植物营养诊断的回顾与展望

刘芷宇

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

作者对我国植物营养诊断研究工作做了简要的回顾与展望。认为DRIS诊断系统较外观诊断和化学诊断具有综合性诊断的特点,应逐步推广。文章还对开拓新的研究内容提出了见解。

一、历史的回顾

植物营养诊断的研究和应用起始于19世纪。随着科学技术的发展,从诊断理论上测试手段上都有新的发展,到本世纪50年代,症状诊断和化学诊断在理论和方法上已奠定了相当的基础。近30多年来,植物营养诊断在应用范围、对象和内容上又有了很大的进步。但在诊断技术和方法上有许多方面仍未超出50年代的水平,进展较缓慢。

(一)营养失调的外观诊断 主要包括症状诊断和长势长相诊断。

1. 症状诊断:根据作物表现出的某种特定的症状,确定其可能缺乏某种营养元素的一种方法。例如,植物下部叶片发生黄化或有红色斑块,是缺氮的症状;植株基部叶呈暗绿或有紫色斑块是缺磷的症状;植株上部新叶全部黄化是缺硫的症状;植株上部叶片有针尖状褐点出现是缺锰的症状等等(刘芷宇等,1983年)。症状诊断是一种快速而又简便的诊断方法,在植物营养诊断上它们曾起过很大的作用。但是这种诊断法通常只在植株仅缺一种营养元素的状况下有效,在植株同时缺乏两种或两种以上营养元素,或出现因非营养性因素(如某些病虫害或药害)而引起的症状时,则易于混淆,造成误诊。再者,植株出现某种缺素症状,表明植株缺素状况已相当严重,此时再采取补救措施,则为时已晚。因此,症状诊断在实际应用上存在着明显地局限性。

2. 长势长相的诊断:这种诊断方法60年代前后在我国曾受到广泛重视。它是在总结农民丰产经验的基础上发展起来的,主要是针对水稻作物的。现已积累了丰富的资料(崔继林等,1964)。例如,水稻在田间群体长相上的整齐度与产量的关系甚为密切;水稻长相杂乱披散,是缺钾的表现;水稻生长参差不齐是缺锌的结果。从株型上看,缺氮时,叶片与主茎间的夹角小于 45° ,叶片直立;缺磷时,株型紧缩,俗称“一柱香”;缺锌时,稻苗发僵不长,拔节期茎节缩短,上下叶鞘重叠,叶枕并列,即所谓“矮缩苗”和“平行叶”;缺钾时叶片长瘦与叶鞘长度比例失调,因而株型披散。而正常的丰产株型,在拔节期,上部第二片叶长而宽,叶片厚挺,呈竖立状,稻丛型为下大上小,稻茎基部粗壮,清秀老健;在孕穗期,长出的最后三片叶挺直不垂,稻丛型为下小上大,稻脚清爽,水稻秆壮穗大。

根据植株长势长相还可指导施肥。通常,依据特定叶位的节间长度以诊断不同生育期的施肥效果。有关水稻适宜施肥(氮)量和适宜施肥时期与节间长度的关系已见报道。松岛省三(1980)认为,出穗前45天施肥主要使第5节间伸长;35天前则使第4节间伸长;24天前施肥

主要影响穗和第1—2节间。表明，拔节以后稻株如果早期营养良好，后期营养不足，则第5—3节间长，上位节短，易倒伏；反之，则下位节粗壮。因而在水稻出穗前47或41天大量施用氮肥有潜在倒伏的可能性，可见，通过控制叶长和节间长度，有利于水稻形成理想的株型而获得高产。

此外，叶色诊断也是一种有效的简易的诊断方法，它是根据色卡确定氮肥施用量的。

需要指出的是，通过对植株的群体或个体长势长相以及叶色的诊断，虽然，在一定程度上可以有限地判断植株的营养状况，以达到指导施肥的目的。但是，近年来由于作物品种更新换代频繁，它们外观的长势长相和叶色变化多端，没有固定的模式，这就需要根据当地实际情况重新确定适宜的标准。

(二)营养失调的化学诊断

主要是进行叶分析和叶鞘或茎分析。也有以整株植物作为研究对象的，但大多只限于苗期。由于植物是在固有的遗传特性上同化外界环境而生长发育的，所以当某种营养元素成为植物生长的限制因素时，植物的生长状况就成为该营养元素供应量的函数。植株的化学分析结果与生长状况的关系是判断植株的营养状况的方法。化学分析测出的养分浓度与生长（产量）之间通常呈曲线关系，其中达到最大生长或最高产量的某营养元素浓度正好处于足够或缺乏的浓度交点，称为临界浓度。经验表明，根据营养反应，大致将临界浓度的范围划分为缺乏、适宜和过量3级。

在植株体内某种营养元素极端缺乏的情况下，向植株供应该营养元素时，常常出现植株体内该元素的浓度反而下降的现象（即所谓的Piper—Steenbjerg效应）。此现象的产生是由于植物在缺乏某种养分时，该养分在体内呈游离态的数量很低，而一旦增加供应后，体内溶性养分含量增高，促使该养分从叶片或根系中丢失，因而导致浓度下降。若随着养分供应量的继续增加，养分浓度与生长（产量）的关系再次出现正效应，这时植株则处于养分缺乏状态；当供应的养分浓度增加，而生长量不再增加时，则植株处于奢侈吸收；当养分浓度增加，而植株生长量反而下降，则植株处于过量有害状态。可见，所谓养分临界浓度，实际上是指养分供应浓度与植株生长的相关关系逐渐减小的转折区域，往往是一个范围，而不是想像中的某一定的绝对值。养分临界浓度一般取决于所选择的植株或器官的发育状况和年龄。植株的生育期和年龄不同，其适宜的临界浓度也不相同。例如，磷在植株内能被再利用，在植株生长后期，其新生器官中的磷主要由老龄组织转移而来。因此，诊断植株缺磷与否和临界浓度只有在苗期进行才有指导意义。而钙则相反，因其在植株体内不易移动，在高钙介质中培养下的植株，其体内总钙浓度也是高的，而一旦介质不再供应钙时，植株将立即出现缺钙症状，但此时植株的含钙量可能比钙量低而供应时间长的植株高10倍（Bouma, 1983）。

由于叶片也有胚胎期、伸展期、成熟期和衰老期之分，与其相应的营养元素就有累积期、停滞期及再分配期之别。因此，进行叶分析时，必须首先对叶片的生理年龄及营养元素的需求作出正确的判断。

大量的统计资料表明，植物化学诊断中出现的误诊，主要由于采样不当面引起的。虽然根据植株的养分浓度（含有率）亦可诊断养分的丰缺，但在探索最适养分状况时还必须考虑植株对养分的总吸收量，因此，植株的干物重的个体差异将对计算总吸量产生巨大的影响（河野通佳，1974）。根据对水稻样品的统计分析，养分浓度的变异系数，氮在各生育期平均为4.4—10.3%；磷为5.4—18.4；钾为5.9—8.0%，然而干物质的变异系数却很大，同一生育期平均为15.9—19.5%。

在化学诊断中还要注意临界浓与养分元素的相互作用之间的关系。某种元素浓度的变化可能导致另种元素的缺乏或过量，这种现象是极为常见的。例如，在高磷条件下常引起Zn和Fe缺乏；过量硝酸盐将使磷的溶解度降低；铁的不足易导致锰的过量以及元素间的拮抗或拮抗作用等等。从而使具有相对影响的养分的临界浓度规定较宽的范围，即变化幅度较大。

为了避免由于养分之间的“假拮抗作用”而引起化学诊断的误诊，70年代以来，Beaugils提出了DRIS诊断系统，试图借助这个系统预测影响产量的多种元素的关系。显然，这是一个较为综合的诊断方法(Summer, 1977)。

环境因素对植物营养诊断的准确性有很大的影响。例如，光照下的叶片其氮临界值显著高于遮光的叶片；强光下的叶片其磷浓度比弱光下的叶片高。温度的影响也一样。但是，土壤水分的变化对养分的影响较为复杂。有人认为，降低土壤水分，将导致植物体内氮浓度的增加；钾浓度的降低；并对磷、钙、镁含量产生影响。而另一些报道则认为，在水分逆境条件下，可以增加植株体内氮、磷、钾、钙、镁和锰的浓度。通常认为，土壤干旱可导致某些养分在土壤溶液中的浓度增加，从而相应地提高植株体内的养分含有率。但是，干旱往往限制了植物的生长和对养分的吸收，因为水分逆境促进了植株老龄组织内有机物质水解，溶性养分增加，致使养分吸收量减少。这只能表明植株内在需求的降低，而不是养分有效性的变化。

二、展 望

植物营养诊断不论是过去、现在或未来都是科学施肥中主要依据。它将随着科学技术的发展而不断地改进、完善和提高，使之更好地揭示土壤—植物间养分供求特点。当前，植物营养诊断研究应从以下3个方面考虑和发展：

1. 完善现有的诊断技术和方法。首先，要使现有的方法在应用上达到定量和准确的要求；其次，要结合我国农作物栽培区域的划分，制订各区域的统一诊断方法、诊断指标及其与施肥的联系；第三，研制新的方便的测试手段，特别是有关田间速测仪器的引进和研制。

2. 从单一元素的诊断转向综合诊断。随着我国肥料工业的发展，以及多年来对大量元素肥料施用的理论和应用的研究，氮、磷、钾的诊断问题较为成熟。但是，有关微量元素的施用问题则显不足，有关这方面的诊断研究，无论在方法上和理论上都十分薄弱。而且，微量元素缺乏或过量的问题常常又是与大量元素肥料施用量有关。因此，需要综合地进行诊断。现在，DRIS综合诊断推荐系统已在我国水稻上应用(丘星初, 1983)。虽然，这种综合诊断方法尚不能根据诊断结果确定施肥量。但是它可以告诉人们需要增施什么肥料，在此基础上，再结合施肥量与产量的效应关系，即可确定施肥量。看来，它是一种较好的综合诊断系统。

3. 拓宽植物营养诊断的内容。考虑到作物对土壤养分的依赖性在一定程度上大于对当季肥料的依赖性这一事实，80年代以来，国际上对高提作物对土壤养分利用效率的作用十分重视。因而开展了作物根系利用土壤中缓效性和难溶养分方面的诊断。然而，我国对这方面和工作尚未引起足够的注意，急待加强。此外，结合推荐的建立，要对植物需肥的一些参数进行研究。其中有关作物在不同生育期对土壤溶液中最低吸收浓度的极限值就是重要内容之一。国内外研究者认为，这可能是衡量作物耐瘠及吸收能力的指标之一。另外，根系对养分的最大亲和性及其在吸收养分上的作用，以及作物的吸收容量、体内浓度与产量构成因素的关系等等都是影响科学施肥的重要因素。近年来，含氯化肥的应用在某些地区和作物上占有

一定的比例，作物含氮量的临界指标和氮离子与其它离子的相互关系的诊断研究也应给予注意。

参 考 文 献

- [1] 刘芷宇、唐永良、罗质超，主要作物营养失调症状图谱，农业出版社，1983。
- [2] 崔继林等，陈永康水稻高产经验研究，第一集，30页，上海科技出版社，1964。
- [3] S. Malsushima, Rice cultivation for million. Japan Soc. Press, 1980.
- [4] D. Bouma, Diagnosis of mineral deficiencies using plant test, In «Encyclopedia of plant physiology», New series, Vol. 15A, pp120-146, New York, 1983.
- [5] 河野通佳，水稻试验的采取法，《栽培植物营养诊断分析法》，日本农林省分析委员会，1974。
- [6] Summer M. S; Comm. Soil Sci. plant Anal., 8: 149-167, 1977.
- [7] 丘星初，水稻营养诊断研究—诊断图法，土壤学报，22(2): 191—197, 1985。

(上接第 172 页) 于哪一类，而且还可以通过原始样本的回代判别研究聚类是否合适等等。上述多因子综合判别土壤生产力等级的方法，应用于施肥咨询实践已经取得了较好的结果。

总之，优化推荐(配方)施肥是一项以田间生物试验为基础、土壤测试与多点分散试验相结合的综合技术。它是应用电算机编制县级施肥咨询服务软件系统的依据，必将进一步推进我国推荐(配方)施肥技术向数量化方向发展。