



# 农用肥料



朱成柏



专业户科普丛书



贵州省科学技术协会  
普及工作部编印

## 内容提要:

这本小册子从肥料的基础知识谈起, 主要介绍目前农村应用较广的各种肥料, 如氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料、微量元素肥料、特殊成份肥料、钙素肥料、农家肥料的性状、用途、施用方法和某些肥料的施用量等等, 并且对常用肥料的制法也作了简明的介绍。

# 目 录

## 第一章 肥料的意义..... ( 1 )

一、植物需要的营养元素..... ( 1 )

二、肥料的分类..... ( 2 )

三、化学肥料与自给肥料..... ( 3 )

## 第二章 氮素肥料..... ( 6 )

一、氮元素对作物的生理作用..... ( 6 )

二、作物缺氮的表现..... ( 7 )

三、作物吸收过量氮素的表现..... ( 7 )

四、氮素肥料的种类和特性..... ( 7 )

五、氮素的形态及其肥效 { 根瘤菌 固氮菌  
蓝藻 硫酸铵  
氯化铵 磷酸铵..... ( 8 )  
硝酸铵 石灰氮  
尿 素 蛋白态氮

## 第三章 磷素肥料..... ( 20 )

一、磷的生理作用..... ( 20 )

二、作物缺磷的表现..... ( 20 )

三、作物磷过多的表现..... ( 21 )

四、磷肥的种类与特性..... ( 21 )

五、磷酸的形态及其肥效 { 普钙 磷矿粉  
骨粉 钙镁磷肥..... ( 21 )

六、磷肥品种..... ( 23 )

## 第四章 钾素肥料..... ( 26 )

一、钾的生理作用..... ( 26 )

二、钾要用得适量..... ( 26 )

三、作物缺钾有什么表现..... ( 27 )

四、钾肥的种类和特性 { 氯化钾 硫酸钾  
硝酸钾 碳酸钾  
窑灰钾肥 磷酸二氢钾... ( 28 )  
聚磷酸钾溶液 草木灰

## 第五章 复合肥料..... ( 32 )

一、复合肥料的种类..... ( 32 )

二、混合肥料..... ( 33 )

三、过磷酸钙系低浓度化肥..... ( 33 )

四、磷铵系高浓度化成肥料..... ( 35 )

五、新的复合肥料 { 液体复合肥料 散装复合肥料  
尿素磷铵系高浓度化成肥料... ( 35 )  
硝酸系高浓度化成肥料  
聚磷酸胺

## 第六章 微量元素肥料..... ( 37 )

一、镁 镁的生理作用 植物体内要有多少  
镁才能维持正常的生长呢? 作物缺镁  
的症状 镁肥的施用..... ( 37 )

二、锰 锰的生理作用 缺锰的症状  
锰肥..... ( 38 )

三、锌 锌的生理作用 作物缺锌的症状  
锌肥..... ( 39 )

四、硼 硼的生理作用 作物缺硼的症状  
硼肥..... ( 41 )

五、钼 钼的生理作用 作物缺钼的症状  
钼肥..... ( 42 )

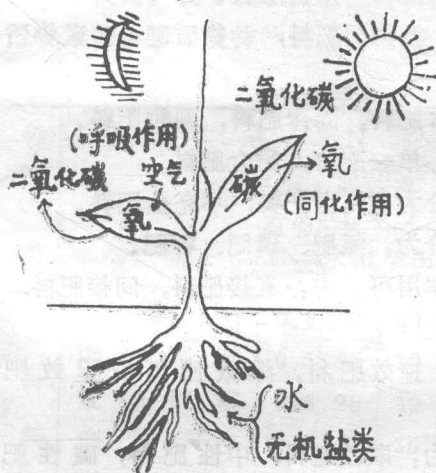
六、铜 铜的生理作用 铜肥..... ( 43 )

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| <b>第七章 特殊成份肥料</b> .....             | ( 44 ) |
| 一、铁    铁的生理作用    防止缺铁的方法...         | ( 44 ) |
| 二、硅    硅的生理作用    含硅酸材料及其<br>施用..... | ( 45 ) |
| <b>第八章 钙素肥料</b> .....               | ( 46 ) |
| 一、钙在植物体内所起的生理作用.....                | ( 46 ) |
| 二、酸性土壤最好施用钙素肥料.....                 | ( 46 ) |
| 三、钙肥.....                           | ( 47 ) |
| <b>第九章 农家肥料</b> .....               | ( 49 ) |
| 一、人粪尿.....                          | ( 49 ) |
| 二、厩肥.....                           | ( 50 ) |
| 三、堆肥.....                           | ( 50 ) |
| 四、沤肥.....                           | ( 51 ) |
| 五、绿肥.....                           | ( 51 ) |
| 六、腐殖酸类肥料( 又称腐肥 ).....               | ( 52 ) |
| 七、炕土、灶土和烧土.....                     | ( 53 ) |
| 八、杂肥.....                           | ( 53 ) |
| <b>第十章 怎样保存肥料</b> .....             | ( 56 ) |
| 一、化学肥料的保存方法.....                    | ( 56 ) |
| 二、农家肥料的保存方法.....                    | ( 56 ) |

# 第一章 肥料的意义

## 一、植物需要的营养元素

通常植物需要的无机元素养分，有碳、氧、氢、磷、钾、钙、镁、铁、硫。其中碳从空气中的二氧化碳取得，氢和氧由根吸收的水中获得，其余的元素从土壤中获得。植物对氮、磷、钾的需要量都很大，然而土壤中的含量又非常



图：植物的养分吸收

“肥料的四要素”。把含三要素以外的各种成分的肥料叫做特殊成分肥料。

植物对其他各种无机成分的需要量并不大，一般土壤中

少，为解决这三种元素在自然状态下的不足，必须对土壤施肥。所以，人们通常把氮、磷、钾这三种元素叫做“肥料的三要素”。对于钙元素植物不仅不可缺少，它还能改良土壤，因此，有人把钙元素也列为植物需要的重要元素之中，同氮、磷、钾一起，称为

的含量又超过植物的需要量，所以，除特殊情况外，没有施肥的必要。

此外，对植物生理起着重要作用的元素如锰、镁、锌、硼、钼、铜等，虽然需要量极微，但是不可缺少。因此，把含这类元素的肥料，称之为“微量元素肥料”。

## 二、肥料的分类

肥料的分类，一般可按原料、制造方法、状态、所含成分、肥效、化学反应等分类。

按成因可分为：天然肥料，化学肥料。

按成分可分为：有机肥料，无机肥料。

按原料来源可分为：植物质肥料，动物质肥料，矿物质肥料。

按状态可分为：液体肥料，固体肥料，颗粒肥料。

按配合方法可分为：单一肥料，配合肥料。

按含有肥分种类可分为：完全肥料，不完全肥料。

按含有主要成分可分为：氮肥、磷肥、钾肥。

按肥料直接或间接作用可分为：直接肥料，间接肥料，刺激肥料。

按肥效快慢可分为：速效肥料，缓效肥料或迟效肥料。

按肥料酸碱性可分为：酸性肥料，中性肥料，碱性肥料。

按特殊成分可分为：微量元素肥料，细菌肥料，放射能肥料。

此外，还有其它分类法。

### 三、化学肥料与自给肥料

在商品肥料里大部分是无机质肥料，它是在化肥工厂里製造的，所以称为化学肥料。如硫酸铵、尿素、氯化铵、石灰氮、过磷酸钙、硫酸钾、氯化钾、钙镁磷肥、碳酸氢氨、熔融磷肥、窑灰钾肥等等。

有机质肥料一般指大豆渣、植物油渣、鱼肥等。

自然肥料，一般指人粪肥、厩肥、堆肥、草木灰、海草灰、鸡粪、米糠、落叶等等。

自然肥料和有机质肥料所含的肥料成分，植物对它们的吸收率较高。表 1 表示自然肥料和有机质肥料里氮、磷、钾三元素的含量以及作物的吸收情况。

表 1

| 种<br><br>类 | 名 称     | N          |            |    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |            |    | K <sub>2</sub> O |            |
|------------|---------|------------|------------|----|-------------------------------|------------|----|------------------|------------|
|            |         | 含(%)<br>有率 | 吸收率<br>(%) |    | 含(%)<br>有率                    | 吸收率<br>(%) |    | 含(%)<br>有率       | 吸(%)<br>收率 |
|            |         |            | 水田         | 旱田 |                               | 水田         | 旱田 |                  |            |
| 自然肥料       | 人 粪 肥   | 0.5        | 70         | 60 | 0.1                           | 20         | 10 | 0.2              | 60         |
|            | 中 熟 厩 肥 | 0.5        | 25         | 30 | 0.2                           | 15         | 15 | 0.5              | 60         |
|            | 成 熟 厩 肥 | 0.6        | 25         | 30 | 0.3                           | 15         | 15 | 0.6              | 60         |
|            | 鸡 粪(干)  | 2.9        | 40         | 35 | 3.1                           | 20         | 10 | 1.3              | 60         |
|            | 草 木 灰   |            |            |    | 1.7                           | 20         | 20 | 5.3              | 60         |
|            | 麦秆、稻草灰  |            |            |    | 1.6                           | 20         | 20 | 4.6              | 60         |
|            | 稻 谷 壳   | 0.6        | 10         | 10 | 0.2                           | 15         | 15 | 0.4              | 60         |
|            | 稻 草(干)  | 2.7        | 45         | 30 | 0.6                           | 15         | 15 | 1.2              | 60         |

| 种<br>类                | 名 称     | N                  |              |    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |              |    | K <sub>2</sub> O   |                    |
|-----------------------|---------|--------------------|--------------|----|-------------------------------|--------------|----|--------------------|--------------------|
|                       |         | 含<br>有<br>率<br>(%) | 吸 收 率<br>(%) |    | 含<br>有<br>率<br>(%)            | 吸 收 率<br>(%) |    | 含<br>有<br>率<br>(%) | 吸<br>收<br>率<br>(%) |
|                       |         |                    | 水田           | 旱田 |                               | 水田           | 旱田 |                    |                    |
| 有<br>机<br>质<br>肥<br>料 | 沙 丁 鱼 渣 | 8.5                | 70           | 55 | 6.0                           | 20           | 10 |                    |                    |
|                       | 鲱 渣     | 10.0               | 70           | 55 | 5.0                           | 20           | 10 |                    |                    |
|                       | 大 豆 渣   | 6.2                | 65           | 50 | 1.0                           | 15           | 15 | 1.5                | 60                 |
|                       | 菜 籽 渣   | 5.4                | 65           | 50 | 1.0                           | 15           | 15 | 1.0                | 60                 |
|                       | 棉 籽 渣   | 5.6                | 65           | 50 | 2.5                           | 15           | 15 | 1.3                | 60                 |
|                       | 芝 麻 油 渣 | 6.0                | 65           | 50 | 2.5                           | 15           | 15 | 1.0                | 60                 |
|                       | 米 糠     | 1.5                | 55           | 55 | 3.0                           | 15           | 15 | 0.2                | 60                 |
|                       | 海 草(生)  | 0.5                | 45           | 30 | 0.1                           | 15           | 15 | 0.7                | 60                 |
|                       | 海 草(干)  | 1.7                | 45           | 30 | 0.5                           | 15           | 15 | 2.4                | 60                 |
|                       | 骨 粉     | 4.2                | 60           | 60 | 20.0                          | 15           | 15 |                    |                    |

单一化学肥料的肥料成分及主要成分形态见表 2。

表 2

| 种类             | 名 称   | 肥料成分(%)     | 主要成分的形态                                         |
|----------------|-------|-------------|-------------------------------------------------|
| 氮<br><br><br>肥 | 硫 灰 铵 | N 20.5~21.0 | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                | 石 灰 氮 | N 20~23     | CaCN <sub>2</sub> +C                            |
|                | 尿 素   | N 45~46     | CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>               |
|                | 硝 铵   | N 34.0~34.5 | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                 |
|                | 氯 化 铵 | N 25.0~25.5 | NH <sub>4</sub> Cl                              |

續表

|      |            |                                                                  |       |                                          |
|------|------------|------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------|
| 磷肥   | 过磷酸钙(普钙)   | $P_2O_5$                                                         | 16~20 | $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$<br>+ $CaSO_4$ |
|      | 重过磷酸钙(重钙)  | $P_2O_5$                                                         | 40~50 | $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$               |
|      | 汤姆斯磷肥      | $P_2O_5$                                                         | 17~19 | $5CaO \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$          |
|      | 钙镁磷肥       | $P_2O_5$                                                         | 18~20 |                                          |
|      | 烧成磷肥       | $P_2O_5$                                                         | 38~40 |                                          |
| 钾肥   | 硫酸钾        | $K_2O$                                                           | 58~60 | $K_2SO_4$                                |
|      | 氯化钾        | $K_2O$                                                           | 48~50 | KCl                                      |
|      | 粗制钾盐       | $K_2O$                                                           | 20~48 | KCl                                      |
| 钙素肥料 | 生石灰        | CaO                                                              | 90~98 | CaO                                      |
|      | 消石灰        | CaO                                                              | 70~74 | $Ca(OH)_2$                               |
|      | 碳酸钙        | CaO                                                              | 53~55 | $CaCO_3$                                 |
|      | 苦土碳酸钙      | $\begin{cases} CaO & 37 \sim 40 \\ MgO & 10 \sim 18 \end{cases}$ |       | $CaCO_3 \cdot MgCO_3$                    |
| 含镁肥料 | 硫酸镁        | MgO                                                              | 11~14 | $MgSO_4 \cdot 7H_2O$                     |
|      | 氢氧化镁       | MgO                                                              | 50~55 | $Mg(OH)_2$                               |
| 硅素肥料 | 高炉、平炉、电炉矿渣 | CaO                                                              | 40~44 | $Ca_2SiO_4$ +                            |
|      |            | MgO                                                              | 5~7   | $Ca_2Mg(SiO_4)_2$                        |
|      |            | $SiO_2$                                                          | 30~35 |                                          |

## 第二章 氮素肥料

### 一、氮元素对作物的生理作用

氮元素是合成植物体的基础物质原生质的主要成分——蛋白质是不可缺少的成分，无论是哪种植物，它的身体各部分都含有氮素。含氮率根据植物种类、生育时期和氮素施用量的不同而有显著的差别。一般来说，在生育初期，植物的幼嫩部分含氮量最多，它有促进植物生长的作用。

如水稻的各生育期含氮率见表 3

表 3

| 生育时期         | 插秧期  | 分蘖期  | 有效分蘖期 | 分蘖最盛期 | 出穗期  | 收获期  |      |
|--------------|------|------|-------|-------|------|------|------|
|              |      |      |       |       |      | 籽实   | 茎秆   |
| 干物 100 中的含氮率 | 2.23 | 3.70 | 3.21  | 2.33  | 1.51 | 1.46 | 0.92 |

由于土壤中氮素含量不多，每次栽培都需要供给充足的氮素，所以，氮素肥料用量是大的。

豆科作物固然可以借助与它共生的根瘤菌来固定空气中的游离氮。但一般高等植物只能靠根吸收无机态的氮、氨态氮和硝态氮来合成蛋白质。因此氮肥的施用与作物产量关系密切，增加氮肥施用量，不仅能提高产量，还能因根的茂盛间接地增加各种养分的吸收量，同时也由于叶的增多加强碳的同化作用。

## 二、作物缺氮的表现

(1) 叶子的表现：叶子变成淡黄色或红绿色，严重时变黄而枯死，枯死过程有的从顶点开始，有的从边缘向内部发展，果树一般表现出过早的落叶或过晚的出叶。

(2) 茎的表现：生长发育不佳，形态很小，新梢发育得很慢，侧芽枯死。

(3) 根的表现：细根很少，长得很慢。

(4) 籽实的表现：形态变小，品质变坏，产量减少。果树果实的颜色变成青白色，本来是绿色的苹果往往变把红色。

## 三、作物吸收过量氮素的表现

作物吸收了过量的氮，会出现以下特征：

(1) 叶子的表现：叶子变暗绿色，有时萎缩卷曲。大多情况下，形状变大，叶片变成柔软的肉质，耐寒性和抗病性都降低。

(2) 茎的表现：伸长得特别旺盛，果树长出过多的无用长枝，禾谷类出现过多的分蘖，茎干变弱，容易倒伏。

(3) 根的表现：伸长得非常旺盛，但细根的发育不佳。

(4) 籽实的表现：开花结实数减少，成熟变慢，收获物含有很多水分，不利于搬运和贮藏。同时籽实或块根的收获量与茎叶的比例也减低，品质也变坏。

## 四、氮素肥料的种类和特性

氮素肥料的种类和特性见表4

表 4

| 种 类   | 氮 素 的 态 形 | 化 学 组 成                      | 特 性                                              |
|-------|-----------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| 无 机 质 | 硝 铵       | $\text{NH}_4\text{NO}_3$     | { 速效性, 不能被土壤吸收<br>不适用于水田                         |
|       | 硫 铵       | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |                                                  |
|       | 氯化铵       | $\text{NH}_4\text{Cl}$       | { 速效性, 能被土壤吸收                                    |
|       | 氨 水       | $\text{NH}_4\text{OH}$       |                                                  |
| 石 灰 氮 | 氰氨态氮      | $\text{CaCN}_2 + \text{C}$   | { 速效性, 施肥的前后<br>对作物有害, 但1—2<br>周左右有效果, 土壤<br>能吸收 |
| 尿 素   | 尿素态氮      | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$   | 比较速效, 土壤能吸收<br>迟效性                               |
| 鱼渣、油渣 | 蛋白态氮      |                              |                                                  |

## 五、氮素的形态及其肥效

氮素大约占空气的五分之四, 用符号N来表示。存在于空气中的气体氮, 普通作物不能直接吸收, 只有豆科植物, 能利用根部共生的根瘤菌来固定空气中的氮素。采用化学方法将氮素制造成氨态氮、硝态氮、尿素态氮、蛋白态氮、氰氨态氮等氮肥, 才能被植物吸收。

### 1. 豆科植物对游离氮素的吸收

#### 根瘤菌

根瘤菌在土壤中形成小圆球状或短杆状, 它有许多变种, 某一种类只能在某些豆科作物的根上生根瘤, 而在其他豆科作物的根上就不能生根瘤。除根瘤菌外, 放线菌的根菌也能利用空气中的氮素, 这种菌有马桑型、杨梅型、柳型、

桉木型四种。此外、苏铁、桉木、胡枝子、柳杉、杜鹃等的根瘤也能利用空气中的氮素。

根瘤菌除靠风、流水、种子或昆虫传播外，可用培养的方法接种优良的根瘤菌。接种根瘤菌时，最好将头年种过豆科植物而取得很高产量的土壤，在每亩之内撒25公斤左右之后，再种植作物。也可用人工培养的根瘤菌，用砂或土很好混和后，再加入4—8公斤的干土，和豆科种子一起播种。播种前最好把豆种浸于水中，使它易于沾土，播种后应尽早盖土。

### 固氮菌

能在土壤中单独地利用空气中氮素的细菌叫固氮菌。有褐色固氮菌、棕色固氮菌、拜氏固氮菌、透明固氮菌四种。由于条件的差异，一般在一年中能固定的氮量为3.75公斤左右。固氮菌是一种需氧细菌，空气流通不好的地方是不利于固氮菌的。

### 蓝藻

在水田中，繁殖力很强的蓝藻能固定空气中的氮，增加土壤肥力。有许多种藻类，但只有蓝藻能固定空气中的氮。蓝藻也有一千多种，有固氮能力的仅仅十几种。

接种蓝藻，它的繁殖和水溶性的磷酸有密切关系，缺乏磷繁殖得很慢。蓝藻死后在土壤中成为腐殖质，还能提高土壤肥力。

### 2. 氨态氮的氮肥

在氮肥中使用量最多的是氨态氮，如硝铵、硫铵、氯化铵、氨水等。

硫酸铵（硫铵）

硫酸铵是斜方晶系的纯白色结晶粉末，易溶于水，在10℃的水中溶解42.8%，在100℃的水中溶解50.8%。在理论上，含氮量为21.24%，而一般商品要求21%，种类很多，颗粒的形状和大小各不相同。

### 氯化铵

氯化铵易溶于水，在0℃的水中溶解24.8%，在100℃的水中溶解77.2%。这种溶液有类似食盐水的味道，加热能气化，在350℃左右会全部变为氨气和氯化氢。

纯的氯化铵，含氮量为26.68%，肥料用的氯化铵，一般保证含氮量25%。

### 磷酸铵

磷酸铵有三种形态。

磷酸一铵：酸性，稳定，含氮量为12.2%，磷酸量为61.7%。

磷酸二铵：微酸性，稳定，含氮量为21.2%，磷酸量为53.8%。

磷酸三铵：中性，不稳定，含氮量为28.2%，磷酸量为47.7%。

作为肥料，一般制造磷酸一铵和磷酸二铵。

磷酸二铵是灰白色的粉末，通常制成颗粒，易溶于水，可作叶面喷洒，磷酸一铵主要成分是磷酸铵，形成固体，很难溶于水。

### 氨态氮肥的施用

氨态氮的肥料很容易被土壤吸收，所以在雨多的地区，适宜施用。由于施法不同，一般来说，作物能吸收施用量的30—50%。

### (1) 在水田的施用

倘若在水田撒硫酸铵一类的氨态肥料，是易溶于水的，但是土壤吸收溶于水中的氨态肥料需要很长时间。所以，施用时最好保持浅水，施用后进行除草和中耕，从而使肥料和土壤很好混合。

与堆肥并用时，最好用堆积40天左右的堆肥与硫酸铵这种水溶性氮肥并用。这样，由于氨一时被堆肥吸收，不仅能够避免流失，象有机态氮那样，还能使肥效得到缓和。堆肥本身也加快分解速度，提高肥效。

采用穿过土壤表面的氧化层，进行深施能提高肥效。一般整地应耕翻两次，使硫酸铵和土壤很好混和，5—7天内灌水，如10天之内不灌水，肥效就减低到50—80%，20天之内不灌水，就与平土后施用的没有差别。在水稻插秧时，先把根浸于泥状肥料中，然而再插入，肥效会更大。

把硫酸铵和大约20倍的红粘土混在一起，捏成鸡蛋大小的团子，干燥后把它放置于水稻每四株之间，用脚踏入土壤中，这种施肥方法效果很好。

此外，使硫酸铵、过磷酸钙、硫酸钾、氯化钾等化肥和泥炭、草炭等的粉末混合，制成球状物施用，比单用硫酸铵，产量能提高10—20%。

水藻能吸收大量的氮，枯死后有与大豆饼类似的肥效。但是，田面水中水藻过多会遮盖阳光降低水温，对水稻的生长发育有不良影响，所以应清除水藻。

### (2) 在旱地的施用

麦类施用硫酸铵，最好在播种沟内撒布。但是施用过量，播下的种子又是用温水浸的含水量过多，那么硫酸铵就

会夺去种子的水份，使其不能出苗，甚至腐烂。所以，应用耙子或手使硫酸铵与沟内的土壤混和，待看不见白色以后，再播种。

对蔬菜类施用，最好开沟条施或穴施，复土后再播种或移植，作追肥时，最好把肥料溶于水后再用。

### 3. 硝态氮的氮肥

硝酸钠（又名智利硝石）、硝酸铵（硝铵）属于硝态氮的氮肥。

纯的硝酸钠含氮16.48%；而作为肥料的硝酸钠含氮15.5~16%。现在世界上随着硫酸铵工厂的兴建，硝酸钠的生产及用量大大减少。

#### 硝酸铵

纯的硝酸铵是纯白的结晶，含氮35%。肥料用的硝酸铵，含氮34%左右。它具有强烈的吸湿性、水溶性、爆炸性和燃烧性，对热的作用十分敏感，受热时分解出氨，在300℃以上时会发生爆炸。爆炸后，硝酸铵能放出大量氧而引起剧烈燃烧，易结块。

#### 硝态氮肥的施用

硝铵含的氮，一半是氨态的，但硝酸钠则全部是硝态的。因硝态氮不能被土壤吸收，所以在施用时应加注意。

硝态氮肥料一般不适于水田，但可以当作穗肥施用。施用硝态氮时，最好在根充分伸长后放水，维持浅水状态，作为追肥，每亩施用2.5公斤以内。

硝态氮适于旱田。因硝态氮是浓厚肥料，施用方法不当就容易伤根，如果落在叶子上就会引起黄化，为了避免这