

230-234

叶面肥的研究与发展

S511.106.2

庄舜尧 曹志洪

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 本文阐述了叶面肥料的生产与发展,叶面肥料的种类、营养机制,影响其吸收的条件和因素,以及叶面肥料的发展方向与前景。

关键词 叶面肥料;营养机制;影响条件;发展及前景

水稻, 施肥

广泛应用肥料已成为当今世界提高农作物产量及农产品品质的重要措施之一。通过几代科学家的辛勤工作和开拓进取,肥料科学取得了令人瞩目的成就,新肥料品种不断涌现,肥料利用率不断提高,肥料应用给社会带来了蔚为可观的经济效益和社会效益。叶面营养是植物根外营养的重要途径,通过叶面施肥可以较少量的肥料起到较大的作用。叶面施肥可以补充植物后期由于从土壤中吸收养分不足而带来的养分亏缺,保证了作物的增产;可以在植物根系受到严重影响时,及时弥补作物所遭受的损失,如磷、锌、硼、铁等易被土壤固定而使植物难以利用的养分通过叶面施用可以为植物较快吸收,发挥更好的增产效果;另外,叶面施肥可以在作物不同生长阶段、不同种植密度和高度下进行,有利于集约农业的大规模机械化施肥操作。尽管叶面肥在我国已被大量使用并且取得了巨大的效益,但到目前为止在我国还没有统一的叶面肥的肥料标准,认识、把握和深入开展新型高效叶面肥的研制和应用对于农业的持续发展及农业的高效节能具有重要的实践意义。

1 叶面肥的发展及研究概况

叶面肥在农业生产中的应用和研究具有悠久的历史。早在 200 多年前,浙江省乐清县虹桥农民就用河泥粪对水稻进行叶面施用。农业化学创始人之一的 Bycoehro 认为^[1],叶子在吸收水滴的同时能够像根一样地把营养物质吸收到植物体中去。在 19 世纪 40 年代,英国的 E. Gorie 用试验证明植物的茎和叶能吸收营养物质的事实。Bulson 用铁盐溶液来治疗植物叶部失绿病得到很好的效果。1929 年苏联的两位科学家用莴苣作材料^[2],证明植物能够经过叶部而同化镁和钾。1941 年发表了叶面吸收的微量元素对于植物光合作用显著作用的论文。法尔费里成功地测定了盐类渗入叶内的速度,譬如硝酸盐中的钾经一小时后进入叶内,而氯化钾中的钾则需 30 分钟;镁渗入植株内的速度视和它结合的阴离子而定,硫酸盐中的镁经 30 分钟而达叶内,而氯化镁中的镁则需 15 分钟^[3]。在 1955 年日内瓦举行的国际和平利用原子能会议中,有数篇论文对叶面施肥进行了阐述^[4]。如美国的 Aok 和 Markliff 应用其首创的方法研究了影响烟叶吸收¹⁵N 标记尿素的因素;奥地利的 Carsontel 致力于³²P 标记示踪研究叶面养分的吸收规律;另外还有许多有关叶面喷施微量元素的应用研究。结果认为经由叶部而吸收的养分,与根部吸收的一样均被植物作为营养而利用,它们对于光合过程和植物体内酶的活动

均有同样的影响。李赫切尔和瓦西里耶娃以锌、锰、硼、碘的盐溶液对向日葵、蚕豆、橡胶草、八仙花和紫苏的叶部喷施证明,这些微量元素都增加了植物光合作用强度。

随着研究手段的进步,植物从叶部吸收养分的机理和途径的研究更加全面深入。同位素示踪技术以及植物营养分子水平的研究为现代叶面营养的研究提供了有效的手段和保障。研究进一步揭示了叶面施肥的理论基础和其机理,为叶面肥的广泛应用提供了科学依据。

近些年,我国在叶面肥的研究和生产中也有很大的进展,研究和生产了适应我国土壤和作物特点的叶面肥,并进行了大面积的试验和推广,收到了良好的增产增收效果。

2 植物叶面营养的特点及其吸收机制

2.1 植物叶面营养的特点

植物营养的吸收是植物与外界进行物质与能量交换的过程,营养状况对植物生长起着关键的作用,合理施肥、及时满足植物对养分的需求是保证植物高产优质的前提。植物对养分的吸收具有选择性和适应性^[5],也就是植物会按其本身的生物学特性有选择有比例地吸收养分;同时植物在不同生长发育阶段,对养分的需求特性存在较大的差异,在其整个营养期中有两个关键时期,即植物营养临界期和植物营养最大效率期。在植物营养临界期,植物对某种养分要求很迫切,该养分过多或过少都可能影响植物的生长发育,于后期难以纠正或弥补。在植物营养最大效率期,植物生长迅速,吸收养分能力特别强,及时满足植物养分需要,对提高产量有明显的效果,植物除了能够由根部从土壤中吸收养分外,叶面营养是另外一种重要的养分吸收途径,叶面营养具有区别于根部营养的特点。叶子能直接吸收和利用有效养分,对养分的利用率较高,并可防止或避免由于土壤对有效养分的固定而降低其有效性。因此,植物叶面喷施肥料,特别是某些容易被土壤固定的元素如磷、铜、锰、铁、锌等,具有营养效果好的特点。还有铁等在土壤中溶解度较低的营养元素,如果直接喷施在叶面上,效果显著提高。叶面对养分吸收、运转比根部快,有利及时满足作物生长发育的要求。一般尿素施在土壤中4-5天以后才有效果,采用叶面喷施只要1-2天即可见效。根据这一原理应用喷施技术可以用作及时防治或矫正某些缺素症或因自然灾害而需要迅速供给养分的补救措施。自叶面吸收的养分能直接影响体内代谢,参与植物新陈代谢,增强体内酶的活性。通过叶面施肥可提高植物的抗逆性,延迟叶片早衰,并可促进早熟等。叶面喷施既可节省用费,又能避免危害。叶面喷施用量小,尤其是磷、钾肥及微量元素肥料,用量仅是土壤施用量的1/10-1/5。施用量小,既可节省投资,还可避免微量元素肥料用量过多造成危害的问题。叶面施肥与根部施肥结合,可以起到相互促进、相互补充的作用。叶面吸收能促进植物体内代谢,而使根系吸收能力进一步增强。根系吸收能力加强以后,形成健壮的地上部分,又有利于叶面获得良好的吸收效果。因此两者之间是相互促进、相互补充的。

2.2 植物叶面吸收离子的机制

叶面喷施的养分是通过叶片的角质层和气孔进入植物体内^[6,7]。角质层是由多糖和脂类化合物组成的混合物,是植物叶片的保护层,一般只允许少量的水和溶质渗透进入;角质层由外到内可分为角质蜡层、初级角质层、次级角质层三个层次。施于叶面的养分可依次透过角质层、细胞壁、细胞膜,进入细胞内,尔后沿着胞间连丝进入叶内组织中转移,进入叶维管束参与

整个植株的代谢活动。植物叶片对养分的吸收速率和叶面肥料利用率有着重要的影响^[8]。诸多研究表明不同植物对养分的吸收利用存在很大差异,以植物叶片对磷的吸收为例,吸收50%P所需时间柑桔为1—2小时,苹果为7—11小时,甘蔗约24小时,烟草24—36小时^[9];植物对不同养分的吸收速率也不同,如氮、钾养分被叶片吸收后很快被运转参与植物代谢,相对而言,磷、硫以及锌、铜、锰、铁和钼移动性稍差,而硼、镁、钙等元素则滞留在该叶片中极难移动;同一植株不同部位的叶片也存在差异,因为不同部位叶片的生理代谢功能强弱不一样,新叶吸收能力一般较之老叶要强^[10]。

叶面细胞对叶面养分的吸收机制同植物根细胞对养分吸收机制是一样的,主要的制约步骤在于养分生物膜的跨膜运输^[11, 12]。目前为广大学者所接受的H⁺致电泵与ATP酶理论认为细胞对养分的吸收是通过向细胞外定向分泌质子建立质子驱动力使离子或分子能渗透进入细胞。叶面细胞与根细胞所处环境不同功能也相异,因而在养分吸收上有一定差异,这种差异主要表现在细胞对养分吸收的诸多影响因素上。在土壤中,植物对养分的吸收途径包括截获、质流与扩散,在叶面上发生的过程只能被看作是一种截获方式,然后就是渗透吸收。所以当叶面肥料以高浓度喷施或因蒸发造成叶面肥料的高浓度都不利于叶面细胞的吸收,甚至造成叶面细胞的灼伤和损害。根细胞吸收养分可以通过内质体和质外体途径来吸收,比如Ca等移动性较小的养分就是通过质外体途径进行吸收,这在叶面细胞中是不存在的,植物叶面结构决定了叶子对养分吸收只能通过内质体进行吸收,养分吸收速度取决于吸收面积、渗透势以及养分在叶面中的运输及转换,所以对于多数作物而言,养分吸收主要受叶子生理状态的影响^[13]。

3 叶面肥的类型及影响叶面养分吸收的因子

3.1 叶面肥的类型

根据植物叶面对养分吸收的特点,叶面肥料可制成多种类型,包括水剂、乳剂、粉剂、油剂等^[14]。水剂是最普遍使用的一种类型,营养物质的浓度常以百分数或摩尔浓度表示。乳剂有利于养分同叶面的亲合而有利于养分的叶面吸收,所以其效果要比水剂更好些。油剂是一种羊毛制剂,是研究试验时常用的一种剂型,其特别是不易流失,可局限于施用的地方。叶面肥料类型的选择在生产实践中有着重要的作用,一方面,影响着肥料生产厂家的生产成本、运输和销售等环节,在肥料市场竞争中占重要作用,另一方面,对于农户来说,简便易用及高收益乃其选择的根本,而叶面肥料的类型必然影响到农户的选择。在叶面肥料研究领域中,叶面肥料的类型及肥料的高浓度、易溶解是其中重要的一个课题。

3.2 影响叶面吸收离子的因子

不同作物及其营养状况、环境条件对叶面肥的吸收利用有很大的影响。研究、认识和把握这些影响因素对于叶面肥的有效应用具有重要意义。

首先,不同作物的叶面结构存在差异,导致叶面喷施效果有差异^[15]。一般双子叶植物如棉花、大豆、花生、油菜、马铃薯等叶面积较大,叶片平展,表面角质层薄,溶液容易渗透,养分易被植物吸收转运,故对此类作物叶面喷施效果要比叶面积小的单子叶植物如稻、稻、麦、谷等的效果好。

一般植物叶片的背面比正面气孔多,且正面多为栅栏组织,细胞排列紧密,肥水不易进入,

而背面多为海绵组织,细胞排列疏松,吸收肥力能力强。所以喷施时要求正面和背面都要喷,尤其要多喷叶片背面,效果会更好。

另外,降低溶液的表明张力,增加溶液与叶面接触的时间,可以提高叶片对养分的吸收量,所以改变喷施液的组成使之能与叶面有良好接触,选择合适的喷施时间,避免喷施液很快变干,可以起到提高喷施效果的作用^[16]。

叶面肥料的形态选择、合理配伍、适宜的浓度及 pH 值都对喷施效果具有一定的影响。如钾肥叶片吸收的速率顺序为氯化钾>硝酸钾>磷酸二氢钾;微量元素肥料中加入尿素可以促进叶片对微量元素的吸收;适宜的浓度有利于植物对养分的吸收,若浓度过高溶液易干,干后产生的高渗透压会烧伤叶片,微量元素过量还会导致作物中毒减产,一般尿素在蔬菜上不超过 0.8%,禾本类和果树类可高些;调控叶面肥的 pH 值目的是促进离子快速进入叶片,为植物吸收利用^[17]。

此外需注意在叶片上肥料喷施的部位,一般对于移动性差的养分如铁,要喷在新叶上才会有较好的效果。

在一定范围内叶面喷施的用量多作物吸收的也多,但过多时反而会影响产量。小麦叶面肥的试验表明,用量与产量之间可用一元二次方程表示^[18]。

环境条件如温度和光照明显影响叶面施肥的效果,温度和光照影响叶面养分的渗透及在植物体内的传导和运转。一般夏季喷施比冬季效果较好,温度高、蒸腾作用和光合作用强度大,有利于水分及同化产物的运转,有利于养分的吸收利用^[19]。

最后,应该认识到根是植物吸收矿质养分的主要途径,只有当由于各种原因土壤施肥不能及时发挥作用时,喷施叶面肥才能发挥出最大的效果。

4 叶面肥的发展方向 and 前景

高产优质低成本是现代农业的主要目标,这就要求一切的农业技术措施包括施肥经济易行。叶面肥的应用是土壤施肥的补充或辅助手段、强化了植物营养的调节能力,是一项低成本高效益的措施。

如何进一步提高叶面肥的利用率,增加其经济效益,将是叶面肥研究发展的主要方向,同时将叶面喷施技术同其他相关的农业措施结合起来,既考虑到当前的,也考虑到长远的对社会、环境等诸多因素的影响,使之更加广泛和科学地在农业生产中发挥作用。因此提出以下几点建议和看法:

(1) 深入植物叶面营养机制的研究。尽管自 19 世纪来,科学家们就开始研究植物叶面吸收养分的机制,在叶面营养方面已取得了巨大的成就。但仍有许多的机理没有透明理解掌握;植物营养研究已从使土壤环境满足于植物生长的状况转变到让植物适应土壤环境的分子生物学研究水平上来,研究控制植物叶面营养吸收的遗传等机制,改变、提高植物叶面吸收养分效率,使叶面肥在施肥措施中占有更重要的地位,为农业的可持续发展提供契机。

(2) 加强叶面肥种类和剂型的规范化、标准研究。叶面肥的种类和剂型对于叶面肥的效果有很大影响。目前,我国存在着种类繁多的叶面肥,由于缺乏统一的规范标准,坑害农民者有之,假冒伪劣事件时有发生,市场比较混乱,令农民无所适从。标准化、规范化迫在眉睫。

(3) 优化和综合推广叶面肥施用技术。叶面肥的应用也需要跟其它肥料的应用一样进行优化组合,提出其应用的有效地区和作物范围,减少盲目施用。要使叶面肥能够拥有广阔的市场,可与其它植物生长调节剂、农药的喷施相结合,以减少劳动负荷,使之更加经济实用。但是这种配合必须经过严格筛选和科学的验证,决不能盲目随意。

(4) 坚持经济效益、社会效益和环境效益的统一。坚持三效益的统一是任何一项技术措施的前提原则。在叶面肥的使用中,除了考虑其所带来的经济效益和社会效益外,应充分考虑可能带来的环境问题。由于叶面肥都是以液体的形式进行施用,液体养分具有很大的移动性,应避免肥料及其载体直接进入水体、生物链或其它的生态系统,防止破坏生态平衡和保证人畜的健康安全。

参 考 文 献

- 1 阿夫多宁等著,(苏少泉等译).植物的根外追肥.科学出版社,1995.1-8
- 2 E. H. 沙康棋编(陈耕陶译).植物的根外追肥.科学出版社,1958.1-10,20-30
- 3 Cooke G W. The Fertilizer Soc. Proc., 1966, No. (92):p1120-1125
- 4 Frank W. Ann. Rev. plant Physiol. 1967, (18):p281-300
- 5 Mengel and E A Kirkoy. Principles of Plant nutrition, International Potash Institute, Bern, Switzerland, 1987, p113
- 6 Turkey H B, Witter S H and Bukovac M J. Nutrient Uptake of Plants, 4 Intern. Symposium, Agrochimica Piss. Florenz. 1962, p384-413
- 7 Mathur B N, Agrawal N K and Singh V S. Indian J. agric. Sci., 1968, 38(5):811-815
- 8 Walter B, Batgen D, Patenurg H and Koch W. Das Gartenamt 1974, vol. 10:578-581
- 9 王克孟,马玉军,姜进军.小麦喷施专用叶面肥的增产效果.江苏农业科学,1993,(1):10
- 10 韦璞.春小麦不同叶面喷剂肥效试验.甘肃农业科学,1993,(2):25-26
- 11 朱明华,丁前法,顾仲兰.稀土对棉花的生理效应.上海农学院学报,1993,11(4):313-319
- 12 苏文伟,鲁继.茶树喷施稀土的增产效果及其施用技术.农业科技通讯,1993,(3):28
- 13 李志达,朱其清.微量元素肥料.江苏科技出版社,1991,250,250-267
- 14 林济民,张可池,潘廷国.植全叶面营养液对水稻的增产效果及其机理.福建农学院学报,1993,22(2):199-202
- 15 金绍龄,马永泰,程志斌.小麦喷施磷酸二氢钾的效果研究.土壤肥料,1993,(3):16-19
- 16 赵瑞英,刘永厚.实用叶面喷施新技术.江西科技出版社,1991,25-30
- 17 赵辉,李鑫.叶面喷肥对棉花叶片生理功能的调节作用.陕西农业科学,1993,(6):22-23
- 18 施岗陵,袁俊华.苹果施用稀土的增产机理、效应和技术.中国农学通报,1993,9(6):40-42
- 19 秦焯南,尹克林,唐继勇.叶面喷施 K 对柠檬果实和品质的影响.西南农业大学学报,1993,15(3):2-5