



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校观赏园艺方向“十一五”规划教材



花卉营养学



杨秀珍 主 编

中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等院校观赏园艺方向“十一五”规划教材

花卉营养学

杨秀珍 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

花卉营养学/杨秀珍主编. —北京: 中国林业出版社, 2011. 3

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等学院观赏园艺方向“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5038-4989-3

I. ①花… II. ①杨… III. ①花卉—植物营养—高等学校—教材 IV. ①S68

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 024360 号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

策划编辑: 沈登峰

责任编辑: 康红梅

电 话: 83220109 83221489

传 真: 83220109

出版发行 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83224477

http: //lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

版 次 2011 年 3 月第 1 版

印 次 2011 年 3 月第 1 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 14

字 数 344 千字

定 价 28.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

自古以来,我国人民就养花爱花,并借养花来寄托自己的情怀。在物质文明不断丰富的今天,每个人的心田更需要精神的滋养。而花,给了这个世界滋润和安慰,成为人们心灵世界的甘泉。改革开放以来,我国的花卉业有了长足进步,有关花卉营养生理与施肥方面的研究也有了一定的发展,但与果树、蔬菜的研究水平相比较,依然处于起步阶段,至今,有关专著也是凤毛麟角。

21世纪以来,我国高等院校园林和园艺专业规模不断扩大,高等教育也从精英教育转向大众教育,按照“厚基础,宽口径,重能力”的目标培养学生,因此迫切需要适应新形势的专业教材。编写本教材,旨在以植物营养学为主线,以花卉为对象论述基本原理与施肥方法。由于我国花卉营养学研究尚未形成体系,研究资料少,通过本教材的学习,引导学生掌握基本知识,以便于今后开展该领域的研究与发展。

笔者在日本留学工作十余年,一直从事花卉营养生理的研究,归国之后从事花卉栽培的教学与科研工作。为了编写出既系统又全面,适合当前观赏园艺专业方向教学使用的教材,数年来,阅读了大量文献,尽力吸取相关知识与内容,继承和运用前人的研究成果和经验,整理资料,修改文稿,核查数据,反复推敲。承蒙多位专家学者的指导与合作,终成定稿。

关于本教材的内容安排,特别注重理论基础和实际问题的结合。教材中引用了大量在该领域研究处于领先地位的日本众多研究成果和具体量化指标,力求丰富内容,增加实践指导性,弥补花卉学、土壤肥料学在这些方面的空白和不足。

本教材前7章较系统地阐述花卉营养基本原理、施肥方法及营养诊断等基础内容,后5章以切花、球根花卉、盆花、兰科花卉和观叶植物为对象,具体阐述各类花卉的营养吸收特性及施肥原理,目的是为了使读者全面地、循序渐进地掌握理论知识和实际技术,指导花卉生产实践。

本教材由杨秀珍担任主编,编写分工如下:杨秀珍(绪论,第4章,第8~12章),周丕生(第2章),施木田(第3章,第7章),郑成淑(第5章),吕晋慧(第6章)。此外,牛立军,胡继颖,庄小锋等研究生参与了图、表绘制及部分文字的修改工作,在此表示感谢。

该教材编写过程中,承蒙北京林业大学张启翔教授的建议和指导立项,王莲英教授、赵梁军教授、李品芳教授审稿,并提出宝贵修改意见。教材的编写过程中得到了北京林业大学教务处、北京林业大学园林学院和中国林业出版社等各位领导和专家大力支

持，在此致以衷心的感谢。感谢本教材诸多参考文献的作者，特别是日本花卉专家细谷毅、三浦泰昌先生，是他们的著作为本书提供了宝贵的参考资料。

教材初次编写，经验不足，水平有限，错误缺点在所难免，恳请读者朋友不吝指正。

杨秀珍

2010. 8

前 言

绪 论	(1)
-----------	-------

总 论

1 花卉必需营养元素与吸收机理	(4)
1.1 植物的必需元素及特点	(5)
1.2 植物对养分的吸收机理	(6)
1.3 营养元素之间的相互关系	(10)
思考题	(12)
推荐阅读书目	(12)
2 花卉的大量元素营养生理	(13)
2.1 花卉的氮营养	(14)
2.2 花卉的磷营养	(17)
2.3 花卉的钾营养	(19)
2.4 花卉的钙、镁营养	(21)
思考题	(23)
推荐阅读书目	(23)
3 花卉的微量元素营养生理	(24)
3.1 花卉的硼营养	(25)
3.2 花卉的铁营养	(27)
3.3 花卉的锰营养	(27)
3.4 花卉的锌营养	(28)
3.5 花卉的钼营养	(29)
3.6 花卉的铜营养	(29)
3.7 花卉的营养失调与浓度毒害	(30)
思考题	(30)
推荐阅读书目	(31)

4 花卉的营养吸收特点	(32)
4.1 花卉的营养吸收	(33)
4.2 营养的吸收模式及类型	(35)
4.3 花卉的阶段营养	(37)
思考题	(38)
推荐阅读书目	(38)
5 花卉常用肥料及其特点	(39)
5.1 化学肥料	(40)
5.2 有机肥料	(44)
5.3 复混肥料	(47)
思考题	(49)
推荐阅读书目	(49)
6 花卉的施肥原理与方法	(50)
6.1 花卉施肥基准	(51)
6.2 土壤施肥方法	(53)
6.3 堆肥及有机物的施用	(54)
6.4 叶面施肥	(55)
思考题	(57)
推荐阅读书目	(57)
7 花卉的营养诊断	(58)
7.1 植物营养诊断的目的与方法	(59)
7.2 花卉营养状况的形态诊断	(60)
7.3 花卉营养的化学诊断	(64)
7.4 土壤诊断	(68)
7.5 综合诊断	(70)
思考题	(72)
推荐阅读书目	(72)

各 论

8 切花类	(73)
8.1 香石竹 (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	(74)
8.2 菊花 (<i>Dendranthema × grandiflorum</i>)	(83)
8.3 月季类 (<i>Rosa</i> spp.)	(88)
8.4 非洲菊 (<i>Gerbera jamesonii</i>)	(92)

8.5	龙胆类 (<i>Gentiana</i> spp.)	(94)
8.6	洋桔梗 (<i>Eustoma grandiflorum</i>)	(97)
8.7	满天星 (<i>Gypsophila paniculata</i>)	(99)
8.8	飞燕草类 (<i>Delphinium</i> spp.)	(101)
8.9	补血草类 (<i>Limonium</i> spp.)	(103)
8.10	紫罗兰 (<i>Matthiola incana</i>)	(106)
8.11	金鱼草 (<i>Antirrhinum majus</i>)	(111)
8.12	香豌豆 (<i>Lathyrus odoratus</i>)	(114)
8.13	翠菊 (<i>Callistephus chinensis</i>)	(117)
	思考题	(118)
	推荐阅读书目	(119)
9	球根类	(120)
9.1	百合 (<i>Lilium</i> spp.)	(121)
9.2	水仙类 (<i>Narcissus</i> spp.)	(127)
9.3	郁金香 (<i>Tulipa gesneriana</i>)	(130)
9.4	唐菖蒲 (<i>Gladiolus hybridus</i>)	(132)
9.5	球根鸢尾 (<i>Iris xiphium</i> var. <i>hybridum</i>)	(133)
9.6	香雪兰 (<i>Freesia refracta</i>)	(136)
9.7	大丽花 (<i>Dahlia pinnata</i>)	(138)
	思考题	(139)
	推荐阅读书目	(140)
10	盆花类	(141)
10.1	仙客来 (<i>Cyclamen</i> spp.)	(142)
10.2	报春花类 (<i>Primula</i> spp.)	(147)
10.3	新几内亚凤仙 (<i>Impatiens hawkeri</i>)	(148)
10.4	蒲包花 (<i>Calceolaria herbeohybrida</i>)	(151)
10.5	瓜叶菊 (<i>Senecio cruentus</i>)	(153)
10.6	秋海棠类 (<i>Begonia</i> spp.)	(156)
10.7	大岩桐 (<i>Sinningia hybrida</i>)	(160)
10.8	非洲紫罗兰 (<i>Saintpaulia ionantha</i>)	(162)
10.9	长寿花 (<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>)	(164)
10.10	蟹爪兰 (<i>Zygocactus truncactus</i>)	(166)
10.11	天竺葵 (<i>Pelargonium</i> spp.)	(168)
10.12	一品红 (<i>Euphorbia marginata</i>)	(171)
10.13	八仙花 (<i>Hydrangea macrophylla</i>)	(174)
	思考题	(178)

推荐阅读书目	(179)
11 洋兰类	(180)
11.1 大花蕙兰 (<i>Cymbidium</i> spp.)	(181)
11.2 石斛类 (<i>Dendrobium</i> spp.)	(186)
11.3 蝴蝶兰 (<i>Phalaenopsis</i> spp.)	(191)
11.4 卡特兰 (<i>Cattleya</i> spp.)	(193)
思考题	(197)
推荐阅读书目	(197)
12 观叶植物	(198)
12.1 常见观叶植物的营养特性	(199)
12.2 水质与观叶植物的生长发育	(206)
思考题	(207)
推荐阅读书目	(207)
参考文献	(208)
附表 常见花卉主要营养生理失调症状	(213)

绪 论



中国是世界“园林之母”。近年来,我国花卉业迅猛发展,据统计,截至2006年,我国花卉生产总面积达到 $72 \times 10^4 \text{ hm}^2$,年销售额556亿元,出口创汇6.09亿美元,已经成为世界最大的花卉生产国。花卉产业已成为农业领域的朝阳产业。

与数量的增长相比,我国花卉质量还远远不够,生产效益低,难以适应竞争日益激烈的国际市场。究其原因主要是因为生产技术落后和管理水平低下,而把握花卉营养特点并确立合理的施肥技术,是改变我国花卉质量状况的重要的环节之一。

1 花卉生产中矿质营养与施肥的意义

茎、叶、花、果实、种子、根的形成和生长都是以营养物质为基础的。植物的根或叶能从周围环境中吸取营养物质,并利用这些物质制造自身或转化为维持其生命活动所需的能源。

营养直接影响花卉的产量与品质。与其他作物不同的是,花卉以观赏为目的,花朵的大小、数量,花色及叶色,切花茎直立性(硬度),花序的饱满度,开花的整齐度,保鲜寿命等都是评价花卉品质优劣的标准。而这一切都与栽培过程中的营养水平、营养元素离子之间的平衡程度有关。研究花卉对营养物质的吸收、运输、转化和利用的规律,通过施肥手段为植物提供适量的养分,创造良好的营养条件,从而提高花卉的产量,改善其品质。

实践证明,花卉优质与高产的关键,在很大程度上取决于养分的平衡供应。理解和掌握花卉营养生理特性,并在此基础上确立合理的施肥管理技术,是提高花卉品质、保证生产顺利进行的必需条件。只有在科学理论指导下的施肥才能有效提高产量、改善品质、保护环境。反之,盲目施肥不仅不能增产,反而浪费资源,影响产品质量,造成环境污染,给人类带来损失和危害。

2 现代花卉生产中的施肥课题

节省劳动力,降低生产成本,为市场提供品质优良、价格低廉的花卉产品,是观赏园艺工作者面临的重要课题。该问题若得到妥善解决,既可以扩大消费能力,增强产品竞争力,又能保持生产与市场的持续、稳定发展,从而使花卉业进入一个新的时代。

现代花卉生产主要有以下特点:

(1) 种类及栽培类型繁多

花卉种类很多,既有一、二年生草本植物,又有宿根及球根等多年生植物;既有草本植物,又有木本植物。而且新品种亦不断涌现,不同种类或品种的花卉的营养特性都有很大差异。从生产形式来看,切花、盆花、城市绿化及花坛花卉、球根等生产形式均要求相应的施肥技术。

(2) 设施栽培技术的发展

由于温室设施栽培比露地栽培在提高产品品质及安定生产方面有许多优越性,因此近年来,我国温室栽培面积不断扩大。但是,由于生产中只注重追求高产量和高品质,过多施肥,再加上温室条件下因遮断自然降雨,土壤养分淋溶少,因此土壤养分累积、

过剩的养分积累使盐基离子失去平衡,进而导致花卉生长发育不良或生理障碍。同时导致设施土壤次生盐渍化。为解决这类问题,需要进行土壤诊断,在把握土壤营养状态的基础上确定施肥方法。

(3) 灌溉技术的更新

我国进入了一个大规模盆花生产的时代,为节约劳力,灌水技术也在不断改进和提高,如滴灌、地面渗灌等灌水形式的应用越来越普及。传统供水方式由于水的下渗,导致养分淋失,而滴灌、地面渗灌恰好相反,养分流失少,且容易积累到盆土表层。因此,与传统供水方法相比较,土壤中养分的分布发生了很大变化,传统的施肥方法已经不能满足新技术的要求,灌溉技术的改变也对施肥技术提出了新的要求。

另外,在环境问题倍受关注的今天,花卉生产者必须采用对环境无污染或低污染的施肥管理技术。掌握花卉的营养生理特性,了解各种肥料的肥效特点,为专业化、规模化生产提供施肥技术,成为研究花卉营养生理的主要目的,也是实现低污染、高品质生产的必由之路。

3 本教材的主要内容

本教材主要包括3部分内容,即绪论、总论、各论。

本教材总论部分主要有五大内容:①植物营养学基础知识及概念(第1章);②大量及微量营养元素与花卉生长发育的关系(第2,3章);③花卉对养分的吸收特点(第4章);④花卉施肥(肥料及施肥原理与方法)(第5,6章);⑤花卉营养诊断技术(第7章)。

各论分为切花、盆花、球根花卉、洋兰类、观叶植物5章内容,共介绍了50多种常见花卉的养分吸收特点及施肥方法,以及部分花卉的营养诊断方法。

4 本课程学习的方法与要求

(1) 基础理论的学习

在完成植物生理学、土壤学、花卉学、园林树木学、植物栽培学等课程的基础上,进入本课程的学习,融汇已掌握的知识,对营养与植物生长的关系有更深入的理解,强化理解花卉生产中营养与施肥的重要意义。

(2) 调查研究

了解常见花卉栽培中出现的营养问题,如营养不良与缺素症状,营养过剩与毒害常见症状,学会基本的营养诊断方法。

(3) 栽培实验研究

花卉的栽培试验研究主要有盆栽、床植两大类。盆栽有土培、基质培、水培等方法。可能的条件下,进行无土盆栽试验,适当接触部分理论研究。

(4) 室内分析与测试

利用各类现代分析测定技术,如化学分析、物理分析、生物化学分析、生物物理分析等技术,对试验对象及材料进行分析测定,揭示营养元素的性质、数量、变化规律。

通过课堂讲授、调查实习、试验、实验室分析等环节,理论与实际的结合,使学生系统地掌握本课程知识。

总论

1

花卉必需营养元素 与吸收机理



【本章提要】 植物的必需元素与营养吸收机理是本教材的理论基础。本章主要介绍植物必需营养元素的种类，如大量元素与微量元素；植物对养分的吸收机理，包括根部营养与叶部营养；简要介绍了营养元素之间的相互关系对花卉营养的重要性。

绿色植物的显著特点是其根或叶能从周围环境中吸取营养物质，并利用这些物质建造自身的躯体以及转化为维持其生命活动所需的能源物质。植物体从外界环境中吸收其生长发育所需的养分，并用来维持自身的生命活动，称为营养。植物体生长所需要的化学元素称为营养元素。植物营养是施肥的理论基础，需要把植物内在的代谢作用和外界的环境条件结合起来，辩证地研究它们之间的相互关系，从而找出合理的施肥理论与技术，达到指导生产的目的。

1.1 植物的必需元素及特点

植物体的养分组成一定程度上反映了植物必需的元素。新鲜植物体水分含量一般为70%~95%，并因植物的年龄、部位、器官不同而异。叶片含水量较多，幼叶为最高，茎秆含水量较低，种子中则更低，有时只含5%。新鲜植物经烘烤后，可获得干物质，在干物质中含有有机和无机两类物质。干物质燃烧时，有机物在燃烧过程中氧化而挥发，余下的灰分只是无机态氧化物。用化学方法测定得知，植物灰分中至少有几十种化学元素，甚至地壳岩石中所含的化学元素均能从灰分中找到，只是有些元素的含量极少。

据测定，在干物质中，碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)4种主要元素占95%以上，其余元素如钙(Ca)、钾(K)、镁(Mg)、硅(Si)、磷(P)、硫(S)、氯(Cl)、铝(Al)、钠(Na)、铁(Fe)、锰(Mn)、锌(Zn)、硼(B)、镍(Ni)、钴(Co)、钒(V)、钡(Ba)、铜(Cu)、钼(Mo)等几十种元素，只占1%~5%。

1.1.1 必需营养元素

植物的营养本质与动物不同，自从Liebig(李比希)确立无机营养学说以来，为了探索植物的必需元素，1860年Von Sacks, Knop等人确立了水培实验技术。Arnon和Stout(1939)认为植物的必需营养元素应该同时满足以下3个条件：

①植物的生长发育必须有这种元素，该元素缺乏时，植物生长发育异常，或者不能完成其生命周期，或者死亡。

②该元素的机能是专一的，其他元素不能代替，缺乏时会表现出特殊症状，只有补充该元素才能使植物恢复正常。

③该元素直接参与植物的生理代谢，而不是间接作用。

在众多的自然元素中，植物生长发育所必需的营养元素有碳、氢、氧、氮、磷、钾、硫、镁、铁、锰、钙、锌、铜、硼、氯、钼共16种。其中，C与O可经过光合作用获得，植物根系吸收水分(H_2O)可获得H与O元素，其余14种元素主要来自土壤

溶液。

作为必需元素的候补, Flinck(1974)提出了 Na, Si, Co, V 等元素, 至今未得到广泛认同, 但这些元素对某些植物的生长发育的确是有益的。

1.1.2 大量营养元素和微量营养元素

根据必需营养元素在植物体内含量的多少, 一般可分为大量营养元素和微量营养元素两类。

(1) 大量营养元素

植物必需的大量营养元素有碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫 9 种, 它们的含量占植物干重的百分之几十至千分之几。其中氮、磷、钾 3 种元素, 由于植物的需求量比较多, 而土壤中可提供的有效含量有限, 常需通过施肥才能满足植物生长的需要, 因此, 称为“植物营养三大要素”或者“肥料三要素”。

也有人把钙, 镁, 硫 3 种元素定义为植物的中量营养元素。植物对钙、镁和硫的需求量不像大量元素那么多, 但相对于微量元素, 它们的需求量又比较大, 因此称之为中量元素。其在植物体内的含量介于大量元素和微量元素之间。

(2) 微量元素

植物的微量营养元素有铁、氯、硼、锰、铜、锌、钼 7 种, 它们的含量仅占植物干重的千分之几至十万分之几。

1.1.3 营养元素的同等重要和不可代替性

植物必需的营养元素在植物体内不论量的多少都是同等重要的, 任何一种营养元素的特殊功能都不能被其他元素所代替, 这就叫营养元素的同等重要律和不可代替律。

植物体内各种营养元素的含量差别可达几十倍到几千倍, 甚至十万倍, 但它们在植物营养中的作用并没有重要或不重要之分。以大量营养元素中的氮、磷为例, 植物体内氮素不足时, 不仅蛋白质的合成受到障碍, 而且叶绿素的含量也会降低。从外观上看, 缺氮的植物生长缓慢, 老叶开始黄化, 严重者全部变黄甚至枯萎早衰, 施用其他任何元素都不能使这种症状减轻。如氮素供应充足, 磷素缺乏时, 由于核蛋白不能形成, 影响细胞分裂和体内糖的代谢, 也使植物茎、叶停止生长, 叶色由绿变紫, 只有施用磷肥, 植物才能正常生长。尽管植物对某些微量营养元素的需要极小, 但缺少时也使植物的生长发育受到阻碍, 严重者甚至死亡, 这种情况同植物缺少某些大量元素所产生的不良后果是完全相同的。

必需营养元素在植物体内的生理功能是不可代替和同等重要的, 即磷不能代替氮, 钾不能代替磷, 缺磷的土壤只能靠施用磷肥去解决, 等等。因此, 实际施肥时, 必须根据植物营养的要求, 考虑不同种类肥料的配合, 以免导致某些营养元素的供应失调。

1.2 植物对养分的吸收机理

根系是植物吸收养分和水分的主要器官, 植物与土壤环境之间的物质交换主要通过

根系进行。因此，加强根部营养是供给植物养分最主要的方式。

1.2.1 植物根系与土壤营养

根系吸收的养分主要是溶液中的各种无机态离子，如 K^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Fe^{2+} ， Fe^{3+} ， Mn^{2+} ， NH_4^+ ， Zn^{2+} 和 NO_3^- ， $HMnO_4^-$ ， $H_2PO_4^-$ ， HPO_4^{2-} ， SO_4^{2-} ， HCO_3^- ， $H_2BO_3^-$ 等。其次是少量的有机态分子，如氨基酸、糖类、磷脂类、生长素、维生素和抗生素等。根系还可吸收 CO_2 等气体。

1.2.1.1 根系对养分的吸收区域

根系的基本结构与养分吸收密切相关，根系结构如图 1-1。由图可见，根系从外到内由表皮、皮层、内皮层、中柱组成。而中柱是由中柱薄壁细胞、韧皮部和木质部导管组成。离根端数厘米处，表皮细胞的一部分突起形成根毛，根毛的形成使根表面积增大，也加大了对水分和养分的吸收面积。根毛区对养分的吸收最为旺盛，越接近基部吸收能力越弱。

1.2.1.2 土壤养分的迁移

土壤养分必须与根系接触才能被吸收。根和根毛直接与土壤胶粒紧密接触，密集의根毛增大了吸收面积，组成了土壤—植物根系的复杂体系，根从土壤胶粒或溶液中直接获取养分。创造肥沃、深厚、疏松的土层，可充分促进植物根系的伸展，加强根部营养吸收。

植物需要不断地从土壤中吸取养分，与根系接触的那一部分土壤养分是非常有限的，只占根系吸收养分总量的很少一部分。大量所需养分向根系迁移的方式有 3 种：截获、质流和扩散。

(1) 截获

截获是指根系与土壤颗粒紧密接触，土粒表面与根系表面的水膜之间发生离子交换，使土粒上吸附的阳离子到达根系表面。根系上的根毛增大了与土壤的接触面积，促进了接触交换。

(2) 质流

由于植物的蒸腾作用消耗土壤水分，引起的土壤养分随土壤水分由远根区向根表土壤运动的养分迁移方式称为质流。气温高时，植物的蒸腾作用强，消耗根表土壤大量水分，使其周围土壤的水势相对降低，因而促进了水分向根表土壤的移动，这样溶解在水分中的养分也随之移至根表土壤，以补充消耗的养分。

(3) 离子扩散

扩散是在土壤溶液中某种养分浓度出现梯度时所引起的养分运动。植物根系从土壤中吸收养分，使这部分土壤中养分含量相对降低，在土体与根表土壤之间形成养分的浓

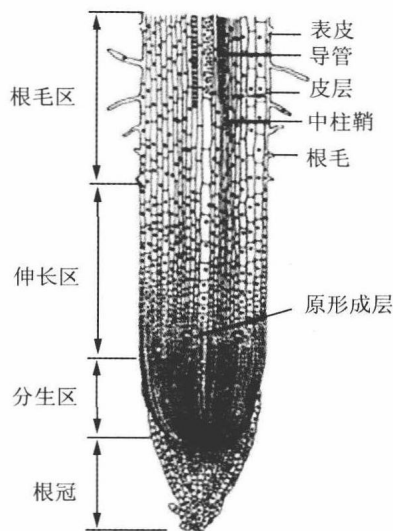


图 1-1 植物根尖模式

度差,由浓度而引起化学势(位)差异,致使离子由化学势较高的向较低的相移动。这一过程持续进行,养分便不断向根表扩散迁移。这是养分由土体向根表土壤补充的一种运动形式。

截获、质流和扩散是使土体养分移至根表的主要方式,但在不同情况下,三者对养分移动所起的作用并不完全相同。一般认为,在长距离内,质流是补充根表土壤养分的主要形式,而在短距离内,以离子扩散补充根系土壤养分更为重要。从数量上来看,在养分迁移到根系表面的过程中,3种方式同时存在,而截获占根系吸收养分的少部分;质流和扩散占的量较大。从养分在土壤中的移动性来讲,氮素移动性较大,主要靠质流移至根表,而对于移动性较小的磷、钾,只有一小部分是由质流输送到根部,大部分钾和磷,均由扩散作用到达根部。

1.2.2 根部对离子态养分的吸收

离子态养分无论是截获、质流和扩散都能进入植物的细胞内。凡是养分进入根细胞内需要消耗能量的,称为主动吸收,例如逆浓度吸收。主动吸收是受代谢作用的控制,在消耗能量的条件下,离子逆溶液渗透势梯度进行的运动。这种吸收方式也称为代谢吸收。

养分进入根细胞内不需要供给能量,称为被动吸收,如道南平衡。被动吸收是离子顺溶液渗透势梯度进行的扩散运动,是离子在膜内外浓度差的作用下,通过原生质膜,由膜外进入到膜内的过程,也称为离子扩散作用,这一过程不需要能量。养分进入根细胞内需要通过细胞膜。细胞膜由蛋白质、类脂等构成,它对离子的透过有一定选择性。

1.2.2.1 离子的被动吸收

离子态养分经过截获、质流和扩散进入根的“自由空间”,自由空间又称外层空间,是指在植物某些器官的组织或细胞内,能允许外部溶液通过自由扩散进入的那些部位,如细胞壁到原生质膜、细胞间隙。进入的溶液很快与外部溶液的浓度达到平衡,离子的进出没有选择性。当外部溶液浓度改变时还可扩散出去,好像是外部溶液与组织内相互连贯着的一条自由通道。所以吸收的第一阶段,离子能急骤地进入这一空间。

(1) 道南扩散

植物根系吸收养分可看做以质膜为界面的两相间的离子平衡。由于植物体内不断进行新陈代谢作用,也就引起了营养物质在体内外分布的不平衡。细胞原生质中的大量蛋白质分子是带有电荷的,它固定在细胞内而不扩散,成为不扩散基,因而引起了阴、阳离子的被动透入,这种现象可以用道南平衡的原理来解释。

道南平衡指两相间存在一种半透性膜,可让外相的离子自由透过,但不让内相的胶体带电粒子透过。透过的阴、阳2种离子在达到平衡时,内外两相的离子浓度乘积相等,即符合下列关系式:

$$[M^+]_i \cdot [A^-]_i = [M^+]_o \cdot [A^-]_o \quad (1-1)$$

式中 $[M^+]$ 和 $[A^-]$ ——正、负离子的浓度;

i, o ——代表内相和外相离子。