

农业科学的历史发展

(八二级研究生学习自然辩证法论文选)

华中农学院 ~~科研处~~ 研究生科 合编
自然辩证法教研室

一九八四年二月

目

录

1. 试论农业化学的历史发展.....卢才廷(1)
2. 李比希与农业化学.....贺 铁(12)
3. 植物病理学简史.....石 良(21)
4. 害虫生物防治的历史与发展.....彭成旺(35)
5. 家畜病理学发展的规律和趋势.....陈秉跃(50)
6. 动物营养学的产生和发展.....胡勋起(59)
7. 维生素的发现.....龚月生(65)
8. 果树育种发展简史.....孙中海(73)
9. 微生物学早期发展史.....尹麦生(89)
10. 根瘤菌共生固氮之发展.....王福生(99)
11. 真菌学发展简史.....董明盛(109)
12. 遗传工程的兴起和发展.....邓占鳌(121)
13. 杂交水稻今 谈.....张自国(137)
14. 初探作物气象的发展历史.....梁建洪(146)
15. 从现代科学技术发展的特点谈如何提高创造力
.....朱友林(159)

试论土壤农业化学的历史发展

卢 才 廷

(中科院长沙农业现代化研究所八二级土壤肥力专业)

土壤农业化学，作为农业科学中一门比较独立的、完整的生物科学，发展至今已有二千多年的历史。无疑，这门学科乃至整个农业科学的发展都是与人类社会的进步和整个自然科学的发展密切相关的。土壤农业化学也经历了其它科学一样的过程：由简单到复杂，由低级到高级的不断变革和发展的过程；也是由开始的观察到经验总结到系统理论体系的建立。但由于这门学科是作为一门以应用为主发展起来的，它的理论体系基本上是在如数学、物理、化学、生物科学等理论科学基础之上的。因此理论科学的发展是它发展的前提。

土壤农业化学是以植物、土壤以及营养物质（肥料）三者为研究对象的农业生物科学。它研究三者之间的相互关系，植物的营养生理以及合理施用肥料等问题。因此，不论是过去还是现在和将来，它都是以如何获得高产为宗旨，来研究如何合理地施用肥料。

土壤农业化学发展历史是一部内容复杂，丰富多彩的农业发展史。从全世界来看，它发展至今大体上经历了萌芽期、鼎盛期、近代以及现代发展时期。这四个阶段既相互联系，又有着本质的区别。

农业化学的萌芽时期

各门学科都是人类在与大自然长期斗争的过程中发展建立起来的。

土壤农业化学也不例外。当人类社会发展到“刀耕火种”的新石器时代，就不再是以狩猎采集为主了，开始了人工种植的原始农业。人类在此长期的农业种植实践中，懂得了施肥以营养作物能得到好的产品和产量。正是从这个时候开始，农业化学这门古老的学科开始酝酿。我国素有文明古国之称，对农业化学的认识和发展更是居于领先地位。在西周（公元前800—1100年）的诗里有“荼蓼朽止，黍稷茂止”的记载。战国时期（公元前220—475年）就有杀草肥田的记载。西汉时期（公元前200—50年）有了多用蚕矢和人类肥田的说法。公元一世纪，施肥有了垫底肥和接力肥之分。到了公元六世纪，人们开始有意识地种植绿肥和积制厩肥。同时，在施肥上提出了要注意“时宜、土宜和物宜”。即施肥要根据不同的季节气候、土壤条件、种植作物的种类来施用。这就是以后施肥要看天、看地、看庄稼的说法。

这一时期，世界上其他国家的发展远不如我国。欧洲的古罗马人早期也使用过肥料，但直到十五世纪和十六世纪，才有史料记载。在这期间，意大利、法国出版了一些农业书籍。Palissy在1563年写的一篇报告中提出：“你总得承认，当你在给土壤上粪时，就是给土壤归还某些曾被取走的东西。当植物被烧毁时，它就化为盐灰……每种植物都毫不例外地含有某种盐类。你不曾见过有些农民在连作的地上为了播种下茬小麦把无用的麦秸在田里烧掉吗？在这些灰烬中，一定能找到麦秸从土壤中取走的盐分。如果把盐灰归还给土壤，土壤就能得到改良。如果把麦秸杆，就能起到施肥的作用。因它能给土壤归还些已被取走的物质”^①。无疑，Palissy的说法就是后来土壤养分归还学说的早期表达形式。它标志着农业化学正在酝酿之中。

除施肥的农业化学外，土壤学也在酝酿之中。早在夏朝，我国的原始农业就在向精耕细作的方向发展。当时就注意到了土壤的整治和耕作。开沟引水排水。到西周后期，对整地、播种和除草也特别重视。已经知

注① E. W 腊塞尔《土壤条件与植物生长》，科学出版社 1979年 第1版

道兴修简单的水利工程。

从这一时期的历史发展，我们可以看出，农业化学作为一门科学还没有出现，但一些科学思想已经开始形成。这些思想主要还是生产经验的直接记述。概括和总结，比较零散，无系统性，且没有一定的手段来证明它的正确性。当时所应用的肥料仅仅是自然的有机产品肥料。在施肥上，靠人工劳动，施肥效果比较差。

土壤农业化学，象其它自然科学一样，在这个时期，经历了一千多年，但进展甚微。这主要是与当时的社会条件和发展水平有关，如中世纪的宗教神学和唯心主义都严重地阻碍了科学的发展，尤其是当时自给自足的自然经济没有给农业科学以至整个自然科学提出更高更新的社会要求。直到欧洲文艺复兴和工业革命后，才消除了这种科学上的徘徊局面。

农业化学的鼎盛时期——生长要素和生长物质的探索

(1600—1800年)

自十七世纪以后，人们开始懂得，必须进行一些控制性的实验来揭示一些现象的本质。此时，农业化学才应运而生。观察和实验都是获得信息的方法手段，而实验又是观察的较高级的形式。因此，这一时期对植物生长要素作了许多实验，并提出了各种假设。尽管其中有些假设和结论不是十分正确或者甚至是完全错误的，但它对后来土壤农业化学理论体系的建设和发展还是起了重大作用的。

生长要素的研究工作主要是十七世纪、十八世纪及十九世纪初。很早以前，就有“腐烂是植物生长之本”的古谚语。可是当时在研究过程中，却没有考虑到这句话的内在含义。狭隘的思想方法和粗放的实验技术导致了一些片面的或是不正确的结论。此间，不光是在农业化学上而

且植物生理学上的著名实验是 Van Helmont (1577—1644) 在1640年做的布鲁塞尔实验。他用陶土盆子盛上用雨水湿润的烘干土栽种柳树，土重200磅，柳枝重5磅，盆上盖一块带孔的马口铁皮，生长期间用雨水或蒸馏水浇灌。五年后，砍下树，称得根干树枝共重169磅，盆中的土少了两盎司。^①显然他由此很易得出既简单又能令人信服结论——水是作物唯一的营养物质。这就是最早的水营养学说。尔后其它人用南瓜等其它植物作了相同的实验，得出了同样的结论。显然，这一结论是不正确的。因为两个重要的因素没有被考虑到——空气和所损失的两盎司土壤的作用。

几年后，John Woodward 用雨水、河水和下水道的水来培养植物，认为下水道的水培养的植物比河水培养的长要好、要大。而河水培养的又比雨水培养的植物要好。因此他得出了土和盐都有营养作用。另外，J. R. Glanber 提出了硝是植物生长要素的假说。他是从畜舍中清除来的泥土中得到了硝，因此硝必定是动物的排泄物，而它最先就是从植物中来的。他还发现了把硝施到土壤中去，作物产量大增。这样就形成了硝营养学说。这一时期，Jethro Tull 也对土壤学和农业化学作了较大贡献。他第一次使用了播种机和马拉耕耘机。他认为土壤的细碎松散状态，对植物生长是十分重要的。并指出，土壤肥力根源不是土壤汁液受作用而分散的最微小的土壤颗粒才是植物“其正营养”。生长着的根，由于膨大而产生的根压，迫使这些土壤微小颗粒进入根，并从这里进入植物的循环系统。这就是土壤颗粒营养学说。

通过以上等一些实验结论，当时一致认为硝、盐、水、气、土是植物生长的物质，只不过是测重点有所不同。到了十九世纪初期，开始流行腐殖质营养学说。以德国学者 von Thaer 为代表，认为土壤肥力决定于土壤腐殖质，腐殖质是土壤中养分的唯一来源，矿物质不过是起

① 彭克明：《农业化学（总论）》，农业出版社，1979年，第3页

间接作用，以加速腐殖质的转化。此时，还出现了碳素营养学说。它们的出现不仅对农业化学，更主要的是对植物生理学产生了巨大的影响。当时，Joseph Priestley 由于认识到动物的呼吸、燃烧及腐败等过程都会污染大气，且体会到必定有某种天然的净化过程。他用薄荷枝作试验，发现它能使空气变得新鲜些，从而断定，植物能产生与动物的呼吸过程相反的呼吸作用。后来，还经过其它一些人的努力，发现了氧气以及光照作用，证实了植物能使被浊化的空气在阳光下得以净化。同时还研究了空气对植物的影响，从而证明了1640年Van Helmont的布鲁塞尔试验，即抑条的增重，系来自于固定态的空气。无疑，这一学说的出现，不仅给燃料学带来巨大的影响，而且给人们对待植物在自然经济中作用的观点也带来了巨大的变革。另外，这一学说的研究方法在当时也是具有开创性的。它综合自然界的动植物为一大的生物体系来加以研究，把两者的生命活动联系起来。对发现的其它问题，通过联想，与该问题联系起来综合研究，使问题更加明朗，易于解决。

纵观这一时期的历史发展，我们可以看到，人们不再是以以前那种单纯地总结生产经验，而是通过一定的实验来推侧，解释一些现象。这就标志着农业实验科学已经开始。农业化学这时尽管还没有系统、完整的理论，但是正在从经验向理论逐渐过渡。当然，由于这时人们的思想方法，知识水平以及研究条件的限制，对现象的解释虽然有一定的实验基础，还仍然处于简单的描述、猜测性思辨及简单的推理阶段，没有一个牢固可靠的理论。只有到了后来，随着理论科学和实验科学的发展，农业化学的理论才发展和完善起来。

农业化学的近代发展期

——基本理论体系的建立

自十九世纪中叶以后一直到本世纪的初期，农业化学的基本理论已

经建立起来。此间，不仅农业化学，整个自然科学，都取得了惊人的高速发展。由于当时的化学工业革命以及化学几乎成为当时的主导科学的影响，化学成就不断地渗透到农业科学领域中来。农业化学不断地运用化学的新成就，取得了显著的发展。当时的研究方法也由过去的经验总结、推理假设上升到了系统观察和实验同严密的逻辑体系结合起来的阶段，形成了以实验事实为根据的科学理论。另外，在实验方法上，运用了盆栽试验、田间试验和植物分析。这样就使人们的观察能力得到延伸，从总体的观察进入到了细节的了解。由于当时工业革命引起了农业技术的改造，在十九世纪三十年代以后，许多国家先后建立起了较早的农业科研机构：如法国农业试验站、英国诺桑试验站，俄国格列茨农业研究所，美国康尼狄克农业试验站等等。这些试验站的建立，对农业科学的发展起到了巨大的推动作用。另外，这时已经摆脱了以前的那种自给自足的自然经验，全社会对粮食的生产提出了更高更新的要求。这一时期造就了一大批农业化学等农业科学领域的理论创始人和卓越的贡献者。这样就大大地推动了农业科学的发展。

1834年，J. B. Baussingault进行了一系列的田间试验来研究植物的营养。这就是早期田间试验的发端。他还采用了de Saussur的定量试验分析方法，即称量和分析施用的肥料和收获所得的产量，制出平衡图表，以揭示在满足植物营养的需要上，肥料所起的作用有多大，揭示其它的给源——空气、雨水和土壤又起了多大的作用。正是通过这样的方法，J. B. Baussingault完成了许多关于植物氮素营养的研究工作，为氮素营养研究提出了正确的途径。他还确定了豆科植物能利用空气中的氮素，使土壤的含氮量增加，各类作物仅能吸收土壤中的化合态氮素而使土壤含氮量减少（但不知道豆类植物固定氮素的原因）。另外，他开始了碳素营养的研究。他以精密的气体分析工作确定了光合作用和呼吸作用的异同，说明光合作用是有机质形成的主

要途径。土壤是植物矿物质营养的基础。从他的这些杰出贡献我们可以看出，他是近代植物生理学实验派的杰出代表，其理论和实验为植物生理学、农业化学和土壤学的建立奠定了基础。

这一时期，对农业化学贡献最大的要算德国的化学家 von Leibig。他不仅是近代农业化学的创造人，而且也是现代农业化学的倡导者。他于1840年向不列颠科学协会发表了《化学在农业及植物生理上的应用》，从此形成了植物的矿质营养学说，否定了以前的腐殖质营养学说，并提出将矿质肥料施入土中以补偿植物从土壤中摄走和消耗掉的营养物质。这就是他的养分归还学说。1843年，Leibig在《化学在农业和生理学上的应用》第三版中提出了最小养分律，即作物产量受数量最少的养分所控制。他还确定了一般化肥的施用原理。Leibig提出这些理论学说，今天看来，固然总体上正确，但有在着许多不足之处，即存在着片面性，有的甚至是错误的。如他提出的植物氮素来源是大气中的氮，由此而否定了硝素营养。尤其是他后来的“专利肥料”更是极大的错误，片面地强调植物产量与肥料形态的养分施用成正比。结果使可溶性的肥料变成了不溶性的无效肥料。这一错误，由于后来化学工业的发展，得到了纠正。尽管有这些缺点，但他的基本理论还是正确的，对当时农业产量的提高起了决定的作用，而且由于他的矿质营养学说的提出，引出了巨大的化学肥料工业。由此可见，Leibig这位伟大的科学家不仅对农业化学、植物生理学产生了深刻的影响，而且对世界化学工业也带来了巨大的变革作用。

除了Baussingault和Leibig等对农业化学的杰出贡献外，到十九世纪末时，以苏联普良尼施柯夫为代表的生理路线农业化学派建立起来。他根据米丘林的生物与环境的观点，将土壤肥料与植物生长联系起来，研究它们之间的相互关系，以施肥的手段来调节植物养分在土壤中和在植物体内所起的作用，以改善植物生长发育的内在条件和环境

条件，达到提高产量和改善品质的目的。该学派的建立，克服了以前 Leibig 的矿质营养学说的不足，完善了农业化学的理论。

在农业化学理论发展的同时，其它这一些与之有关的学科和科学方法也发展起来。如田间试验法、肥料施用法、土壤微生物学、肥料学等等。这时，生物学和生理学也在建立起来。它们与农业化学相互渗透，互相促进。

纵观这一时期的农业化学发展历史，基本上有以下几个特点：

第一，观察试验与严密的逻辑分析结合起来了，形成了以实验事实为根据的科学理论。第二，科学试验条件以及试验方法在这一时期对农业化学的发展起了不可估量的作用。第三，基础理论科学向农业渗透，是它发展的重要助动力。化学的成就，促进了农业化学的发展。而农业化学的发展，又带来了化学工业的革命。第四，这一时期农业化学的研究已经从研究即成事实开始到了研究事物发生发展过程。人们对于自然现象的认识，不仅仅限于一个一个的事物，而且开始把它们联系起来加以考虑。因此，分析方法、比较方法、综合方法，归纳方法等一些科学方法被应用起来，且起了重要的作用。第五，这时的农业化学新成就，对农业生产起了重要的指导作用，从此科学技术与生产紧密地结合在一起了，科学开始走出实验室，被迅速投入到生产中去，开始显示其巨大的社会功能。这即极大地促进了当时农业生产的发展，同时也促进了农业化学本身的发展。

现代农业化学的发展

——特点与展望

本世纪以来，整个科学的历史发展已经进入到了现代发展时期。到现在为止，仅仅几十年的时间，包括农业化学在内的自然科学各个领域

都取得了前所未有的巨大成就。人类现在对自然的认识不仅在宏观、低速领域更加全面和深刻，而且深入到了微观、高速领域，出现了许多新兴的边缘学科，极大地丰富了自然学科的理论宝库。

这一时期，农业实验生物科学在方法上的进一步改进，使得农业化学不仅阐明了过去许多难于探索的原理，并且为土壤——植物营养化学的研究开辟了新的领域。学科之间的相互渗透和技术的相互转移，使农业化学理论和技术更加完善和成熟。如果说十九世纪农业化学的发展是依赖于当时分析化学的成就，而本世纪，物理化学、植物生理学、生物化学以及许多有关的实验科学的成就，则是它迅速发展的重要助动力。例如当时一批自然科学家运用化学和微生物学的知识和近代实验手段，证明了只有结瘤的豆科植物，才能利用空气中的氮素，并从根瘤中分离出了根瘤菌，用纯培养基接种豆类植物，使之结了瘤。这样就揭示了豆类植物与根瘤菌的共生关系，从而开创了生物固氮这个农业化学的新兴领域。

现代仪器工业技术的发展给农业化学等这样一些实验科学带来了深刻的影响。它给科学研究在方法和手段上，提供了优越的条件和可靠的保证。如显微技术发展到了电子显微镜，极大地扩大了人们的观察能力。通过它可以了解到植物吸收养分的根本途径和动态以及土壤的微结构形态。元素分析仪器和方法的出现（如一些光谱仪），使人们对植物的营养了解得更加完整了。基于Leibig的矿质营养学说，发现植物所必需的元素超过以前所认识的那几种，已确定一般植物所必需的元素有16种，其中碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫为植物大量必需元素，而铁、铜、锌、锰、钼、硼、氯为植物必需的微量元素；此外，钠、硅等元素仅为少数几种植物所必需，很显然，要是没有现代化学和物理学的分析技术，是无法得出这样的结论的。另外，一些分析技术的出现，如电子探针、离子探针、微电极等这些微量测定技术，配合显微技术，

使农业化学的研究进入到了微观领域，研究工作更加深化。

这一时期，由于数学技术的发展，使农业化学不再是以前那种以定性描述为主的科学了，它运用数学的统计理论这种有效方法对一些现象和规律进行了精确的定量描述，如一些盆栽试验和田间试验的统计分析等使学科数学化了。在最近三十年，电子计算技术的发展和引入，为农业化学的定量研究，为精确地规划，指导农业生产提供了更加有效的工具。此外，一些以前认为与土壤农业化学没有任何关系的学科和技术，也开始应用。如空间遥感技术，通过它，可以在短时间内测得大范围内土壤养分状态，分布以及作物生长状态，用于科学研究和指导农业生产。这种技术大大节省了人力、物力，缩短了研究周期。

现代生物科学的成就更是惊人。几乎为当代的前沿科学，而土壤农业化学作为一门农业生物科学也运用了它的一些基本观点和方法。如把植物、土壤和肥料看成是一个整体来加以考查研究，把土壤看成是一个活的有机生物体系来研究它的生命代谢活动。这些实际上是十九世纪普良尼施柯夫的生理路线农业化学派的进一步发展。从这些观点出发，最近几十年的研究成果逐步阐明了土壤矿物质营养的转化规律。各养分在土壤—植物营养方面的特殊机制、土壤物理化学性质对生物代谢的影响等等一些问题。

到现在，农业化学已经建立比较完整的理论体系，并且出现了许多与之有关的学科，如肥料学、土壤学、土壤物理学、土壤化学、土壤微生物学、土壤分类学、耕作学、土壤矿物学、土壤生态学、土壤环境科学、土壤农业化学分析法等等。一些专门研究机构和专业出版物大量出现，许多大学开始设立土壤系、土壤农化专业。此外，国际上和世界许多国家都成立了专业的学术组织——土壤学会。这些组织和出版物的出现也大大推动了农业化学的发展。

以上是农业化学在最近这几十年的发展状态和特点。农业化学的将

来该是怎样的呢？应该向什么方向发展？这里仅根据本人所掌握的一些知识，谈谈几点看法。

第一，根据大农业和农业生态的观点，农业化学应按农业气候条件、土壤性质、肥料给源及农业制度有计划地进行土壤肥力，肥料品质品种与施肥方法对作物增产关系的试验研究。其中，肥料品种应向复合化、高效化的方向发展。

第二，“有机农业”技术与“无机农业”技术应更加结合统一，以解决目前和今后土壤—大气环境污染，水土流失和土壤中有有机质含量下降等一些问题。这就要求加强今后“有机农业”技术的研究和应用。

第三，基础理论是科学、技术和生产发展的推动力。因此，要在现代物理化学、生物科学等科学的基础上来推进土壤—植物营养化学的基础理论研究。这才不致于使之长期处于应用阶段而徘徊不前。

第四，充分地利用现代技术科学的成就，为农业化学研究工作服务。如当代的分析技术，电子计算技术，遥感技术，人工培养技术以及统计分析处理技术等。

第五，大力培养研究人员，建立健全研究机构和学术组织，大力加强农业化学教学、研究和推广人员三梯队的建设。

李比希与农业化学

贺 铁

(八二级土壤肥力专业)

自古以来,植物的生长一直使有心人发生兴趣。一粒似乎是没有生命的种子变成一棵茁壮生长的植物的奥妙从来没有失掉它新颖诱人的魅力。多少年来,为了寻找植物的生长之本,无数科学家为之奋斗终身。尤斯图斯·冯·李比希(Justus von Liebig 1803—1873)则是他们的杰出代表之一。李比希是德国化学家。他创新了化学的教学方法;建立了第一个实用化学教学实验室;发表了关于土壤、植物生长及植物营养成分的科学研究著作,开创了化学肥料的使用和生产,为农业化学的创立奠定了基础。

一、早期对植物营养物质的寻求

人类大概老早就发现了厩肥、堆肥、动物尸体以及动物的某些部分如血液能增进土壤肥力。这就是古谚语“腐烂是植物生长之本”的根据。我国劳动人民在种植实践中很早就已经知道利用一些物质作为肥料以提高谷物产量。西周(公元前11世纪到8世纪)的诗里有“荼蓼朽止,黍稷茂止”的记载。到战国时期更有杀草肥田的记载。西汉时代多用蚕屎和人粪肥田。记胜文书(公元前一世纪)已有施用基肥和追肥的记载。而西方科学家从文艺复兴起才开始探索植物营养的理论根据。1640年在布鲁塞尔,范·海尔蒙特(Van Helmont)用陶土盆子栽柳树试验以研究植物的营养物质。他在盆里装上干土二百磅,插上一枝五磅重

重的柳条，并在盆口上压盖上一块带孔的马口铁板，以防止别的东西掉到盆里。柳树缺水时，他就用雨水或蒸馏水浇灌。五年后，他把柳树砍下，称得根干树枝共重169磅，盆里的土只少了二两。他的结论是柳树只靠水营养。这就是水营养学说。以后，又有人用雨水、河水和水道的污水培养植物。结果表明，在含有泥沙的河水中植物生长比在雨水里好，在污水里长得更好，说明土和盐都有营养作用。格劳伯(J. R. Glauber)用硝土加在培养盆里，植物也显出增长，证明硝也有营养作用。这样，在十八世纪后期燃素学说盛行时，人们所认识的营养物质包括：硝、盐、水、气、土、油和燃素等七种。

十九世纪初，法国学者索秀尔(De Saussure)在含有不同数量二氧化碳的空气里培养植物，然后精确测定空气中二氧化碳含量和植物体的碳素含量，证明植物体的碳素是由它同化的大气中的二氧化碳而来的。他对植物灰分也做了精细的定量分析，证明植物年龄不同，灰的成分不同；土壤不同，灰分也有差异。他证明了矿质元素不是偶然进入植物体，而是由于植物营养的必需；并且，植物吸收这些矿质元素是有选择性的。灰分元素来自土地，碳、氧和氢来自空气和水。十九世纪初，还流行过腐殖营养学说。这个学说以德国学者泰尔(Von Thaer)为代表。他认为，土壤肥力决定于腐殖质，腐殖质才是土壤中植物营养的唯一来源，矿物质不过起间接作用。矿物质加速腐殖质的转化，使之变成容易被植物吸收的物质。这种说法既得到了英国化学家大卫(Davy)和瑞典化学家伯济里乌斯(J. J. Berzelius)的支持，也受到法国学者布森高(J. B. Bous-singault, 1802~1887)和德国学者施普林盖尔(Sprengel)的反对。

农业试验站的创始人布森高，于1834年在阿尔萨斯省伯舍布隆创建了世界上第一个农业试验站。他采用索秀尔的定量试验方法，完成了许多关于植物营养的研究工作。如关于碳素同化和豆科植物利用空气

的氮素等。他确定了豆科植物能利用空气中氮素使土壤的含氮量增加，谷类作物只能吸取土壤中的化合态氮，使土壤的含氮量减少。但对豆科植物固定氮素的原因还不清楚。

施普林盖尔在他于1810~1839年发表的著作中，很注意植物的化学组成以及植物对土壤中和空气中无机物的利用，为矿质营养说提供了一些根据。

二、李比希对农业化学的贡献

在十九世纪中叶的德国布森高的一个同时代人李比希向化学界抛出了一枚科学炸弹。尽管这个化学界具有半科学的性质，但在当时却还是颇有势力的。在总结自己农业研究工作的基础上，结合其它科学家的调查研究，37岁的李比希提出了一套经得起检验、重复、测定和分析，结果始终一致的完整的观点。所谓“炸弹”就是指他的著作《化学在农业及生理学上的应用》。这本书在1840年以德文和英文同时公开出版。在8年时间里，它被用3种语言，先后印了17版。这本著作的出版，标志着农业化学成为一门科学的早期里程碑。

在该书中，李比希系统地介绍了他在土壤、植物生长、植物营养成分，粪肥的化学组成以及造成植物枯萎的原因等方面的研究成果。同时，他以辛辣的语言，讥讽的笔调，推倒了荒谬的“腐殖质理论”。首先，他指出腐殖质是由许多种物质组成的。因此，腐殖质论者并非指某单一物质。他通过各种计算说明土壤中产生的腐殖数量是微乎其微的。其次，李比希通过试验证明，在收获牧草以后，土壤中的碳素不是减少，而是增多了。他说：“植物是从空气中获得它所需要的碳素的”。他参考拉瓦西和布森高的研究成果，并以自己的实验证明了这个观点；第三，他在著作中问道：“既然腐殖质是由腐烂的植物形成的，如果植物的：

部营养是从腐殖质中获得，那么，请问第一棵植物营养从何而来？”在批驳腐殖质理论中，李比希用实验室里做的试验证明植物可以在没有腐殖质的土壤里生长。这是他研究工作的一个特点。一旦实验室的实验结果能够提供所需的证据，他就将田间试验留给他人去做。但是，这并非说他不重视田间试验。相反，在这方面他总是积极效仿布森高在试验农场进行研究，并且充分利用这方面的研究成果。

从分析过的所有植物材料中，李比希发现氮素存在于每一个植物细胞中。鉴于腐烂的根不可能供给每个细胞以氮素，李比希断言，就象能从空气中吸收碳素一样，植物肯定也从空气中吸收氮素。他的这个结论，要比赫尔里格尔（Hellriegel）和维尔法茨（Wilfarth）的发现早50年。这两个人在1886年宣布：“豆科植物通过细菌作用能够从空气中吸收氮素”。从这个事件可以看出李比希的思想是何等敏锐。此外，他第一个揭示了自然界以其独有的方式向植物提供氮素。

李比希和他的学生在吉森做过一个试验。他们收集了几百磅雨水。收集时，为了避免城里的烟雾和灰尘混杂在里面，他们总是等风朝着城镇方向刮过去时才动手。之后，再将雨水加以蒸馏，获得了黄白色的氯化铵晶体（这是一种能为植物吸收的氮素组成形式）。那时，人们还不知道闪电能将空气中的氮和氧合成硝酸盐，从而在雨水中固定了一定数量的氮素。李比希并不了解这一点，他将雨水中发现的氮素，看作是腐烂植物产生的氨气。

李比希仿效拉瓦西，用植物灰分做过另一种试验。他在植物灰的分析中，发现了一部分无机物质。植物体内的无机物质是那里来的呢？李比希断然否定了由“生命力”制造无机物的谬论。他脚踏实地，从实践里去寻求答案。他分析土壤的成分，研究植物根部结构，他从植物根部在石灰上侵蚀的痕迹得到启发，认为这是根液与石灰石之间的化学反应的结果。由此他得出结论：“土壤中含有植物生长所必需的矿物元素。