

植物营养学研究的五种新观点

Some New Ideas in the Research of Plant Nutrition Science

刘国栋

(中国农业科学院农业自然资源与农业区划研究所 北京 100081)

自德国科学家李比西 (Justus von Liebig, 1803 ~ 1873) 发表植物的“矿质营养理论”以来,通过植物科学家 150 多年的艰苦努力,植物营养科学理论发生了翻天覆地的变化,而且使作物产量成倍提高,为世界农业生产做出了巨大的贡献,例如在我国粮食增产分额中,作物营养科学所做的贡献至少在 1/3 以上。随着分子生物学及其他新方法和新技术的迅猛发展,不同学科的相互渗透和杂交越来越广泛,新的专业、新的学科生长点正在涌现。本文试就 21 个世纪植物营养科学发展的主要方面发表自己的一些看法。

一、分子观

植物营养的分子观主要表现在三个方面:筛选营养突变体、探索养分的吸收代谢机理以及对现有品种进行分子改造。

1. 筛选突变体

日本东京大学的茅野充男教授等利用 EMS (ethyl methanesulfonate, 乙基甲磺酸盐) 分子作为诱变剂处理拟南芥种子,培养筛选得到了对硫缺乏敏感的突变体,为研究植物高效利用硫素的机理奠定了材料基础。美国康乃尔大学的 Kochian 等通过构建质粒、Southern 分析、转化等,分离得到了拟南芥短根毛突变体——SAK2-2,并且通过遗传分析查明这种突变作用是由第四条染色体的短臂所控制的,这为今后进一步研究植物根毛的伸长机理以及形态建成打下了基础。对了解根毛在养分吸收过程中的功能也有一定作用。剑桥大学还出版了有关植物突变体的筛选和研究的专著。

2. 探索机理

20 世纪 50 年代初 Epstein 等通过对大麦等作物的大量研究和分析,提出了植物吸钾的双相图,即低钾亲和性和高钾亲和性两个运转系统,但一直没有很直接的证据,如今运用分子生物学技术,对这一问题作出了满意的答复。如日本生物资源研究所的 Katsuhara 以冰草和大麦为材料,以液培、反向转

录、聚合酶链式反应 (PCR) 以及其它相关方法分析鉴定了冰草和大麦的 HKT 基因,并且大麦的水通道基因也得到了检测。吴平等以粳稻 Azucena 和籼稻 IR64 的 DH(double haploid) 群体为材料,用液培方法进行了水稻耐亚铁毒害的分子标记研究,发现耐铁毒基因主要位于 Azucena 的第一和第八染色体上。这为进一步克隆水稻耐铁毒基因奠定了一定的基础。

3. 分子改造

植物对不同环境条件反应的差异很大,在同一光热条件下,一般农作物的光合效率比山间的野草要高得多,同样,在一些瘠薄的荒地上,一般农作物没法生长,甚至难以生存,而一些野草却能正常生长。这都是因其基因背景不同所致。自 1992 年德国科学家运用反义 RNA 技术等分子方法将烟草叶片中 Rubisco 降低 43%,使其 N 素利用效率提高 15% 以来,这方面的研究又取得了新的进展。

众所周知,烟草是喜钾植物,并且其吸钾能力直接影响烟叶的品质。因许多烟草植株在外界有钾时也不一定能够吸收,因此,引入新的机制,提高烟草的吸钾能力显得尤为重要。施卫明和茅野充男等通过分子技术将拟南芥的钾通道转移到了烟草植株中,使烟草的吸钾能力明显提高,通过引入新的钾通道使烟草地上部份的含钾量提高 18~22%。这为烟草品质的改善以及烟叶上新的档次提供了新的技术路线和方法。

二、品质观

随着生活水平的提高,人们对食物的要求不仅讲究营养好、味道美,还希望具有保健功能,而几乎所有农产品的品质都与植物营养有着非常密切的关系。近年来心血管病的发病率较高。这除了有人体遗传、环境等方面的因素影响外,食品质量尤其是主食的养分是否平衡是一重要因素,如食品中钾素长期不足,就易诱发低血钾症和高血压,我国南方水稻主产区大部分耕地缺钾严重,而水稻种子钾

含量又直接受土壤钾含量高低所左右。好在植物营养学的研究可在钾素的分配上做些文章,可降低茎秆的钾含量,提高籽粒的钾含量。这在小麦研究上已证明是完全有可能的。保加利亚科学家 Bochev 发现,以中国春作为父本与方穗山羊草或拟斯脾尔脱山羊草杂交后,籽粒的含钾量会相应提高,这样便提高了小麦的营养品质。同样是 S 肥,对不同农产品品质的影响截然不同。旅英中国学者 Zhao 等发现, S 能改善小麦的面包品质,增加胶原蛋白含量;但 S 却使菜籽的硫甙葡萄糖苷的含量升高,使其品质下降。

目前医学界尚未攻克癌症的本质亦与食品的品质密切相关。维生素 C 具有防癌治癌的功能,而亚硝酸类化合物则有致癌作用,这两类看上去风马牛不相及作用完全相反的物质却都与同一种植物营养元素——N 的关系密切。例如白菜过量施 N 后,维生素 C 下降 34%,番茄更甚,降低 50%,而硝酸类物质则显著增加,N 素对柑桔、土豆、草莓、菠菜和黄瓜等果蔬产品维生素 C 和亚硝酸类物质的影响亦如此。因此就农产品来说,过量的 N 有双重负作用,一方面使作物具有抗氧化特性,能使遏制、减少心血管疾病和癌症发生的维生素 C 的含量下降,另一方面使致癌物质亚硝酸类化合物的含量增高。所以植物营养科学还应重视农产品品质与养分量合适度的研究,以达到高产优质的目标。

三、抗逆观

病虫害是农业生产的大敌,给产量的提高以及农业持续发展带来了十分不利的影响,目前主要的措施是化学防治和生物防治等,虽可挽回不少的损失,但无法完全避免天敌受损伤、环境遭污染、用工量加大、生产成本提高等问题。这当中虽有作物抗性的问题,病源、虫源的问题,但作物自身的营养状况不良也是重要的原因,例如,水稻缺钾时会发生胡麻叶斑病。Epstein 报道,小麦、黄瓜缺硅时易发生白粉病,有的甚至施用化学农药都无法解决问题,唯有施用硅肥才能医治此病。美国的 Melakeberhan 用液培方法研究发现营养供应方式对土豆线虫病有明显的影 响,连续供应养分能明显地抑制大豆线虫病的发生。

最近几年来,华北地区小麦全蚀病严重,据说最近国家正在组织科技攻关,试图通过荧光假单胞菌等的运用来解决这一问题。这当然是有效途径之一,但从作物营养的角度来看,这主要是由于小麦缺乏有效的微量元素 Mn^{2+} 所致。Graham 指出,全蚀病病原物的菌丝能将 Mn^{2+} 氧化成高价形式而使其无效。因此,补充微量元素并采取一些保护措施,防止有效态的微量元素遭到氧化而失去效能,这样就

可使华北地区的全蚀病得到控制。另外,同样是 N 肥,因其状态不同对强光条件下植物的保护作用显著不同, NO_3^- -N 因能作电子受体,在强光条件下可避免还原力的过度积累,能对绿色细胞起保护作用。

新近证明的植物的第 17 种必需营养元素 Ni,不仅对植物的氮代谢和保持种子活力有着必不可少的生理作用,而且对植物真菌病害的发生发展有很强的抑制和缓解作用。

四、持续观

由于绝大部分肥料元素都来自不可再生的矿产资源,故随着生产的发展,不可再生资源的贮量在不断减少,因此怎样高效利用作物养分元素的问题越来越重要。土耳其的 Cakmak 等探讨了提高小麦营养利用效率的途径,他们以小麦 Hldfast 为背景的黑麦二体附加系为材料,对 1R、2R、3R、4R、5R 和 7R(缺 6R) 在 Zn 利用效率中的作用进行了定量测定,发现黑麦亲本的 Zn 利用效率高达 89%(相对产量),而小麦 Hldfast 仅为 53%。附加系中以 1R 的利用效率最高,达 80%;2R 次之,为 75%;7R 再次,为 74%;3R 最低,仅为 52%,比小麦还低 1%,但其表现型略比小麦好,说明引入外源基因对提高养分利用效率大有潜力。

刘国栋等报道了新的液培方法,可用于小麦磷高效基因型快速筛选的磷源液相控制释放系统,利用难溶性磷酸盐作为唯一磷源,并加入适量的相伴阳离子,如 Ca^{2+} 来调控培养液的 P 浓度,使水培溶液中的磷行为类似于土壤溶液中的 P,从而实现了小麦 P 高效基因型的快速筛选。并以此修正了美国学者 Cerloff 等断定的液培方法不能筛选植物磷高效基因型的结论。此外,还得出小麦耐低磷和耐干旱关系非常密切的初步研究结果,并提出将两类研究有机地结合可能有助于工作取得突破性进展。

五、生态观

主要是从保护环境的角度出发,一是控制肥料的投放量,最大限度地减少肥料给环境带来的污染作用;二是利用植物尤其是某些独特的生物资源来净化环境,提高环境质量;三是正确处理有机废物,使之尽可能地当作肥料得到合理利用。

长期以来,植物营养的作用基本上都集中在追求作物的高产上,最近,荷兰政府为了改变这种状况,特别要求农民在施肥时,必须使肥料对环境的污染作用降低到最低程度,并制定了专门的法律,要求农民从 1998 年 1 月起每年都向政府递交 N、P

肥施用量以及由田间流向环境的 N、P 量的年度报告,并且要求由田间流向环境中的 N、P 量在今后需逐年减少。如果 N、P 流出量高于其年度报告的量,农民将被处以罚款。所以植物营养学工作者今后应特别关心作物与土壤的营养状态测定,以便既保证作物生产,同时使肥料流向环境的量降低到最少,另外还需特别重视选育高效利用土壤养分的优良作物品种。

有机垃圾主要包括城镇有机污染物、畜禽排泄等,在我国许多大中型城市已成为影响社会经济持续发展的大问题,但直到目前为止还没有找到有效的解决措施。

国外对城镇垃圾处理很重视,并有许多有效措施,如将城镇污染物制成垃圾饼,并与水泥窑灰按一定比例(6.5:3.5)进行混合、堆放而后作为肥料施于作物,印度处理禽畜粪便的方法是将厩肥与化肥按一定比例混合后施用。为了减少禽畜粪便堆放过程中 N、P 等养分流失给环境造成污染,日本和印度采用禽畜粪便与沸石等混合后进行堆放,这样可以降低 N 素的矿化速度,减少 N 素损失。堆放前加入柠檬酸则可显著减少粪便臭气的释放。

利用植物改良土壤、净化环境是植物营养科学中新近发展的一个新的生长点,美国、英国、日本、德国等发达国家已在这方面作了大量工作,如美国的 Chang 博士报道, *Thlaspi caenelescens* 能净化污染土壤中的 Cd 和 Zn,芥菜型油菜能净化污染土壤中的 Pb 和过量的 Ni。

现已基本明确,利用植物改良土壤环境的机理主要有以下几个方面。

根部过滤 (rhizofiltration):通过耐性植物根系对有机污染物、重金属以及放射性核素予以吸收并保持在根部。

(上接第 55 页)

在现在这种技术和市场复杂的相互作用下,再加上可以说是“愚昧”的消费者的推波助澜,知识经济对知识的依赖程度可以说是打了不少折扣,进而转化为一个复杂的问题。这其实就是一个活生生的例子,即虽然似乎已验证了“科学技术是第一生产力”,可是科学技术又并不等于生产力。而且尤为讽刺的是,这一点在高科技产业更为突出;相反在一些传统产业里,技术上的优势反而往往都会轻而易举地导致成功。

因此一个尖锐的问题就摆在了高科技产业创新上,即,技术创新虽然对高科技产业是必须的,但是,究竟应该达到如何的度(似乎从来没有人认为技术创新应该有一个度的问题)?究竟自己的技术到如何的程度才能够创造最大的生产率(或者说利润)?如同生产力与生产关系一样,“知识经济”中知识或技术的应用也必须与客观条件相适应。微软的观点就是决不做第一个采用最新技术的人。这决不

植物萃取 (phytoextraction):重金属或有机污染物经植物直接吸收后,继而转到地上部。

植物降解 (phytodegradation):植物对有机污染物进行吸收后,在其体内进行降解,或者植物促进微生物在根际土壤中对其进行分解。

植物挥发 (phytovolatilization):在植物和微生物土壤系统中,经特定的酶将化学污染物转化降解,最终使之飞散。

以上这四个基本过程都是除去污染物的过程。此外,还有两个过程可以使污染得以遏制、固定。

植物稳定化作用 (phytostabilization):利用耐性植物将土壤污染物稳定在污染土壤中,以防止污染物在土壤中扩散,或经空气进入其它生态系统中;并且由植物吸收引起的快速土壤蒸散,也可使化学污染物的淋溶减慢。

植物固定化作用 (phytoimmobilization):利用植物防止溶解态化学污染物的迁移和扩散,以降低这些污染物在土壤中的流动性。

由于土壤污染已使捷克北波米地区的居民寿命缩短了 5 年,而在波兰有的地区的居民寿命也缩短了 2~3 年,前苏联的某些国家情况可能更差,问题非常严重,故为了解决这些问题,几个国家的相关科学家成立了全球土壤改良网络,我国南京土壤所赵其国院士等五位科学家参加了这一组织的工作。

此外,植物营养与植物的信息传递,特别是与植物体内信息网络的正常运转可能有着非常密切的关系,这些关系已经开始引起美国科学家 Lucas 等人的注意,可以预见在 21 世纪将会有新的突破性发展。这必将对农业科学的持续发展起到更有力的促进作用。(责任编辑 孙立明)

是胡说八道,因为这是出自微软一位高级行政官员之口。因此如果你观察微软的软件,总有一种从别人的软件处抄袭的感觉,可这并不妨碍它的成功。

其实任何一项新技术要被社会接受都是需要一定的条件的,离开了这样的条件新技术就会变成超前的摆设,空有花架子而不实用。比如前面说的 OS/2,由于在推出之初,相比当时的硬件条件是超前的,需要相当昂贵的系统才能让它运行良好;而 Windows 对硬件的需求则正好赶上了计算机硬件发展的步伐,不会有过大的超前,因此导致了它的成功。很多类似失败和成功的例子都是出自这一个简单的原因。总之,笔者可以作出这样的预言:在即将到来的“知识经济”时代,高科技产业中的成功者并不是拥有最新技术的企业,也不是最先使用最新技术的企业,而是最能够切合时机使用新技术的企业;在知识经济时代,只有最新技术还不行,只有与市场紧密结合的最新技术才是最强有力的。

(责任编辑 蔡德诚)