

# 高产玉米营养诊断指标探讨

李金洪 崔彦宏 李伯航

(河北农业大学, 保定 071001)

**摘要** 本文介绍了诊断玉米植株营养状况的几种指标,评价了各种指标的实用性和准确性,其中重点为叶片养分临界含量和综合诊断施肥法(DRIS);提出了黄淮海地区玉米亩产 750 公斤以上时植株 N、P、K、Ca、Mg、S、Zn、Mn、Cu、Mo、B 和 Fe 的养分临界含量,作为该地区高产玉米营养诊断指标;介绍了 DRIS 的特点、应用效果及 DRIS 指数计算公式。

**关键词** 玉米 营养诊断 养分临界含量 产量

玉米营养诊断是在玉米生育进程中的某些时期检测植株的营养状况是否符合高产要求。准确、及时地诊断玉米的营养状况是进行合理施肥、经济施肥、实现高产稳产的重要措施之一。国内外学者提出的玉米营养诊断指标主要有植株形态诊断指标、植株养分诊断指标和综合诊断指标。形态诊断指标受环境影响较大,而且当玉米在形态上表现出营养失调时,其生长发育已经受到一定程度的影响。再者掌握形态指标需要有较丰富的实践经验。所以,用植株形态诊断玉米营养状况准确性不高,预测性较差,诊断不及时。相对而言,以植株养分诊断指标衡量玉米营养状况能弥补形态诊断的不足,因而营养诊断方法应用较广。

以作物植株的组织养分含量为基础的营养诊断指标主要包括:(1)养分临界含量(临界营养水平——Critical Nutrition Level);(2)养分含量充足范围(Sufficient Range of Nutrition Content);(3)养分平衡指数(Nutrition Ballance Index);(4)综合诊断施肥方法(Diagnosis and Recommendation Integrated System——DRIS)。其中应用较多的是养分临界含量(CNL)和综合诊断施肥方法(DRIS)。

## 1 养分临界含量(CNL)

国内外学者对养分临界含量的解释有差别。国内学者多以最高产量时的植株养分含量的低限为 CNL,诊断中如果测定值低于 CNL 就应增施肥料。国外学者将玉米产量达最高产量的 90%~95%时的植株养分含量称作 CNL。在 CNL 时增施肥料,则产量有所提高或不变;若测定值低于 CNL,则应增施肥料。虽然目前国内外学者提出的临界营养水平只是一个数值,但实际上 CNL 应是一个养分含量范围,而不是一个点。在该范围内,植株生长发育正常,可获最高产量。玉米植株不同器官的养分含量不同,营养状况多以叶片养分含量来表示。新展开的叶片比其它部分能够准确的反映植株的营养状况。

### 1.1 大量元素营养诊断指标

玉米产量水平不同,诊断指标也不同。全国紧凑型玉米协作组(1992)提出了亩产 750 公斤植株 N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  诊断指标(表 1)。Barry 等(1989)提出,玉米植株在 6 叶期含 P 量至少应达到 5 克/公斤,才能获得高产。如果从播种到 6 叶期磷供应不足,则成熟期穗粒数明显减少。郭景伦等(1993)提出,高产夏玉米(掖单 13,亩产量 661.3~747.8 公斤)全株含硫临界值分别为:3 展叶 0.165%、拔

节期0.147%、大喇叭口期0.115%、吐丝期0.094%。植株旺盛生长期含S在0.096%~0.103%时,施硫肥有显著的增产效果(刘崇

群等,1981)。玉米穗位叶含Ca和Mg的临界值分别为0.40%和0.25%,适宜含量均为0.25%~0.40%(Melsted等,1969)。

表1 高产玉米植株养分临界含量 (%)

| 时 期    | 测定部位  | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | 说 明                   |
|--------|-------|-------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
| 5 展 叶  | 全 株   | 2.854 | 0.466                         | 2.330            | 春玉米,亩产量<br>750~900公斤  |
| 12 展 叶 | 第12叶片 | 2.873 | 0.352                         | 1.895            |                       |
| 抽 雄    | 穗位叶片  | 2.670 | 0.527                         | 2.597            |                       |
| 5 展 叶  | 第5叶片  | 3.565 | 0.502                         | 3.555            | 夏玉米,<br>平均亩产<br>750公斤 |
| 12 展 叶 | 第12叶片 | 2.455 | 0.435                         | 3.098            |                       |
| 抽 雄    | 穗位叶片  | 2.773 | 0.458                         | 2.735            |                       |

全国紧凑型玉米协作组,1992

### 1.2 微量元素营养诊断指标

随着玉米产量的不断提高和N、P、K肥用量的增加,微量元素对玉米的增产作用越来越明显,有些地区微量元素营养不足已经成为玉米产量进一步提高的限制因素。全国微肥科研协作组(1989)提出,玉米植株含锌20mg/kg以下为缺锌诊断指标,15mg/kg以

下为出现缺锌症状的参考指标。孙祖琰等(1990)提出,以P/Zn比值作为玉米缺锌诊断指标(表2)。Benton等(1970)报道了玉米成熟叶片中微量元素的诊断指标(表3)。另据报道,玉米种子含钼的临界值为0.08mg/kg,低于此值时玉米不能正常出苗。

研究结果证明,玉米吐丝期穗位叶片或

表2 玉米缺锌时的P/Zn比值

| 缺 锌 程 度 | 叶 片     | 秸 秆    | 籽 粒     |
|---------|---------|--------|---------|
| 中 度 缺 锌 | 100~150 | 90~130 | 150~240 |
| 严 重 缺 锌 | >150    | >130   | >240    |

孙祖琰等,1990

表3 玉米成熟叶片中微量元素含量 (mg/kg)

| 微 量 元 素 | 缺 乏  | 适 宜 范 围 | 过量或毒害浓度 |
|---------|------|---------|---------|
| B       | <15  | 20~100  | >200    |
| Cu      | <4   | 5~20    | >20     |
| Fe      | <50  | 50~250  | 不了解     |
| Mn      | <20  | 20~500  | >500    |
| Mo      | <0.1 | 0.5~?   | 不了解     |
| Zn      | <20  | 25~150  | >400    |

Mortredt J. J. 等,1984,《农业中的微量元素》,中国农科院土肥所译,农业出版社

穗下第一叶片养分含量与产量呈高度正相关。尽管如此,吐丝期穗位叶片养分临界含量的实际应用价值并不大。因为到吐丝期植株已吸收大部分养分,而且,一般情况下吐丝前

已经施入总肥量的80%以上甚至全部,即使此时发现营养不足后立即补施肥料,也与养分吸收脱节,而且施肥难度大。所以,建立玉米生育前期和中期的营养诊断指标,能更有

效地指导玉米高产施肥。有研究结果证明,玉米苗期组织养分指标可靠性较差,因为苗期需要养分量很低,其组织养分含量只能反映苗期营养状况,不能反映和预测中后期的营养状况。Binferd 等(1992)在玉米苗高 15~30 厘米时测定植株全氮含量,分析四年 14 点的结果后发现,苗期植株全氮含量不能反映土壤中氮素可利用程度,因为植株含氮量受多种因素影响。据此认为玉米组织营养诊断应在旺盛生长期(拔节至大喇叭口之间)即大部分肥料施入以前进行。值得注意的是,植株组织的养分含量在全生育期中不断变化,而且受土壤、气候条件和品种类型的影响较大,导致不同的试验结果差别较大。例如已发表的研究结果中,穗位叶片含氮临界值的变化幅度为 2.19%~3.20%(Walworth 等, 1988)。据此提出,玉米组织养分含量临界值作为营养诊断指标,其应用应有一定条件和范围,特别要考虑到土壤、气候、品种类型、产量水平等因素,而且必须保证取样时期和部位与取得标准参数者一致,这样才能保证有较高的可靠性。

## 2 综合诊断施肥法(DRIS)

综合诊断施肥法也是以特定时期叶片养分含量为基础的营养诊断方法。该方法从养分平衡观点出发,依据营养相关原理,综合考虑各营养元素间数量关系,以元素间的数量比值(DRIS 指数)来表示。DRIS 法可同时测定各种必需营养元素的相互比值,并可按需求的迫切程度将各种元素排出顺序,找出限制元素,指导平衡施肥。DRIS 指数的取值范围由负数到正数。负值越大表示对该元素的需求越迫切;正值越大表示该元素的含量越多;如果某元素的 DRIS 指数为零,表示该元素的供应量为最适。如果所有元素的 DRIS 指数均为零,则表示各种营养元素处于最佳平衡状态,能获最高产量。各营养元素的所有 DRIS 指数累加之和等于零。

计算 DRIS 指数的标准公式如下:

$$I = [f(X/A) + f(X/B) + \dots - f(M/X) - f(N/X) - \dots]$$

这里,当  $X/A > (x/a + SD)$  时,则  $f(X/A) = 100[(X/A)/(x/a) - 1]/CV$ ;

当  $X/A < (x/a - SD)$  时,则  $f(X/A) = 100[1 - (x/a)/(X/A)]/CV$ ;

……

又当  $(x/a - SD) \leq X/A \leq (x/a + SD)$  时,  $f(X/A) = 0$

其中,  $I$  为营养元素  $X$  的 DRIS 指数,  $X/A, X/B, \dots$  为同一样品中营养元素  $X$  与  $A$  的养分含量比值。 $x/a, SD, CV$  分别为所采用的标准养分比值,标准差和变异系数。同理,养分比值  $X/B, M/X, N/X, \dots$ , 等都是由相应的平均值  $x/b, m/x, n/x, \dots$  等来计算。

Elwali 等(1985)报道了玉米叶片中 11 种营养元素的相互比值,作为计算 DRIS 指数的标准参数。这些标准参数来源几个不同国家的近 2500 份叶片养分含量实测值。玉米产量均在每公顷 10 吨以上。经过三年田间应用证明:测定玉米第 10 叶或第 12 叶的养分含量对于指导灌溉玉米高产施肥而言,DRIS 法和 CNL 法都可显著提高产量。特别在营养过剩时,DRIS 法比 CNL 法诊断失误少,可信度高。

与全球范围内的 DRIS 标准参数相比,用限定条件下取得的 DRIS 标准参数来预测施肥的增产效果更好,诊断的准确性更高,而且经济实用(Walworth 等, 1988)。张军等(1993)报道了黄淮海平原夏玉米 10 叶期第 10 展叶片的 9 种矿质元素的 DRIS 标准参数,可作为该地区夏玉米高产 750 公斤以上及 600~750 公斤的营养诊断指标。但在特定区域获得的 DRIS 标准参数受该区的气候、土壤、栽培措施及品种类型等条件的影响较大,其适用范围也应有相应的限制。与其它营养诊断方法相比,DRIS 法虽能客观地反映作物体内的养分平衡状况和对各种养分需求的迫切程度,但并不能直接给出适宜施肥量。若求知高产玉米各元素的适宜施用量,必须

同时进行土壤养分诊断及养分利用率的测定。

### 参 考 文 献

- [1]郭景伦,高产夏玉米不同品种年际间氮、磷、钾、硫积累与分配的研究,河北农业大学硕士研究生学位论文,1993
- [2]刘崇群等,我国南方土壤硫素状况和硫肥施用,《土壤学报》,1981,18(2):185
- [3]全国微肥科研协作组,几种主要农作物 Zn、B 肥施用技术规范的研究 I 几种主要农作物 Zn、B 肥施用技术规范,《土壤肥料》,1989,(3):6-9
- [4]孙祖琰等,河北土壤微量元素研究与微肥应用,农业出版社,1990,53
- [5]张军等,黄淮海平原玉米矿质营养综合诊断指标及决定因素,《玉米科学》,1993,1(4):57
- [6]Mortvedt J. J. 等,《农业中的微量营养元素》,中国农业科学院土壤肥料研究所译,农业出版社,1984
- [7]Barry D. A. J et al.,1989,Phosphorus Nutritional Requirement of Maize Seedlings for Maximum Yield Agronomy J. 81:95-99
- [8]Binferd G. D. et al.,1992,Nitrogen concentration of young corn plant as an indicator of nitrogen availability. Agronomy J. 89:219-223
- [9]Elwali A. M. O. et al.,1985,DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. Agronomy J. 77:506-508
- [10]Elwali A. M. O. et al.,1988,Supplemental Fertilization of Irrigated Corn Guided by Foliar Critical Nutrient Levels and Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms. Agronomy J. 80:243-249
- [11]Sumner M. E. 1979,Interpretation of Foliar Analyses for Diagnostic Purposes. Agronomy J. 71:343-347
- [12]Sumner M. E. 1981,Diagnosing the Sulfur Requirements of Corn and Wheat using Foliar Analysis. Soil. Sci. Soc. AM. J. 45:87-90
- [13]Walworth J. L. et al.,1988,Generation of corn tissue norms from a small,high-yield data base. comm. in soil sci. and plant analysis.