

植物体的硝态氮、全氮、磷、鉀速測法*

李庆逵 王美珠

(中国科学院土壤研究所)

一、植物体的硝态氮測定

(一) 硝态氮在植物体内的变化

植物体内硝态氮($\text{NO}_3\text{-N}$)的含量随着植物生长期不同而有显著的变化,一般的文献都說明硝态氮在植株初期生长中含量較高,而在結蕾以后逐漸地減低,以至消失。此外,由于硝态氮的本身在植物氮素轉化过程中是一个变化很快的居間产物,并且是在不断的更新,因此,以硝态氮含量来作为土壤对植物氮素供应的指标时,可能影响測定結果的因子是比較多的。除了受其他营养元素的相互关系的影响以外,植物类型、生长阶段、不同部位中氮素的分布情况,以及24小时内的光合作用对于氮素轉化的影响等等,这些因子都能直接造成不同的結果。虽然硝态氮測定数值受到以上的局限性,但在一定条件下,它还是能作为氮素供应的指标之一。植株中硝态氮含量的多少,直接影响叶色的深浅,一般植物当含有一定量硝态氮时其叶色是深綠的,当叶片呈黄綠色时,硝态氮含量已經很低了,通常叶片显黄色之前硝态氮的含量先行降低,因此,在一定程度上,硝态氮的含量可以作为植株脫肥的預告。

各种作物在不同生长期内硝态氮含量的浓度,及其与氮素供应的关系,前人的試驗材料还是很籠統的,植物叶汁中硝态氮浓度的变化范围很大,并且随植株部位和生长阶段而不同,它們可以不含硝态氮,在一般情况下多在100—400 ppm間,也可以高达1000 ppm。

由于硝态氮的測定受植物的外在因子和内在因子的影响較多,我們就文献上的材料,把这些因子加以归納。

1. 在植株上測定硝态氮时的部位 在苏联根据广泛分析結果的总结(B. B. Церлинг),以为硝态氮一般集中在植株茎部的下层,特别是下部茎的节上。老叶中的硝态氮,較未长成的叶片为高,在叶部以叶柄及叶主脉的下端較多。在茎的上端新叶幼芽及花蕾上,硝态氮通常是不存在的。

美国中西部的試驗結果,說明玉米茎秆中硝态氮累积,一般集中在下部,在上端則逐漸減少。对这点,也不是所有植物都是一致的,例如,黄豆(M. L. Jackson)中硝态氮的含量集中于植株的上部組織,而在下层的茎叶上硝态氮含量显著的下降。当小麦茎秆发达以后,測定叶片的硝态氮,結果便不很明显,因为这阶段无机氮的主要給源是在茎秆上最粗壮的两节間(从下面数上来的第2—3节)。在叶部中心叶鞘的含硝态氮量較高,在嫩芽及幼穗中硝态氮量都很低。因此,小麦硝态氮的測定最好剥开叶鞘,在最粗一节的下部进行。往往在上部茎节或中部茎节的上部測不出硝

* 本篇系1961年春季,土壤研究所农化室的讀書报告,材料来源見文后的参考文献。根据这些方法,由王美珠、潘映华等同志作了分析技术上的补充。对不同植物部位中养分含量的变化及其与生长的关系,我們完全依据书上材料,没有加上自己的实验結果。在理論方面,我們作了比較全面的介紹。

态氮,而在下部的茎节却累积有不少的硝态氮(Л. И. Вигоров)。

2. 硝态氮的测定与植物类型有关系 某些豆科植物如三叶草、苕子、苜蓿,在正常生长情况下,汁液中一般没有硝态氮(M. L. Jackson),文竹类植物及一般木本植物,在含氮物质的转化过程中,很难发现硝态氮的阶段,因此对这些植物来讲,硝态氮的测定便没有意义了。

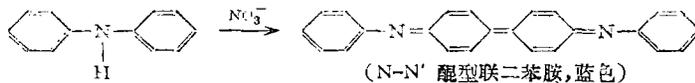
3. 硝态氮测定的时间 对测定硝态氮的时间一般主张在早晨(Л. М. Вигоров, R. H. Bray),由于 NO_3^- 通过 NO_2^- 而形成 NH_2 是一个强烈的吸热作用,依赖于阳光及碳水化合物来供给能量,由于夜间所累积下来的硝态氮,在早晨还没有综合成有机体,因此,一般建议在早晨8时或8时以前测定硝态氮。同时在下午5—6点钟时作一次补充测定,这个时候的结果代表一日之间植物中最低的硝态氮含量。早晨试验中如果得到低氮的结果,说明了土壤中严重的缺乏速效性氮素。

对硝态氮测定的最适当时间,文献上是不一致的,也有结果说明玉米的硝态氮(茎部)累积量,以上午11时至下午3时之间测得的结果为最高(C. D. Welch 在美国北卡罗林州的试验),建议在这个时候进行试验。此外,也有其他植物,据测定结果早上的硝态氮低于中午。1951—1952年间我们在南京测定时,在早晨含有高量硝态氮的玉米植株中,下午的累积量都显然的减低。这些都是要求进一步说明的问题。

(二) 硝态氮测定的化学反应

在目前文献上比较通用于土壤及植株分析硝态氮的测定方法有三种,兹介绍如下:

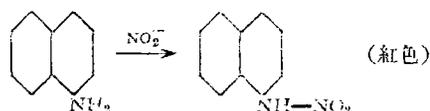
1. 二苯胺法(Diphenylamine, $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}$) 二苯胺在强酸性的条件下被硝酸或硝酸盐所氧化,而形成醌型,呈深蓝色的二苯胺盐,其反应如下:



利用二苯胺来测定硝态氮的最大优点是在于简单灵敏,其灵敏范围在0.1—12 ppm,但也由于浓硫酸的强度腐蚀性,除了贮藏和施用时必须十分小心以外,当和植物体接触较久时,往往形成一种焦黄的颜色而影响显色。

2. α -氨基萘法(α -Naphthallinane, $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2$) 植物或土壤中的硝态氮,先被还原成亚硝酸盐或亚硝酸,在酸性条件下是能够与对位氨基苯磺酸(Sulfanilic acid, $\text{HO}_3\text{S—C}_6\text{H}_4\text{—NH}_2$)相结合成为偶氮染料,而这种偶氮染料再与 α -氨基萘相结合,成为相应的红色偶氮染料,由于红色的深浅而表示出硝态氮的多寡。

根据上述的原理所提出的方法,实际上是日前分析亚硝酸盐的最好方法。在一般的植株及土壤分析中,都普遍的采用。一般认为在土壤和植物中,亚硝酸盐氮($\text{NO}_2\text{—N}$)的含量通常是微不足道的,所以不会由于 $\text{NO}_2\text{—N}$ 的干扰而引起影响。但是也有结果以为 $\text{NO}_2\text{—N}$ 在水稻土中有一定的含量,甚至可能较 $\text{NO}_3\text{—N}$ 为高。这个方法在土壤和植物中含 Cl^- 较高的情况下,都不致引起干扰而影响于结果,这点对于分析盐土以及盐土区植物时有很大的方便,否则先要进行去 Cl^- 的手续。对于这个反应在某些土壤分析书籍上引用下列简单的方程式来说明是不能代表的,实际上还很难肯定。



3. 2,4 二磺酸酚法 [2,4 Phenol disulphonic acid, 2,4(HSO₃)₂C₆H₃OH] 2,4 二磺酸酚和硝态氮在加入 12 N KOH 中和后, 形成黄色的溶液, 对于这个反应的具体过程还未能作最后肯定, 最初以为是碱金属的苦酸盐 (Picrate) (参看钾的测定一节), 后来以为是硝基酚, 比较晚近的研究, 以为是硝基磺酸酚的钾盐, 根据黄色的深浅来说明硝态氮的含量。这个方法比较常用于植株测定中, 因为它有极高的灵敏度和比较稳定的色调, 其灵敏范围在 0.02—10 ppm 之间, 色调的稳定性可以到几个星期。

2,4 二磺酸酚的测定硝态氮法, 除了高度灵敏性和色调的稳定性以外, 我们在这里提出来的另一个原因是由于钾的比色测定, 在目下还没有一个令人满意的方法。通过一定浓度的亚硝酸钴钠 [Na₃CO(NO₂)₆] 溶液来沉淀钾, 再用二磺酸酚来测定滤液中所剩余下来的亚硝酸根 (经过氧化使亚硝酸根成为硝酸盐), 从而间接的计算钾的含量, 是一种比较可行的途径 (Emmert, 1945)。

(三) 分析方法

在进行植株测定时, 对于供试的植株样品, 通常有三种处理方法: 第一, 用钳子或其他工具压取, 通过纱布滤清, 这样获得茎秆、叶片或其他部分的液汁, 供各种试验用, 一般有 1 毫升已足。从茎秆部分取得的液汁, 比较澄清; 从叶片部分压取的液汁, 由于叶绿素的干扰, 往往影响结果, 因此建议加入少量活性炭, 对液汁进行脱色 (试用)。如果把液汁渗在滤纸上直接显色时, 建议在纸面上再加一层滤纸, 将叶片迭在第一层滤纸上, 用钳子压取液汁, 这样叶绿素被第一层滤纸滤去, 不致影响第二层滤纸的显色 (一般在磷、钾加浓酸显色的试验中不采用)。

第二种方法是在茎秆上直接显色, 用小洋刀将适当部位的茎秆剖开, 试剂即在切面上循序加入, 显色手续便在植株上完成, 硝态氮、磷以及玉米茎秆中由亚铁含量而间接估计钾素供应的测定 (Hoffer's 测定) 很多是采取这项办法的。

第三种方法是把少量叶片或茎秆切成细屑, 加上定量的蒸馏水 (或试剂溶液) 搅和, 澄清后在溶液中显色。

下面我们摘要的介绍一下文献上的硝态氮测定方法:

1. 二苯胺法: 取植物液汁 2 滴, 或在植物茎秆上用小洋刀剖裂成斜面, 加二苯胺的硫酸液一滴, 在比色板上或斜切面上显色, 与标准卡比色 (在硝态氮的含量极低时, 切面上最初不呈颜色, 以后渐渐显焦黄色, 这是由于硫酸与有机质作用的关系)。

溶液的配制:

(1) 硝态氮的标准溶液配制——称取硝酸钾 0.7216 克溶解后定容于 1000 毫升的容量瓶内, 即为 100 ppm, 然后按比例稀释至 1—30 ppm 间, 与植物液汁进行比色。在试液含 NO₃-N 过高时, 须于事前兑稀。

(2) 1% 的二苯胺溶液——将 1 克的二苯胺溶解在 100 毫升的纯浓硫酸中 (比重 1.82, A. R.)。

2. 对位氨基苯法 (R. H. Bray): 移植株液汁 2 滴于瓷板的凹穴中, 或在植株茎秆的斜切面上直接测定, 加上少量对位氨基苯的混合试剂 (粉状, 见下段), 呈现出红色, 与标准色卡对照。如果用植物液汁测定时移取液汁一滴, 在瓷板上, 加入蒸馏水少许, 加试剂少量显色。

试剂配制:

(1) 试剂粉配制——称纯 BaSO₄ 100 克, 分做数份与 10 克 MnSO₄ · H₂O、2 克锌粉、4 克对位氨基苯磺酸及 2 克 α-氨基苯分别混和, 最后加入 75 克柠檬酸, 一起在乳钵中磨研, 混和均匀, 此粉贮于有色玻璃瓶中, 用塞防潮。

(2) 标准溶液的制备——将 KNO_3 0.072 克溶于 100 毫升的蒸馏水中, 这溶液含 N 100 ppm, 在测定时可释液到一定浓度, 加还原剂在一分钟后取得读数, 进行比色。

3. 2,4 二磺酸酚法: 取植株汁液 1—2 滴, 加入于 1 毫升的蒸馏水中, 加 2,4 二磺酸酚溶液一滴, 12 N KOH 溶液中和后, 稀释至 2 毫升刻度, 便形成黄色溶液, 由于黄色的深浅而显现出硝态氮的多寡, 同时与标准色卡对照。含氮离子量在 30 ppm 以上时, 对于结果有干扰作用。

试剂配制:

(1) 2,4 二磺酸酚的制备方法——溶解 25 克酚 (Phenol) 在 150 毫升浓硫酸 (A. R.) 中, 加 75 毫升含 13% SO_3 的发烟硫酸搅匀, 在沸水锅上加热 2 小时。磺酸酚的存在严重的影响硝态氮在二磺酸酚中的显色, 一般讲来, 在沸水浴上 1 小时可以完成二磺酸酚的合成作用。

(2) 标准溶液的制备——溶解硝酸钾 0.7216 克于少量水中, 在蒸发皿上蒸干。迅速加入 2 毫升的二磺酸酚溶液。加水稀释至 1000 毫升, 每毫升含硝态氮 0.1 毫克, 即 100 ppm。在试验时, 吸收少量稀释至 0.05—10 ppm 的范围, 加 12 N KOH 溶液即行显色, 色调在数星期内不变。由于这项试剂的高度敏感性, 在叶汁测定时必须稀释。这个方法比较精确, 一般不用于茎秆切面上的半定量测定。

二、植株全氮的速测

植物在土壤中所吸收的氮素是以无机状态的氮为主。在特殊设计的试验中, 对豌豆、三叶草、番茄等作物上也发现某些氨基酸(甚至极少量酰胺)能以有机化合物形式进入植物根系内, 但这些都是极少数的。

当氮素进入植物体内以后, 通过各种中间产物而迅速形成了蛋白质, 这也是它们的最终产物。这些蛋白质分子量是大小不同的, 而它们都能够在适量的酸性溶液中全部水解成 α -氨基酸类物质。这项 α -氨基酸, 在理论上应该可以在硫酸溶液中被双氧水所分解, 而有条件成为硫酸铵, 最后用奈氏 (Nessler) 试剂显色, 根据黄色的深浅而表示氮的多寡。

(一) 测定方法

取叶片或嫩茎 0.05 克, 放置于硬质试管内, 加 1:1 H_2SO_4 5 毫升, 在酒精灯下煮沸, 使全部有机体在 2—3 分钟内变成棕色的腐殖酸, 把黑棕色溶液取下冷却, 然后加 30% 双氧水 2—3 滴, 再煮沸 2—3 分钟, 使其中碳水化合物完全分解, 这时溶液呈无色的透明体。将全部溶液洗入 50 毫升量瓶内, 定容成为待测液。吸取待测液 10 毫升(或更多些), 置于 25 毫升容量瓶内, 并向量瓶内加入 0.5 毫升 10% 酒石酸钠, 再加一滴 0.01% 酚酞指示剂, 以 6 N NaOH 进行碱度的调节, 使酚酞指示剂呈现微红色(如能在 pH 计上调节至 pH12 则更好些), 最后再加 1 毫升奈氏试剂, 定容至刻度, 摇匀显色 10 分钟后, 在光电比色计上用蓝色滤光片进行比色(若无光电比色计时可以目测代之)。比色必须在显色后 30 分钟内结束。在测定时必须作空白试验, 其过程与上相同。

试液的配制:

(1) 奈氏试剂配制——溶解 75.5 克的碘化高汞 (HgI_2) 及 40 克的碘化钾于蒸馏水中, 加水溶解, 稀释至 250 毫升, 再在这溶液中加入 250 毫升的 6 N NaOH (C. P.) 溶液, 在黑暗地方静置过夜, 倾出上部清液, 贮于棕色试剂瓶内备用。(注: 蒸馏水须要特制的, 即普通的蒸馏水加入极少量的高锰酸钾及少量的 Na_2CO_3 重行蒸馏, 最初蒸馏出的 1/4 和最后的 1/6 弃置不用, 其中间部分用于配奈氏试剂)。

(2) 10% 的酒石酸钠——称酒石酸钠 10 克于 200 毫升的烧杯内, 加 100 毫升水溶解之。

(3) 标准溶液配制——称已烘过的氯化铵 1.9107 克溶解于含有 1 毫升哥罗芳的 1000 毫升的

蒸餾水中，吸出 20 毫升于 500 毫升的量瓶內，稀釋至刻度，這溶液即每一毫升含有 0.02 毫克的氮。稀釋至不同濃度，即每 100 毫升內含有氨態氮 0.05、0.1、0.15、0.2 毫克等。

三、植物體內磷的速測方法

(一) 無機磷在植物體內量的變化

植物從土壤中所吸收的無機磷酸鹽，在植株體內是很快的合成為有機體，當土壤中無機磷酸鹽供給充分的時候，植物體內通常累積有少量的無機磷。但是植物體內無機磷的累積受到氮素供應的影響，在黃綠色缺氮的葉片上，無機磷的含量通常較高，當氮肥供應充足以後，植物細胞生長迅速，於是無機磷的濃度便顯著下降。按照前人的經驗，幼期的玉米（只有 2—10 片葉子）在缺少磷素時，葉片的磷素含量在 10—20 ppm（磷）之間。在胡蘿卜中小於 25 ppm 時，磷肥已經不足了。

在測定植物磷素時，文獻也告訴我們選擇比較適合的部位來測定是很重要的，但又不象氮素那樣要求嚴格。如玉米的測定最好選花穗附近的莖稈，或下部抽穗一節下面的莖稈或葉片（田間速測法一般采用 8 棵植物的平均數字），麥類採用上部的莖或莖節，黃豆採用莖稈的上部或上部植株的葉柄。

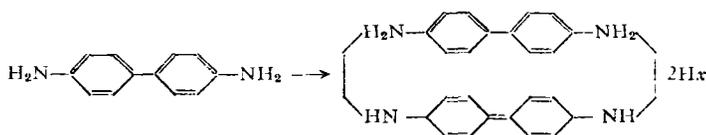
蘇聯總結了大量的田間速測結果，認為磷的植株速測法，對於磷肥效果的反應是比較靈敏的。但這磷素的測定也有其缺陷的一面，也就是植物體內磷脂狀態的磷與試驗的酸液接觸時有局部的分解，常常會使無機磷的測定結果偏高。

由上面的田間試驗結果，證明在比較缺磷土壤中所生長的植物，各部分植株中 P_2O_5 含量在 20 ppm 以下，但是當生長時期追了大量磷肥以後，在 4 小時後莖稈下部的 P_2O_5 含量增至 500 ppm，在 24 小時以後莖稈上部葉片及下部葉柄達到 100 ppm，所以說這方法對磷肥的反應還是比較靈敏的，而還可以作為施肥指標的參考。

(二) 植物體內磷素測定的化學反應

在磷的比色測定中，幾乎沒有例外的採用鉬藍的方法，在植物或土壤中磷與鉬酸相互作用之下形成了磷鉬酸，它在還原劑的作用之下便使溶液染成藍色的化合物，其中的原理還沒有最後結論。但是在還原劑上，便有各種不同的選擇，一般通用的是氯化亞錫、草酸錫、錫金屬等，這是靈敏度極高的方法，顯色範圍在 0.1—1.2 ppm 之間，但它們的色度穩定性較短，同時亞錫溶液不易保存，所以也有用氨基磺酸萘酸（1,2,4-amino-naphtholsulfonic acid）代替亞錫作還原劑的，但是它的靈敏度差了，其顯色範圍在 1—10 ppm。

在農業化學上一般習用聯苯胺作為還原劑，這個方法的優點是聯苯胺本身在反應中所顯色調，和被試物質（磷）的顯色是一致的，另一方面是聯苯胺不和鉬酸和鉬酸鹽起作用，而只和磷鉬酸起作用，這樣在操作過程中條件就不象亞錫作還原劑時那樣嚴格。此外，聯苯胺比亞錫容易保存，所以我們也採用這種還原劑進行比色測定。在反應過程中，聯苯胺所形成含有醌鍵的聯苯胺複合體是藍色的。



其中 [x] 是任何一價的氫根。

(三) 分 析 方 法

1. 氯化亚锡还原法

(1) 试剂的配制:

a) 钼酸铵-盐酸溶液: 称取15克 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{21} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶于300毫升热水中(50°C), 冷却后, 边搅拌边加入10 N HCl 350毫升, 待溶液冷却至室温, 用蒸馏水稀释到1升, 贮在棕色瓶中, 可以放置两个月。

b) 氯化亚锡还原剂: 称取 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 25克, 溶于100毫升浓盐酸中, 用新煮沸过冷却的蒸馏水稀释到1升, 为使试剂不致变质应将配好的试剂贮存在棕色瓶中, 按置好虹吸装置, 在溶液面上倒一层矿物油, 保存好时可以放置2—3星期。

c) 标准磷溶液的配制: 称取分析纯的磷酸二氢钾 (KH_2PO_4) 0.2195克于1000毫升量瓶中, 加入400毫升蒸馏水, 待溶解后, 加入25毫升7 N H_2SO_4 , 定容至1000毫升, 摇匀, 即为50 ppm 磷溶液。吸取20毫升, 加蒸馏水定容至500毫升, 摇匀, 即为2 ppm 溶液。在配制不同浓度的标准溶液时, 再将2 ppm 的溶液按比例稀释至0.05—1 ppm。

(2) 操作方法: 吸取一定量的待测液(包括土壤提取液)于25—50毫升量瓶中, 加一滴2—4二硝基酚指示剂(0.25%水溶液), 用4 N NH_4OH 和4 N HCl 调节到溶液的酸度至黄色恰好消失(pH3), 再加入2毫升钼酸铵-盐酸溶液, 用蒸馏水稀释刻度, 滴加3滴 SnCl_2 还原剂混匀。在显色5—6分钟内, 用目测法与标准磷酸液比色, 或在光电比色计上比色(滤光片用红色660 m μ), 标准液应配制0.05—1 ppm, 按同样步骤进行显色。

如在滤纸上显色取得半定量数值时, 可不必调节酸度。将在滤纸上加1—2点钼酸铵溶液, 再滴上植物汁液少许(或把茎叶的横切面迭置在滤纸上, 用钳子或玻璃棒加压, 使滤纸吸上液汁, 这样作比较接近半定量), 再在滤纸上循序加一点 SnCl_2 溶液显色, 与标准色卡比较(也可在白色瓷板上比色)。

2. 联苯胺还原法 (B. B. Церлиг)

(1) 试剂的配制:

a) 联苯胺溶液的配制: 称取0.05克的联苯胺溶解在10毫升的浓醋酸中, 加水稀释至100毫升, 摇匀即可。

b) 磷的标准溶液的配制: 称取0.16克 (KH_2PO_4) 溶解在500毫升的0.75 N HCl 中, 此溶液为100 ppm 的磷, 然后稀释至15—150 ppm。

c) 钼酸铵溶液的配制: 溶解5.0克钼酸铵于100毫升蒸馏水中, 然后缓缓加入32毫升 HNO_3 (比重1.2, 含量32%), 摇匀即可。

(2) 操作过程: 在滤纸上加1—2点钼酸铵溶液, 再滴植物液汁一点(或把茎叶的横切面迭置在滤纸上, 用钳子或玻璃棒加压, 使滤纸吸上液汁, 这样做比较接近半定量。再在滤纸上循序加一滴联苯胺溶液和一滴醋酸钠溶液显色, 与标准色卡比较(也可在白色瓷板上比色)。

四、植株体内钾的速测法

(一) 钾在植株体内的变化

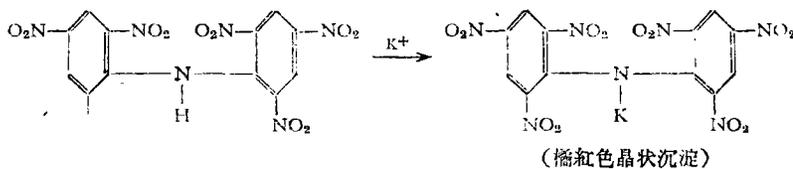
植株体内的钾素几乎全部是可溶性的状态存在。植株中的有机态的钾, 到目前为止, 文献上还未有肯定的报告。测定无机钾素是比较容易的, 根据植株测定结果也能说明土壤中钾素供应的状况。

植物汁液內鉀的含量，随其生长发育期不同而有所变化，如馬鈴薯在开花期之后要求特別多的鉀素，在孕蕾和开花期間汁液中鉀的含量也为最高，随后鉀素逐漸的轉移形成块莖，因此，在茎叶中鉀的含量也开始降低。对于一般植物來講，当土壤中鉀肥供应不足时，对幼年植物的含鉀浓度影响不大，汁液內的含鉀浓度仍然是較高的。但是随着植物的生长，鉀的浓度降低得很快。如禾谷类作物，在缺鉀时植株老叶中鉀素迅速向新叶輸送，新叶的含鉀浓度較老叶为高。在严重缺鉀的情况下，茎秆底部的叶片呈棕色或边缘逐渐枯死，且有时还会使玉米穗子的上部不結实。豆科作物恰好相反，例如黄豆在任何情况下，下部的叶片含鉀浓度总是比上部的叶片为高，当黄豆缺鉀时，首先反映在上部幼叶上，幼叶叶脉間显白色或棕色的斑点。就一般的农作物來講，植物汁液中含鉀量最高部分在于下部的茎秆、上部新叶的叶片以及生殖器官中的莢子等部位。

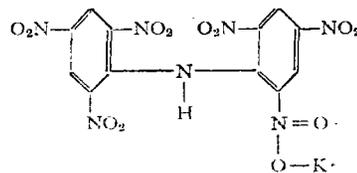
植物汁液中鉀的浓度，远較硝态氮及无机磷为高，但目前也很难总结不同作物在各个生长时期的鉀素浓度以及鉀素浓度和鉀肥供应的关系。在苏联的通行方法中，认为叶汁中 1500 ppm 以下的 K_2O 是缺鉀的范围。

(二) 測定速效鉀的化学反应

六硝基二苯胺法 (Dipicrylamine) 溶解在鈉或鉍的碱液中时形成了強度的橘黄色溶液，这项溶液在酸性溶液中析出六硝基二苯胺，轉变为黄色。鉀盐和碱液中的六硝基二苯胺起作用成橘红色的六硝基二苯胺鉀盐呈微晶状的沉淀，它的顏色在酸液中不变化。化学反应如下：



但是更多的化学工作者証明这项橘紅色沉淀是：



因此，鉀的定量分析便由橘红色的鉀盐和黄色的六硝基二苯胺的两种色调相互迭置的比例来判断，在沒有鉀盐时是黄色，橘红色的深浅代表鉀的多少。

(三) 測定方法

在进行植株測定时，对于供試的植株样品处理方法通常有三种(在硝态氮測定里已經介紹)。

1. 溶液的配制：

(1) 六硝基二苯胺試液的配制：(a)称 0.6 克六硝基二苯胺及 0.6 克純 Na_2CO_3 ，加水攪和煮沸，使其溶解，滤入于 25 毫升的量瓶中，用少量水洗滤紙，冷却后加水至刻度。(b)稀释，吸取 8 毫升“a”溶液置 25 毫升量瓶中，然后稀释至刻度。(c)吸取 8 毫升“b”溶液置 25 毫升量瓶中，然后定至刻度。

(2) 0.5 N HCl (显色用)：取液 HCl 4 毫升置 200 毫升的烧杯內，然后加入蒸餾水 96 毫升，混合均匀，即可应用。

試驗在 7 厘米长的滤紙上进行。将六硝基二苯胺的“a”“b”“c”三种溶液，循序加一点在紙片

上,每滴相距約 1 厘米,阴干后其色度的变化應該是从“深橘棕色”至“浅橘黄色”,色度可以保持一年不变。我們建議通过毛細管把溶液吸收在滤紙上,这样可以形成圓形的色点。

标准色卡: a. 750—1000 ppm

b. 2000—3000 ppm

c. 3000 ppm 或 3000 ppm 以上

(3) 氯化鉀的标准溶液: 称已烘过的氯化鉀 4.7235 克,溶解在小量的蒸餾水內,然后定容在 1000 毫升的容量瓶內,这溶液即为 3000 ppm。至于 1000 ppm、2000 ppm 的溶液可以按比例将 3000 ppm 的溶液稀释即可。

2. 操作过程: 将植物茎的汁液加一滴(也可以把植物茎叶直接在显色点上重加重力压出汁液)在已制好的标准色卡上,按“a”“b”“c”順序加上,在半分到一分鐘以后,再加上 1—2 滴 0.5 N HCl,在鉀存在时,色点上的橘色(或棕色)不变,在无鉀时則色点轉变成黄色。

现在把对鉀肥的反应暫定为下面四級:

(1) 如果三个色点全部变黄——鉀肥缺乏。

(2) 如果“a”点保持橘色(1000 ppm),其他“b”“c”二点变黄,即施鉀肥一般有效。

(3) 如果“a”“b”两点显橘色,“c”点变黄,一般作物如玉米、小粒禾谷类、黃豆、牧草等不需要鉀肥。

(4) 如果三点都呈橘色,即表示鉀素极足。

試驗居間的等級,可以用橘色的強弱来判別,一般在一块大田上,采取 6—8 点作物,以代表該田的鉀肥水平。

主 要 参 考 书

- [1] В. В. Перлинг: Новый прибор для диагностики питания растений, удобрение и урожай, 1958, № 7, p. 23—28.
- [2] Л. И. Вигоров: Ускоренный метод оценки обеспеченности растений пшеницы азотным и фосфорным питанием, Удобрение и урожай, 1958, № 7, p. 29—35.
- [3] К. П. Магницкий et al.: Новые Методы Анализа Растений и Почв. p. 89—107, Государственное Издательство, Москва 1959.
- [4] M. L. Jackson: Soil Chemical Analysis, p. 339—369, Prentice-Hall, Inc. N. J. 1958.
- [5] S. H. Yuen and A. G. Pollard: Determination of nitrogen in agricultural materials by Nessler reagent, II. J. Sci. Food and Agr. Vol. 5: 364—368, 1954.
- [6] 有关分析化学原理,主要参考 F. J. Welcher, Organic Analytical Reagents Vol. II 一书