

主
要
农
作
物
施
肥
丛

玉米施肥

任其云 编著



农 业 出 版 社

3.06

主要农作物施肥丛书

玉米施肥

任其云 编著

主要农作物施肥丛书

玉米施肥

任其云 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 2.25 印张 1 插页 46 千字

1984 年 5 月第 1 版 1984 年 5 月北京第 1 次印刷

印数 1—54,300 册

统一书号 16144·2794 定价 0.30 元



彩图一 玉米叶片缺素症状

1. 健康叶：当正常施肥时，健康叶发深绿色光泽 2. 缺磷：叶片呈红紫色，特别是株的叶片 3. 缺钾：最下部叶片的叶尖和叶缘出现干焦状 4. 缺氮：叶表现为黄色，并从叶尖开始沿着叶的中部发展 5. 缺镁：沿着叶脉形成白色窄条，且在下部叶片背面出现紫色。

ACG54/05



彩图二 玉米果穗缺乏素症状

1. 正常穗：施肥充足的高产玉米穗，约重 $2/3$ 磅，其末端长满子粒。2. 大穗：重量超过一磅，由于过于稀植，玉米总产量不高。3. 小穗：通常是肥力低的征兆。为了获得较好的产量，应当追肥。4. 缺钾：表现穗头部不饱满，子粒松散多皮壳。5. 缺磷：妨碍授粉，子粒不饱满。穗小且常常卷曲不长子粒。6. 氮：在整个生长季节，氮是主要的。如果玉米在关键时刻缺氮，穗小且蛋白质含量低，穗头部不饱满。

出版说明

党的十一届三中全会以来，农村普遍建立和推行了各种形式的联产承包责任制，广大农民学科学用科学的积极性空前高涨。我国农业进入了技术改造的新阶段。为了普及肥料知识，推广科学施肥技术，提高肥料经济效益，促进农业生产，我们组织编写了一套《主要农作物施肥丛书》，它包括《水稻施肥》、《小麦施肥》、《玉米施肥》、《棉花施肥》、《油菜施肥》、《大豆施肥》、《花生施肥》、《茶树施肥》、《甜菜施肥》、《柑桔施肥》、《果树施肥》（梨、苹果）、《蔬菜施肥》共12个分册。

这套丛书以实用技术为主，同时阐述各种作物的生物、营养特性和需肥规律以及缺素症状等科学知识。丛书系科学普及读物，内容文字力求通俗易懂，并配有插图。基本上具有科学性、知识性、实用性的特点。可供农村具有相当初中文化程度的农民技术员、专业农户和基层干部阅读应用。

前 言

近十多年来，我国玉米生产发展很快，其原因，一方面是优良品种不断育出，另方面是施肥量和栽培技术水平不断提高。玉米施肥是玉米栽培技术中的重要组成部分。施肥量和施肥技术，对玉米产量、品质和成本关系最为密切，因此越来越引起人们对施肥研究的重视。

我国国土辽阔，自然条件复杂，各地玉米生长季所处环境条件各异，玉米的施肥技术也就不尽相同。因此玉米施肥无疑的应当是参考外地经验，根据当地具体条件进行，才能收到较好的效果。

本书以玉米生长发育规律和营养元素的吸收规律作为玉米施肥的内在依据，阐明了玉米施肥的有关共性问题；并根据有关地区的自然条件，耕作制度和品种特性等，介绍了各种情况下施肥技术的特点，以供各地参考、应用。

目前人们对玉米施肥生理指标极感兴趣，但遗憾的是这方面工作做的很少，而经过实践检验能用于生产的生理指标就更少。书中仅作了点滴介绍，供研究参考。

本书编写过程中，由于收集资料不够全面，加之编者水平所限，难免有不当之处，诚恳希望读者提出宝贵意见。

编 者

一九八三年元月

目 录

一、国内外玉米产量水平与施肥量的关系	2
二、玉米的生物学特性与施肥的关系	3
(一) 玉米根的生长发育及其与施肥的关系	4
(二) 玉米茎的生长发育及其与施肥的关系	6
(三) 玉米叶的生长发育及其与施肥的关系	8
(四) 玉米穗的生长发育及其与施肥的关系	10
1. 玉米的穗分化	10
2. 玉米的穗分化与叶龄的关系	11
三、玉米需要的营养元素及其生理功能	18
(一) 氮	18
1. 氮素的生理功能	19
2. 氮素缺乏症	20
(二) 磷	20
1. 磷的生理功能	21
2. 磷素缺乏症	21
(三) 钾	21
1. 钾的生理功能	22
2. 钾素缺乏症	22
(四) 其他元素的生理功能及缺乏症	23
四、玉米的需肥规律	23
(一) 主要营养元素在玉米各器官中的分布	27
1. 氮素在玉米各器官中的分布	27

2. 磷素在玉米各器官中的分布	28
3. 钾素在玉米各器官中的分布	28
(二) 玉米在不同生育期对主要营养元素的吸收量	29
1. 玉米对氮素的吸收	29
2. 玉米对磷素 (P_2O_5) 的吸收	30
3. 玉米对钾素 (K_2O) 的吸收	31
五、土壤肥力对玉米生长发育和产量的影响	33
(一) 土壤肥力对玉米生长发育速度的影响	33
(二) 玉米高产的土壤肥力	34
六、影响玉米施肥的因素	36
(一) 土壤条件与玉米施肥的关系	36
(二) 肥料性质和成分与玉米施肥的关系	39
(三) 玉米品种和种植密度与玉米施肥的关系	40
(四) 土壤水分含量与玉米施肥的关系	41
七、玉米的施肥技术	43
(一) 基肥	44
1. 基肥的肥料种类	45
2. 基肥的施用量	48
3. 基肥的施用方法	49
(二) 种肥	51
1. 种肥的肥料种类	51
2. 种肥的施用量及施用方法	54
(三) 追肥	55
1. 追肥的肥料种类	56
2. 追肥的数量和次数	58
3. 玉米的追肥时期和肥料用量分配	60
(四) 玉米施肥的生理指标	66

我国是世界上种植玉米最多的国家之一，种植面积和总产量仅次于美国，全国除西藏高原外，各省、区都有种植。因为玉米既是重要的粮食作物，又是重要的饲料作物，而且在轻工业及医药上也有多种用途，因此，不论种植面积、总产和单产，都发展很快。就七十年代来说，我国玉米播种面积，占粮食作物总面积的12—16%，总产量占粮食作物的15—18%。因此，玉米在我国农业生产和粮食组成中，都占有重要地位，是我国东北、华北、西北以及西南地区人民的重要粮食。

早在公元1551年，我国就已种植玉米，距今已430多年。我国劳动人民积累了丰富的玉米栽培经验，在玉米施肥方面，由粗放到精细，在重视施用农家肥的基础上，发展到农家肥和化学肥料并施，而且有的地方注意种植玉米时翻压绿肥。这些对玉米产量的不断提高都起了重要作用。

我国玉米生产近三十年来发展较快，1952年全国玉米平均亩产量为178.8斤，到1979年平均亩产398斤，亩产量增加219.2斤，即增加1.23倍。全国玉米栽培面积由1952年的18848.5万亩，增加到1979年的30199.4万亩，增加11350.9万亩，即增加0.6倍。总产量1952年为337.0亿斤，1979年增到1200.7亿斤，增加2.56倍。由上看出，玉米总产的增加，一方面是由于单产提高，另方面是由于玉米栽培面积扩大。今

后为了调整人民的粮食，玉米栽培面积不会继续扩大，甚至适当压缩。但是由于三十年来我国人口增加一倍，玉米又是我国人民的重要食粮，同时随着今后畜牧业的发展，又必须保持玉米产量不断上升，因此必须提高玉米的单位面积产量；这和增加玉米的施肥量以及改进玉米的施肥技术是分不开的。

一、国内外玉米产量水平 与施肥量的关系

世界上玉米栽培面积最大的国家是美国，占世界玉米总栽培面积的四分之一，总产量也最高，约占世界玉米总产量的46%左右。1978年美国全国4.1276亿亩玉米，平均亩产909斤，不少地片亩产超过1800斤，据33个州，549份报告，平均亩产1962斤，最高亩产达到3168斤（一年一作）。所以取得这样高产，一方面是采用玉米优良杂交种，据科学家估计，美国玉米产量的提高，百分之四十到五十的原因，归因于推广玉米杂交种。另外一个重要原因，是增施肥料；有人估计，美国玉米产量上升较快的原因，百分之三十到四十归因于增施肥料。1972年美国每亩玉米平均施纯氮17斤，在美国玉米主产区（即玉米带），有的每亩施纯氮29—33斤，同时磷肥和钾肥用量也不断提高，此外还施用微量元素肥料和实行秸秆还田。例如1975年，美国玉米最高亩产达到2828斤时，每亩施氮肥相当纯氮60斤（即相当300斤硫酸铵），优质猪圈粪

6500斤, P_2O_5 34斤, K_2O 43斤。

我国玉米产量上升较快的重要原因之一,也与增施化肥用量有密切关系。建国初期全国施用化肥仅十多万吨,到七十年代末,达到5000万吨以上。我国麦田套种玉米,1981年山东省黄县下丁家大队,最高亩产达到1887.3斤,其施肥量,在土壤含速效氮80ppm,速效磷43ppm,速效钾94ppm的条件下,施有机肥8000斤,标准氮肥160斤,粉浆300斤,磷肥200斤,钾肥60斤;折合纯氮61斤,纯磷34.2斤,纯钾69.2斤。1980年山东省掖县后邓大队农科队,春玉米亩产1807.2斤,其施肥量,在0—20厘米土层,有机质含量为0.82%,有效氮为68ppm,有效磷为18ppm,有效钾为82ppm的条件下,每亩施土粪1.1万斤,标准氮肥234斤,磷肥310斤(掖县产,含磷量较低),草木灰300斤。

由以上看出,要获得较高的玉米产量,必须适当增加施肥量。在增加施肥量的同时,还必须按照玉米的生长发育特性进行合理施肥。因此,就必须了解玉米的生物学特性,及其生长发育规律,作为合理施肥的依据。

二、玉米的生物学特性与施肥的关系

玉米从播种后种子萌发到植株再形成新种子,是玉米的整个生长发育周期(俗称玉米的一生),在玉米的整个生长发育周期中,进行着根、茎、叶、花、籽粒等器官的生长和发

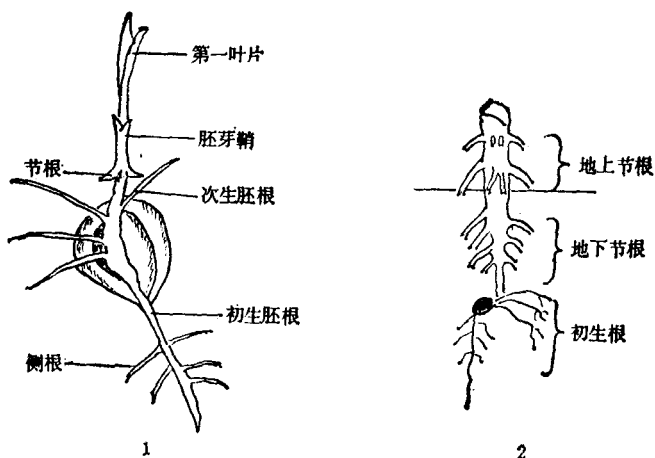
育。不同生长发育期，要求不同的外界环境条件，只有满足了它们的要求，才能获得高产。就玉米对肥料的要求来说，也是如此，不同生长发育时期，对肥料的数量和矿质元素种类的要求也不一样，因此只有了解了玉米各器官的生长发育进程，以及对肥料要求的特性，才能有目的，有针对性地进行施肥管理。

（一）玉米根的生长发育及其与施肥的关系

玉米的根系是分枝很多的须根系，一般深入土壤1米以上，有的根系可达2米以上，因品种和环境条件及栽培条件而异，但80%以上的根集中在0—40厘米深度范围内。例如山东省农业科学院原子能农业应用研究所的试验，鲁原单4号的根，在0—40厘米范围内，占了整株玉米根的83.57%，鲁三9号为83.59%。在40—100厘米范围内，鲁原单4号的根为16.43%，鲁三9号为16.41%。玉米根系向周围水平分布范围，最大可达2米以上，一般为1米左右，也因品种、环境和栽培条件而异，90%以上分布在植株周围0—20厘米以内。例如鲁原单4号根系，在0—20厘米水平分布范围内，占整株根的90.85%，鲁三9号为90.32%。20—50厘米范围内，鲁原单4号为9.1%，鲁三9号为9.68%。因此，玉米吸收肥料的深度范围，主要在40厘米以内；水平范围，主要在20厘米以内。

玉米的根，按照发生时期、发生部位、形态和功能，分为胚根和节根(图一)。

胚根：胚根是在种子胚的发育时期形成的。胚根又分为初生胚根和次生胚根。初生胚根一般在玉米受精后10天左右就分化成；种子萌发时，首先突破种皮伸出一条幼根进入土



图一 玉米根的种类

1. 玉米种子发芽时的初生根 2. 玉米的根层

壤,这条幼根就是初生胚根。初生胚根伸出二、三天后,在接近初生胚根的上端,又生出3—7条次生胚根。次生胚根也是在胚发育时形成的,一般受精后30天左右形成。初生胚根和次生胚根,总称为初生根,在初生根上,以后又陆续生出许多侧支根,并在接近根尖端处,着生许多根毛。胚根数目和幼苗的健壮程度有密切关系,胚根数多,幼苗从土壤中吸收养分也多,幼苗就更加健壮。

因为胚根是在种子的胚内形成,所以胚根数目在种子内就已确定,种子大小,对胚根数也有明显影响。江苏农学院试验,千粒重为337克的籽粒,次生胚根为5.4条,千粒重为184克的籽粒,次生胚根为3.8条。

节根:节根由茎秆节间基部生出。着生在地下茎节的叫

地下节根(通常叫次生根),着生在地上茎节的叫地上节根(通常叫气生根、支持根、支柱根)。节根通称为不定根,就是说它在茎节上产生的数量,以及产生节根的节数,都是不一定的,而是因环境条件和栽培条件而变化。节根的层数和每层根的条数随品种、肥、水条件、种植密度等而变,一般是6—9层,多者可达10层以上;地下节根约4—7层,地上节根2—3层或更多些。在条件不利的情况下甚至不产生地上节根。玉米的根系,随着玉米的生长发育进程不断生长,根条数和根重量都不断增加,到抽雄穗开花时达到最高峰。

玉米根的功能是固定植株,吸收和运输养分,并且根还能合成多种物质。吸收是玉米根系的主要功能之一,玉米一生所需要的肥料,主要是由节根吸收,只是在玉米生长初期20天左右所需要的养分,主要是由胚根吸收。

玉米不同根层对器官生长发育和产量的影响是不同的,山东省昌潍地区农业专科学校,通过剪去玉米不同根层的试验,剪根层次愈靠上,对株高和产量的影响也愈大。例如未剪根时,植株高248.6厘米,穗粒重273.5克;剪去胚根的,株高242.2厘米,穗粒重211.2克;剪去地下第五及第六层节根时,株高207.4厘米,穗粒重174.4克。剪去气生根对产量的影响更大,当剪去第一及第二层气生根时,穗粒重仅为104.8克。玉米生长的中后期,主要靠较上层的根吸收肥料和土壤中的其他营养物质,后期根系发达,吸收营养物质多,有利提高产量。

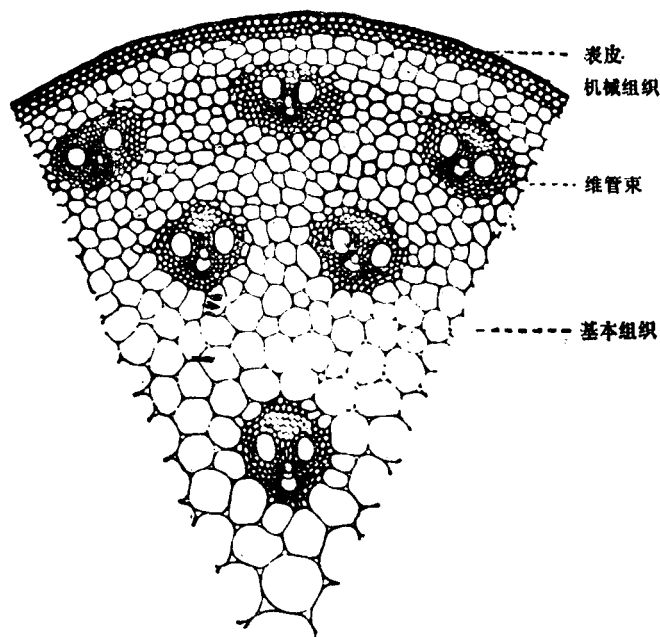
(二) 玉米茎的生长发育及其与施肥的关系

玉米茎秆高度因品种和栽培条件而变。茎秆由许多节和节间组成,植株矮小早熟的品种,节间数较少。同一品种的节

间长度和粗度受栽培条件影响较大，过度密植时，节间变长、变细，不抗倒伏。近地面一、二节间的粗细及其生长状况，与根系的生长及抗倒能力有密切关系，如果生长过长、过细，组织松软，根系就不发达，不抗倒伏。一般靠近果穗部位的节间较粗短时，容易结大果穗。茎秆的生长状况与肥、水管理有密切关系。

玉米茎秆的功能除了支持叶子均匀分布到空间，有利于叶子接受阳光，进行光合作用外，还有输导和贮藏作用。茎秆中有许多管道，叫维管束(图二)，它负担根与叶、花、果穗之间的物质运输。此外茎秆又能贮藏物质，特别是玉米在抽雄穗到灌浆期，可暂时贮存较多的糖分，灌浆盛期再运送到籽粒中。山东省农业科学院对春玉米的试验，茎秆中可利用的碳水化合物，在抽雄穗前，占干物质重量的12.67%，抽雄穗后迅速积累，达到27.0%，灌浆盛期又由于向籽粒中运转下降到13.25%。另外，山东省昌潍地区农业科学研究所对夏玉米的试验，单株茎秆最大干重出现在乳熟期，为63克，到成熟期由于有一部分物质运入籽粒，单株茎秆干重下降到43.8克。玉米抽雄前后不缺肥、水，有利茎秆积累较多的营养物质，然后运转到籽粒，提高产量。

玉米茎秆的节间数目，在开始拔节时（相当于雄穗生长锥开始伸长时）就已确定，拔节以后只是节间陆续伸长和增粗。玉米茎秆的生长速度，在不同生育时期也不一样，从拔节到小喇叭口期（即相当于从雄穗生长锥开始伸长到雌穗生长锥开始伸长），茎秆生长速度较慢。从小喇叭口到大喇叭口期（即相当于雌穗生长锥开始伸长到雌穗小花分化期），生长



图二 玉米茎秆的横切面

速度明显加快，这一阶段，是决定穗位高度的主要时期，也是关系到植株是否徒长的关键时期。这一阶段施肥技术是否合理，关系到茎秆生长是否理想。从喇叭口到抽雄期，茎秆生长最快，这一阶段主要是果穗部位以上的节间生长，对倒伏影响不大。果穗以上茎秆适当伸长，有利于群体中、上部的光能利用。抽雄穗到开花期，生长速度又下降。雄穗开花后，茎秆停止生长。

(三) 玉米叶的生长发育及其与施肥的关系

玉米茎秆的每个节上着生一片叶，整个叶子分为叶片、