

在 DAP-CaCO₃ 体系与 DAP-石灰性土壤体系中 NH₃ 的挥发与磷的吸附之间的关系*

吕 殿 青

(陕西省农业科学院)

简 森 雄

(美国国际肥料开发中心)

摘 要

本工作是研究在 CaCO₃ 体系和石灰性土壤体系中 NH₃ 的挥发与磷的吸附之间相互作用的化学变化,结果表明:在 NH₄Cl-CaCO₃ 体系中,通气的 pH 值比不通气的低,但溶液中 Ca²⁺ 浓度正好相反。在 K₂HPO₄-CaCO₃ 体系中,在 24 小时内,通气与不通气的, CaCO₃ 吸附磷没有差异。在 24 小时反应期间,在 DAP¹⁾-CaCO₃ 体系中,因溶液 pH 值不断增高, NH₃ 的挥发对 CaCO₃ 吸附磷的影响也就逐渐降低。

在石灰性土壤体系中,施用尿素加过磷酸钙或单施尿素时,几乎没有发现 NH₃ 的挥发,而施 DAP 时,在 6 天后, NH₃ 的挥发损失占加入的 56%,且 DAP 处理的土壤,其水溶性磷未通气比通气的高。尿素加过磷酸钙处理的,其水溶性磷通气与未通气的没有差异。另外,尿素加过磷酸钙或过磷酸钙单独处理的土壤,水溶性磷含量均相同。所有这些均表明,在石灰质体系中, NH₃ 的挥发(如果发生的话)能够加强 CaCO₃ 对磷的吸附,而磷的吸附又能加强 NH₃ 的挥发,两者是相互影响和相互促进的过程。

目前由于 DAP 含有效成份高,物理性状好^[2],尽管当表施在石灰性土壤上易于产生 NH₃ 的挥发^[4],但仍为世界上最普遍的氮磷肥料之一。

在最近的论文中, Amer 等^[1]报道了一个很有趣的结果,在石灰性土壤上表施 DAP, NH₃ 的挥发和水溶性磷之间呈负相关;他们还发现, DAP 处理的土壤,水溶性磷含量未通气的比通气的高,而 MAP (磷酸-铵)处理的,则没有差异;同时在石灰性沙漠土上,小麦施 DAP 的效果比施 MAP 的差。 Papadopoulos^[7] 也报道了一个相似的结果。 El-Zahaby 等^[3]在钙质体系中(纯 CaCO₃ 和石灰性土壤)用 DAP 研究了 CaCO₃ 吸附磷对 NH₃ 挥发的影响,发现 CaCO₃ 吸附磷对 NH₃ 挥发的影响,以及 CaCO₃ 吸附磷提高了溶液的 pH 值,从而增加 NH₃ 的挥发。从以上少量的资料来看,对 NH₃ 的挥发与磷吸附之间的关系尚未进行理论上的论证和说明。在此我们提出了一个假说,意在解释钙质

* 本文是作者在美国 IFDC 研究工作的一部分。

1) DAP 指磷酸二铵,以下均同。

体系中 NH₃ 的挥发与 CaCO₃ 吸附磷之间的相互影响。我们的假说是: 当 NH₃ 从 NH₄⁺ 离子中挥发出来时, 同时释放出 H⁺ 离子进入溶液。产生的 H⁺ 与 CaCO₃ 反应, 又释放出 Ca²⁺ 离子。而 Ca²⁺ 离子又与 HPO₄²⁻ 离子形成不溶于水的磷酸钙和磷酸铵钙。因此, NH₃ 的挥发能加强石灰性土壤和 CaCO₃ 对 DAP 中磷的吸附; 同时由于磷的沉淀所产生的 OH⁻ 离子, 又能使体系中所释放出来的 H⁺ 离子不断被中和, 根据质量作用定律, 反过来又加强了 NH₃ 的挥发作用。本研究的目的是为了验证以上提出的假说。

一、材料和方法

(一) CaCO₃ 体系

取含有 900mg N/L 和 980mg P/L 的 NH₄Cl、K₂HPO₄、(NH₄)₂HPO₄ 的水溶液 300 毫升 4 份, 分别加入 4 个各含有 3 克粉状 CaCO₃ 的 500 毫升的三角瓶中, 然后分成两组, 一组通气, 一组不通气。在 DAP-CaCO₃ 体系中, 除用水溶解的处理以外, 还用 0.01M NaOH 和 1M NaOH 溶液溶解的两个处理。

通入体系的空气, 首先经过 1M 的 HCl 和 1M 的 NaOH 溶液, 以除去空气中的 NH₃ 和 CO₂, 然后使干净空气以 1 升/分的流速通入体系。反应时间对 DAP-CaCO₃ 和 K₂HPO₄-CaCO₃ 体系均为 2 到 24 小时, 对 NH₄Cl-CaCO₃ 体系为 24 到 100 小时。通气与不通气体系所挥发出来的 NH₃, 分别被三角瓶中盛有 0.1M 250 毫升 HCl 溶液所吸收, 然后用蒸馏法测定吸收的氮^[2]。在测定 NH₃ 挥发量的过程中, 同时从反应瓶中吸取上层清液 20 毫升, 经过过滤后, 用组合 pH 电极测定溶液 pH 值, 用 Murphy 和 Riley^[6] 方法测定磷的浓度, 用原子吸收法测定 Ca²⁺ 浓度。在 NH₄Cl 处理的试验中, 溶液中残留的 NH₄⁺-N 也是用蒸馏法测定。试验期间, 试验瓶中的溶液不断地由磁搅拌棒搅动。以上试验均在实验室室温条件下进行。

(二) 土壤体系

供试土壤是陕西省石灰性土壤的耕层土。其主要化学特性是: pH (水浸) 7.8, CaCO₃ 12.5%, 阳离子交换量 9.45me/100 克土, 有机质 0.37%, 有效磷 6ppm (Olsen P₂O₅)。

土壤尿素酶活性的测定: 在 25 克土壤中加入 20 毫克尿素, 均匀混合, 使含水量接近田间持水量, 在 30℃ 培育 24 小时, 然后测定土壤中残留的尿素含量。以尿素损失量作为衡量尿酶活性的强弱。供试土壤所测定的尿酶活性很低, 每公斤土每小时仅 1.4 毫克的尿素。

尿素在土壤中水解后, NH₃ 的挥发用 Stumpfe 等^[8]提出的方法测定。即在温室内用冲气装置, 把无氨空气冲入密盖的试验盆内, 使试验盆内挥发出来的 NH₃ 带入盛有酸液的吸收筒内, 气流量保持在 15—20 升/分。

由于土样较少, 我们只用少量土壤进行研究。称 80 克土放入直径为 9cm 的培养皿内, 肥料按 127 公斤 N/公顷及 140 公斤 P/公顷撒施在土壤表面上。试验设以下处理并各重复 2 次: (1) 粉状过磷酸钙; (2) 颗粒状尿素; (3) 尿素加过磷酸钙; (4) 粉状磷酸二铵。施肥后, 加水至田间持水量的 80%, 然后把培养皿放入试验盆内, 密盖好以后, 把试验盆与冲气装置联结起来, 即可开始研究 NH₃ 的挥发。试验过程中, 每天加水使土壤保持相同含水量。

从 1—6 天的不同间歇时间内, 用蒸馏法测定酸吸收的 NH₃-N。6 天末, 培养皿中的土壤用 80 毫升的水浸提 1 小时, 用抗坏血酸法测定滤液中磷的浓度。

在不通气的试验中, 仅仅用尿素加过磷酸钙或磷酸二铵处理培养皿中的土壤。在这一组试验中, 由于培养皿密盖和不通气, 所以测不出 NH₃ 的挥发。6 天末, 同样用水浸提, 测定水溶性磷的含量。

二、试验结果与讨论

在本文中,磷的吸附是磷与 CaCO_3 反应以后从溶液中消失的量。虽然 El-Zahaby^[3] 认为磷的沉淀是主要机理,但以上定义仍包括表面吸附和化合物的沉淀。

(一) CaCO_3 体系

在 $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{CaCO}_3$ 体系中,在不通气的条件下,酸吸收液中基本没有发现 NH_3 (表 1)。但在通气条件下,反应 100 小时后, NH_3 的挥发量占施入量的 31.3%。 NH_3-N 挥发量加溶液中剩留的 NH_4^+-N , 其和几乎等于加入的总氮量。而在没有通气的条件下, 100 小时后只有很少的氮损失掉,所能测得的仅 0.1%,实际损失的也只有 2—4%,其中包括反应瓶液面上空气里未被回收的 NH_3-N 。

表 1 $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{CaCO}_3$ 体系中 NH_3-N , NH_4^+-N , pH, Ca^{2+} 的浓度*

Table 1 Amount of NH_3-N , NH_4^+-N , pH and Ca concentration in the system of $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{CaCO}_3$

处理 Treatment	时间(小时) Time (hours)	NH_3-N (%)	NH_4^+-N (%)	N 的回收值 (%) N recovered	pH	Ca^{2+} (mg/L)
未通气	24	0.0	9.81	98.1	7.79	73.3
通气	24	9.3	91.3	100.6	7.61	165
未通气	72	0.1	97.0	97.1	7.96	71.0
通气	72	25.5	72.7	98.2	7.70	395
未通气	100	0.1	95.6	95.7	8.12	67.0
通气	100	31.3	68.5	99.8	7.76	482

* NH_3-N 为体系中挥发出来的被酸液吸收后的测定值; NH_4^+-N , pH, Ca^{2+} 均为反应瓶中澄清液里的测定值。

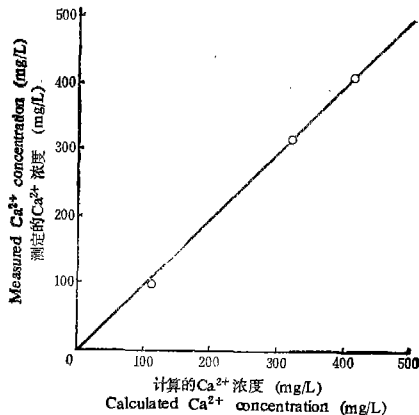


图 1 在 $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{CaCO}_3$ 体系中,根据 NH_3 挥发量所计算的 Ca^{2+} 离子浓度与实测 Ca^{2+} 离子浓度的比较

Fig. 1 A comparison of calculated Ca^{2+} concentration based on NH_3 volatilized with that actually measured in the system of $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{CaCO}_3$

pH 测定结果表明,通气的溶液 pH 比不通气的低(表 1)。这说明 NH₃ 的挥发,同时也释放出 H⁺ 离子。由于 H⁺ 与 CaCO₃ 反应,因此通气的溶液比不通气的溶液释放出更多的 Ca²⁺ 离子,这也由表 1 中 Ca²⁺ 离子浓度的变化得到证明。根据化学计算,在 pH 7—8 之间,挥发 1M 的 NH₃ 能释放出 1M 的 Ca²⁺ 离子,计算结果见图 1。由图表明,在通气与不透气之间,根据 NH₃ 挥发所计算的 Ca²⁺ 离子浓度与实际测定的 Ca²⁺ 离子浓度是非常一致的,几乎是 1:1。这就证实了以上假说的第一部分,也就是 NH₃ 的挥发产生 H⁺ 离子,从而导致溶液中 Ca²⁺ 离子浓度的增加。

在 K₂HPO₄-CaCO₃ 体系中,因没有 NH₃ 的挥发,所以也就不可能产生 H⁺ 离子和 Ca²⁺ 离子。这样通气对 CaCO₃ 吸附磷也就没有影响。这一试验结果由图 2 可证实。它与 Amer 等^[1]用磷酸-钙处理石灰性土壤后,在通气与不透气之间对磷的吸附无差异的结论是一致的。

在 DAP-CaCO₃ 体系中,在没有通气的情况下,不管溶液 pH 如何,几乎没有 NH₃ 的挥发。而在通气条件下,随着溶解 DAP 溶液(水、0.01M NaOH、1M NaOH) pH 的增加, NH₃ 的挥发也不断增加。试验 24 小时以后,在水、0.01M NaOH、1M NaOH 的 DAP-CaCO₃ 体系中, NH₃-N 的挥发量分别占加入氮量的 31%、39% 和 54%。反应液的 pH 分别为 8.4, 8.7 和 13.5。

我们在 DAP-CaCO₃ 体系中测定了 NH₃ 的挥发与溶解磷之间的关系,结果见图 3。由图 3 可见,不管是 H₂O 溶解 DAP, 还是 0.01M NaOH 或 1M NaOH 溶解 DAP, 在通气条件下,溶解磷与挥发 NH₃ 之间均呈负相关(图 3 仅仅是表明溶解磷与挥发 NH₃ 之间的关系,与时间无关,因此图中三条线不可相互比较),这进一步证实了 Amer 等的研

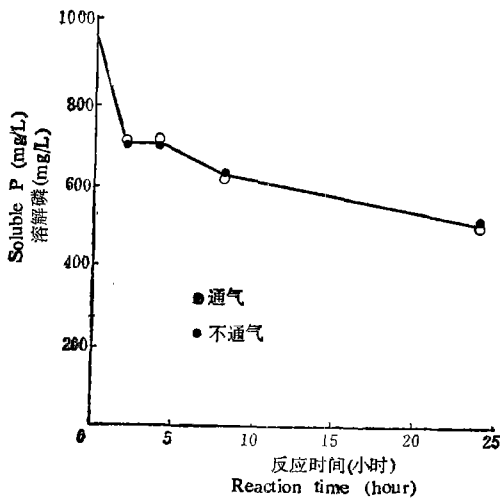


图 2 在 K₂HPO₄ + CaCO₃ 体系中通气与不透气时对 CaCO₃ 吸附磷的影响

Fig. 2 P sorption by CaCO₃ in CaCO₃ + K₂HPO₄ system with or without aeration

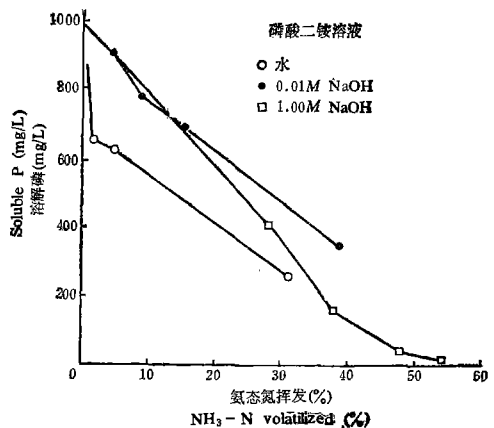


图 3 在不同的 DAP 溶液与 CaCO₃ 平衡体系中, NH₃-N 的挥发与溶液 P 之间的关系

Fig. 3 Relationship between NH₃-N volatilized and soluble P in DAP solutions equilibrated with CaCO₃

究结果。根据以上三种体系研究的结果,已可证明 NH_3 的挥发能够加强 CaCO_3 对磷的吸附。但为了进一步证明这两种过程的相互作用,又进行了以下的研究。

根据上述的假说,如果在 H^+ 未与 CaCO_3 作用之前,就把 H^+ 消除掉,那么 CaCO_3 吸附磷与通气就无关系了。以前我们试用了不含磷的不同 pH 的缓冲液,发现所有的缓冲液几乎都抑制 CaCO_3 对磷的吸附。我们改用水、0.01M NaOH 和 1M NaOH 溶液分别加入体系中,即以不同 pH 的溶液溶解 DAP, 这样可以期望通气与不通气之间 CaCO_3 吸附磷的差异会随着溶液 pH 的增加而减少,因 H^+ 离子逐渐被 OH^- 离子所中和。这个设想由磷的吸附数据所证实了(图 4)。在 DAP- CaCO_3 - H_2O 体系中,由于 OH^- 离子浓

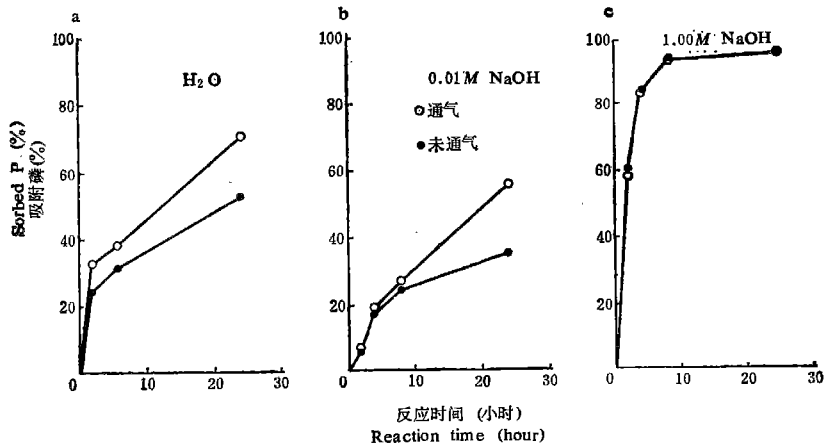


图 4 通气对 DAP 溶液中 CaCO_3 吸附 P 的影响

(DAP 溶液为 a. 水, b. 0.01M NaOH 和 c. 1.00M NaOH)

Fig. 4 P sorption by CaCO_3 in DAP solutions as influenced by aeration (the DAP solutions were prepared by a. water, b. 0.01M NaOH and c. 1.00M NaOH)

度低,因此从测定开始到最后的整个反应过程中,磷的吸附通气的总量比不通气的高,在 DAP- CaCO_3 -0.01M NaOH 体系中,因 OH^- 浓度较高,反应 8 小时之内,通气与不通气之间磷的吸附基本没有差异,只有在反应 8 小时以后,磷的吸附差异才表现出来。而在 DAP- CaCO_3 -1M NaOH 体系中,由于 OH^- 浓度更高,因此在开始测定到最后的整个反应过程,通气与不通气之间磷的吸附几乎都没有差异。在此必须说明,图 4 中的 b 图,反应 20 小时以后,通气与不通气之间磷的吸附差异据理应较 a 图小,但实际较 a 图稍大,这是由于试验误差的结果。另外,在整个反应过程中,磷的吸附在 0.01M NaOH 体系中均较 H_2O 的体系中为低。在研究过程中,我们曾重复做了几次,结果一致。对这一现象目前我们尚无足够的证据来进行解释,有待进一步研究。

许多研究者报道,施入石灰性土壤的铵盐肥料, NH_3 的挥发与铵盐中所含阴离子种类有关^[3,4,9]。他们指出,当铵盐肥料与 CaCO_3 作用,形成钙沉淀物时, NH_3 的损失量要比铵盐与 CaCO_3 作用形成非钙沉淀物时要高。在我们的研究中, NH_3 的挥发损失量, DAP- CaCO_3 体系要比 NH_4Cl - CaCO_3 体系大,这是因为前者形成了 Ca-P 沉淀物,而后者形成的 CaCl_2 非沉淀物。在 24 小时内,以上两个体系中, NH_3 的挥发量分别为 31% 和 9.3%。

NH₃ 的挥发对溶液 pH 影响的大小, 似乎也决定于是否有 CaCO₃ 吸附磷。图 5 是 NH₃ 的挥发对 DAP 及 NH₄Cl 分别与 H₂O-CaCO₃ 体系呈平衡时的溶液 pH 的影响。图中的 ΔpH 表示在给定反应时间内, 通气与不通气溶液 pH 的差异, 而溶液 pH 是代表通气时溶液 pH 测定值。当时间 ≈ 0 时, NH₄Cl 和 DAP 溶液 pH 值大致相同 (pH ≈ 7.9), 在 DAP 处理的体系中, 在通气条件下, 溶液 pH 值有所增高, 而在 NH₄Cl 处理的体系中, 则溶液 pH 值降低。对于一定量的 NH₃ 的挥发, DAP-CaCO₃ 体系总是比 NH₄Cl-CaCO₃ 体系保持较高的溶液 pH 值。另外, 我们发现 DAP 处理的体系, ΔpH 比 NH₄Cl 处理的体系要低。产生这两种结果的原因, 主要是因为 CaCO₃ 吸附磷可以缓冲由 NH₃ 的挥发所产生的酸。El-Zahabay 等(1982)曾提出, 磷酸二铵与 CaCO₃ 形成磷沉淀时, 能提高溶液 pH, 反应式如下:

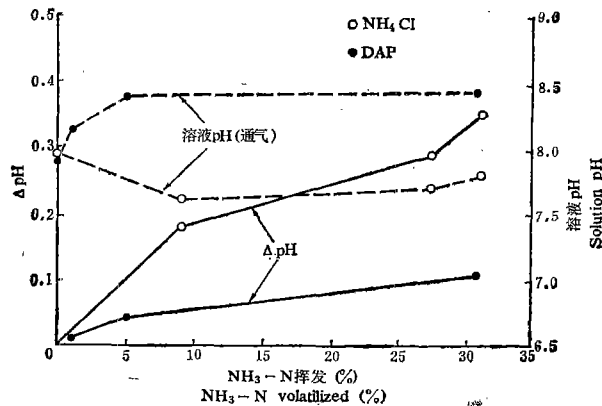


图 5 在 DAP-CaCO₃ 体系和 NH₄Cl-CaCO₃ 体系中 NH₃ 的挥发与溶液 pH 变化的关系

Fig. 5 Relationship between NH₃ volatilized and pH of DAP-CaCO₃ system and NH₄Cl-CaCO₃ system

因此, 通过 NH₃ 的挥发, H⁺ 从 NH₄⁺ 离子释放出来以后, 会被磷的沉淀过程中所产生的 OH⁻ 离子中和掉。DAP-CaCO₃ 体系中由于不断产生 OH⁻, 并不断中和体系中所释放出来的 H⁺, 所以该体系溶液 pH 是趋向增高。显然, 由于这种中和作用, 又促进了 NH₃ 的挥发, 同时又进一步加强磷的沉淀。而在 NH₄Cl-CaCO₃ 体系中, 由于没有磷的沉淀发生, 所以在整个反应过程中, 因 NH₃ 的挥发所产生的 H⁺ 没有被中和的可能, 从而使该体系溶液 pH 值逐渐降低。但是 NH₃ 的挥发对溶液 pH 值的相对影响 (ΔpH) 却比 DAP 处理的体系要大, 这由以上的解释就不难理解了。

(二) 土壤体系

用尿素、尿素加过磷酸钙、磷酸二铵处理的土壤, NH₃ 的挥发损失量见表 2。6 天后, 施尿素或尿素加过磷酸钙的土壤, NH₃ 的挥发量很小, 但施磷酸二铵的土壤, NH₃ 的挥发量要占施入氮量的 56%。本试验中, 施尿素的土壤, NH₃ 的挥发很少, 这可能是由于尿素在土壤中没有充分水解, 但更可能是由于土壤中的尿酶活性太低之故。本试验中, 尿

表 2 不同肥料表施在石灰性土壤时氮的挥发和水溶性磷含量
 Table 2 Amount of $\text{NH}_3\text{-N}$ volatilized and water-soluble P in the soil treated with surface broadcast of various fertilizer materials

肥 料	$\text{NH}_3\text{-N}$ 挥发 (%) $\text{NH}_3\text{-N}$ volatilized (%)				水溶性磷(毫克/公斤土)* Water-soluble P (mg/kg)	
	1 天 1 day	2 天 2 days	3 天 3 days	6 天 6 days	通气 Aeration	未通气 Nonaeration
SSP ¹⁾	—	—	—	—	11.4b	—
Urea ²⁾	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4d	—
SSP + Urea	0.1	0.1	0.1	0.1	11.5b	12.7b
DAP ³⁾	41.1	46.9	51.0	56.1	7.0c	58.0a

* a, b, c, d 等代表新复极差值,相同字母表示差异不显著,不同字母表示差异显著。水溶性磷是 6 天以后的测定值。

1) 代表过磷酸钙; 2) 代表尿素; 3) 代表磷酸二铵。

素水解量只有 1.4 毫克/公斤土·小时,比 Stumpe 等(1984)所用的土壤低得多。例如,他们所用 Uvalole 石灰性土壤的尿酶活性高达 28 毫克/公斤土·小时(N. K. Savant, 1984, 未发表)。另外也可能与施入的尿素较多有关,因尿素施得较多会抑制尿素水解^[10]。

在进行 NH_3 挥发的研究中,通气 6 天后,施磷酸二铵的土壤,水溶性磷的含量低于施尿素加过磷酸钙或单施过磷酸钙的土壤。而未通气的正好相反(表 2)。未通气的,即使是纯 CaCO_3 体系,也基本没有发生 NH_3 的挥发(表 1)。因此施磷酸二铵的土壤,其水溶性磷由未通气的 58.5 毫克/公斤土降低到通气的 7.0 毫克/公斤土,这就清楚地证明石灰性土壤上 NH_3 的挥发能加强 CaCO_3 对磷的吸附。这与纯 CaCO_3 体系所得到的结果是非常一致的。

根据假说,如果没有 NH_3 的挥发,那么即使通气,也不会影响 CaCO_3 对磷的吸附,表 2 证实了这点。从表 2 看出,施尿素加过磷酸钙的土壤,通气的水溶性磷与不通气的相同。不管通气与不透气,施尿素加过磷酸钙的土壤,也都基本没有 NH_3 的挥发。表 2 中另一个有趣的结果是施尿素加过磷酸钙或单施过磷酸钙的土壤在通气条件下,水溶性磷的含量相同,这是因为在通气条件下尿素加过磷酸钙没有产生 NH_3 的挥发。

三、结 论

本研究进一步验证了 El-Zahabay (1980) 指出的 CaCO_3 吸附磷酸二铵中的磷能加强石灰质体系中 DAP-N 的挥发作用,并从另一个方面证实了 NH_3 的挥发也能加强石灰质体系中 CaCO_3 对磷的吸附。因此,我们可以得出这样的结论: DAP 在石灰质体系中,存在着 NH_3 的挥发和磷的吸附两个过程,这两个过程之间存在着互相影响、互相促进的关系。为了减少 NH_3 的挥发和磷的固定,首先应采取措施减少 NH_3 的挥发。因此,我们建议 DAP 在石灰性土壤上必须进行深施,不应进行表施,同时也可伴施适量的有关抑制剂。

参 考 文 献

- [1] Amer, F., Shams, M. S., Awad, K. M. and Khalil, M. A., 1980: Immobilization of diammonium phosphate and monocalcium phosphate in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44: 1174—1178.
- [2] Bremner, J. M., 1965: Inorganic forms of nitrogen: In "Methods of Soil Analysis" (Black C. A. et al ed), part 2, Chemical and microbiological properties. *Agronomy* 9: 1179—1237. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- [3] El-Zahaby, E. M., Chien, S. H., Savant, N. K., Vlek, P. L. G. and Mokwunye, A. U., 1982: Effect of pyrophosphat on phosphate sorption and ammonium volatilization by calcareous soils treated with ammonium phosphates. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 733—740.
- [4] Fenn, L. B., and Kissel, D. E., 1973: Ammonia Volatilization from surface application of ammonium compounds on calcareous soils. 1. General theory. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 37: 855—859.
- [5] Hignett, T. P., 1979: Fertilizer manual. IFDC-R-1, International fertilizer development center, Muscle Shoals, Alabama.
- [6] Murphy, J. and Riley, J. P., 1962: A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem.*, 27: 31—36.
- [7] Papadopoulos, I., 1985: Monoammonium and diammonium phosphate and triple superphosphate as sources of P in a calcareous soil. *Fertilizer Research*, 6: 189—192.
- [8] Stumpe, J. M., Vlek, P. L. G. and Lindsay, W. L., 1984: Ammonia volatilization from urea and urea phosphate in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48: 921—927.
- [9] Terman, G. L. and Hunt, C. M., 1964: Volatilization losses of nitrogen from surface-applied fertilizers as measured by crop response. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 28: 667—672.
- [10] Vlek, P. L. G. and Carter, M. F., 1983: The effect of soil environment and fertilizer modifications on the rate of urea hydrolysis. *Soil Sci.*, 136: 56—63.

R ELATIONSHIP BETWEEN NH_3 VOLATILIZATION AND P SORPTION IN THE SYSTEMS OF DAP-CaCO_3 AND $\text{DAP-CALCAREOUS SOIL}$

Lu Dianqing

(Shaanxi Academy of Agricultural Sciences)

Jian Senxiong

(International Fertilizer Development Center U. S. A.)

Summary

In the system of $\text{NH}_4\text{Cl-CaCO}_3$, the pH of solution with aeration was lower than that without aeration, whereas the reverse was found for solution Ca^{2+} concentration. In the system of $\text{K}_2\text{HPO}_4\text{-CaCO}_3$ no significant differences in P sorption by CaCO_3 were observed between aeration and nonaeration during the entire reaction period of 24 hours. The effect of NH_3 volatilization on P sorption by CaCO_3 gradually diminished during 24 hour reaction time as solution pH increased in the system of DAP-CaCO_3 . (diammonium phosphate)

In the calcareous soil, very little NH_3 volatilization was found in the treatments of urea + SSP or urea alone. On the other hand, approximately 56% of DAP-N initially applied was lost as NH_3 from the soil after 6 days. The amount of water soluble P in the soil treated by DAP without aeration was higher than that with aeration, whereas no significant difference was observed between treatments of urea + SSP with aeration and without aeration. Furthermore, the amount of water-soluble P in the soil was about the same in the treatments with urea + SSP or with SSP alone. All these observation suggest that NH_3 volatilization, if it occurs, can enhance P sorption by CaCO_3 in calcareous soils, while the P sorption also enhance the NH_3 volatilization. Thus the NH_3 volatilization and P sorption are promoted and affected by each other.