的砧木。这样可使树体生长得紧凑、低矮，不过多地生长木材而专心致力于结果，人们站在地上就可以采摘果实。应该说，布尔班克的这一愿望早已实现，通过整修控制果树生长，在果树栽培上已经普遍应用。在育种方面，后代的育种家也培育出各种矮化砧和丰矮化砧，使苹果树体大大矮化；人们更进一步实行了苹果的紧凑型 and 短枝型品种的选育。其他如梨树、桃树、樱桃树都找到了可以实行矮化栽培的砧木。果树园艺正在向布尔班克理想的方向发展。

对于抗病虫育种，布尔班克提出，果树育种的目标应是培育对病菌和昆虫有免疫性的品种，这些品种可以在普通土壤和普通耕作制度下生长。而那些娇生惯养的宠物则不具备这些优点。他建议那些大规模经营果园的人应尽可能选择对疾病和昆虫具有免疫性和抗性的品种，而不要企图依靠喷洒药品来驱逐病虫这个敌人。在布尔班克时代，喷洒化学药剂还不像现在这样普遍，造成的环境污染还未严重到引人注目的地步。随着农业进一步的发展，化学药剂源源不断地从工厂里生产出来，在农田和果园中大量使用，不但造成了害虫和病菌天敌的大量死亡，而且对土壤、地下水、河流、湖泊甚至海洋都造成了严重的污染。所以，选育抗病虫的品种，尽量减少乃至完全不用喷药，是摆在人们面前艰巨而又十分重要的任务。

布尔班克还预言，将会有更多的无核或无籽果实出现。他说，自然界在漫长的岁月中已经给人们创造了许多无核、无籽的果实，这表明人类与自然的合作的可能性几乎是无限的。不用怀疑，植物育种家在不远的将来会使一切水果变为无籽。这一预言从长远讲无疑是正确的，但由于无籽果实的培育是相当复杂和困难的，因而发展也是缓慢的。然而，在当代植物育种工作中，这一技术正在令人振奋地向前发展着。

布尔班克认为，现在科学的植物育种学的发展，为将来的一个伟大世界运动提供了基础，我们已经把对创造力的指导权掌握在自己的手中了。布尔班克所说的伟大的世界运动正是现今世界各国植物育种学家所从事的植物育种这一伟大的“绿色革命”运动。

虽然在布尔班克的某些观点和预见中也存在着局限和错误，但我们应该看到，任何伟大的科学家都不能脱离他的生活时代，不能离开当时科学发展

的水平。以后植物遗传育种学的发展，对于布尔班克某些看法的修正和补充，也正恰恰说明了布尔班克生前一再声称的看法：植物的改良是没有止境的。

布尔班克在植物育种方面孜孜不倦地工作了 50 年，培育的植物新品种为世界创造了巨大的财富。布尔班克是一位高尚的人，他是一个科学家，他在国际上享有的声誉使他受到科学家们的尊敬与重视。一位著名科学家、加利福尼亚州斯坦福大学的教授大卫·乔尔丹曾经说过：

“伟大的人物在性格上常是单纯的、坦白的、诚恳的。这些特点在布尔班克身上都可以找到。他可亲、率直并且有着孩子般的完美气质。他献身于真理，永远没有离此而去寻求名利或其他个人报酬。如果他的位置不在伟大的科学庙堂之内，那么我们其余的人之中有资格进去的也就不多了。”

这无疑是对布尔班克人品及其在科学史上地位的最恰当的评价。

