

应用 ^{15}N 自然丰度法测定固氮植物的固氮量

III. 参比植物的选择

杜丽娟 施书莲 周克瑜 曹亚澄 孙国庆 邢光熹

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要

本文研究了应用 ^{15}N 自然丰度法测定所选用的参比植物(夏季和越冬草本豆科植物和灌木豆科植物)的固氮百分率。结果表明,参比植物选择的合适与否,对 ^{15}N 自然丰度法尤为重要。选择的参比植物不合适,不仅有可能使计算出的固氮百分率偏高或偏低,甚至会得出极不合理的数值,这也说明该法既有其独特的优点,但亦有相当大的局限性。

关键词 参比植物; ^{15}N 自然丰度; 固氮百分率

同位素示踪法的优点在于可以区别植物的氮源是来自肥料或是土壤氮。对于豆科植物来说,一个氮源来自空气中固定的氮,因此需要参比植物(非固氮植物)来确定土壤氮的数量。许多研究者^[1,2]寻找不结瘤的豆科植物作参比植物,但也有研究者认为不结瘤植株吸收氮的特性和结瘤的植株不同,将它作为参比植物是不可靠的,而且不结瘤植物难以觅取,所以许多作者^[3,4]采用非豆科植物作为参比植物,由于豆科固氮植物种类繁多,因此选择什么类型的植物作为参比植物已成为应用 ^{15}N 自然丰度法测定豆科植物固氮量的关键问题。应用 ^{15}N 自然丰度方法评估豆科植物固氮量时需选择合适的非豆科参比植物,其选用标准通常是用富集 ^{15}N 示踪剂进行参比试验,选择与豆科植物利用肥料氮(^{15}N)的比例较一致的植物^[2],而我们是直接选用多种参比植物,通过计算结果的合理性来评定所搭配的参比植物的合理性,虽然工作量大,但较为可靠。为此,我们围绕着如何选择参比植物进行了一些研究,结果报告如下。

1 供试植物和方法

1.1 供试参比植物 分夏季草本植物、越冬草本植物和灌木参比植物。在进行豆科植物盆栽试验相同条件下进行参比植物盆栽试验,具体方法见前文^[5]。

1.2 测定方法 全氮测定用凯氏半微量法。 $\delta^{15}\text{N}$ 值用 MAT-251 精密同位素质谱计测定,仪器测量精度为 0.01‰,样品重复偏差为 $\pm 0.3\delta^{15}\text{N}$ 值,方法细节见曹亚澄等的研究报告^[6]。

2 结果和讨论

2.1 测定夏季草本豆科植物固氮百分率的参比植物

试参比植物有苏丹草、抓根草、牛鞭草、狗尾草和绞股兰。

表1 参比植物的含氮量和 $\delta^{15}\text{N}$ 值

参比植物	地上部		地下部	
	全氮 (g/kg)	$\delta^{15}\text{N}$	全氮 (g/kg)	$\delta^{15}\text{N}$
苏丹草	6.2±0.2	-0.19	6.9	-0.03
抓根草	8.9±2.5	+0.09	6.5	-0.71
牛鞭草	4.0±0.2	+0.04	5.8	-0.09
狗尾草	0.83	-0.20	-	-
绞股兰	17.4	-0.02	18.9	-0.05

前文^[5]曾报道过用表1中的参比植物测定了印度豇豆等7种豆科植物的固氮百分率其平均值分别为48.9±5.1、84.0±1.6、66.3±2.5、48.9±3.6、49.8±0.39、72.6±1.8和67.9±1.8%，5种参比植物测得的各豆科植物固氮百分率的标准差较小，在0.4—5.1之间，但是同一种固氮植物用同一种参比植物计算的试验重复之间的标准差较大，最低为±4.0，最高为±15.7。Shearer等^[9]报道过，用 ^{15}N 自然丰度法计算固氮植物百分率时，相对偏差在5—10%之间，最高可达19%，说明以上5种非豆科植物作为参比植物是合适的。

2.2 测定越冬草本豆科固氮植物固氮百分率的参比植物

表2 不同参比植物的全氮含量和 $\delta^{15}\text{N}$ 值

参比植物	全氮(g/kg)	$\delta^{15}\text{N}$
扁穗雀麦	11.8±0.3	-0.31±0.3
燕 麦	9.9±0.5	-0.16±0.3
黑 麦 草	10.0±0.5	-0.28±0.0
法拉期草	11.8±0.5	-0.32±0.3

用表2所列参比植物计算了蚕豆、紫云英、苏箭3号、苕子、圆苜蓿和紫花苜蓿的固氮百分率，其值分别为78.0±1.8、75.2±1.3、75.3±1.9、107.9±0.9、183.5±5.3和65.3±1.4%，它们的标准差均较小，在0.9—5.3%之间。苕子和圆苜蓿的固氮百分率极不合理，分别达107.9和183.5%，表明以上4种非豆科植物(表2)作为它们的参比植物是不合适的，另外也可能与该两种豆科植物砂培植株的 $\delta^{15}\text{N}$ 值比土培植株 $\delta^{15}\text{N}$ 值高有关。除苕子和圆苜蓿外，以上4种非豆科植物作为蚕豆、紫云英、苏箭3号和紫花苜蓿的参比植物是合适的，表明它们吸收土壤氮的比例基本相同。

2.3 测定灌木豆科植物固氮百分率的参比植物

江西大叶胡枝子、江西小叶胡枝子、浙江大叶胡枝子、树豌豆、多花木兰和马棘是红壤荒山丘陵地区生长较好的植物。特别是胡枝子，它是浅根性的小灌木，具耐瘦、耐旱、耐酸和防荫能力。这些豆科植物用什么参比植物来测定他们的固氮量至今没有人研究过，我们选用黄栀子、火棘、木荷、喜树和重阳木为参比植物计算了胡枝子等几种灌木豆科植物的固氮百分率以便更好地了解它们在土壤氮素肥力中的作用。

一般来说，土壤氮和大气氮的 $\delta^{15}\text{N}$ 值之差约为6—9 $\delta^{15}\text{N}$ 值^[7]，固氮植物和非固氮植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值之差约为3—5 $\delta^{15}\text{N}$ 值^[8]。本文中选用的非固氮植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值列于表1。结果表明，供试参比植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值大大地低于上述结果，而本试验中所选用的土壤的 $\delta^{15}\text{N}$ 值为+6.32，以土壤氮为主要氮源的参比植物理应有较高的 $\delta^{15}\text{N}$ 值，这可能是由于试验中浇灌的是自来水，参比植物从水中得到了一部分氮素给源所致。

供试的越冬豆科植物有蚕豆、紫云英、苏箭3号、苕子、圆苜蓿和紫花苜蓿。参比植物有扁穗雀麦、燕麦、黑麦草和法拉期草。

表2列出了参比植物的全氮含量和 $\delta^{15}\text{N}$ 值，由表2可见，以土壤氮为氮源的参比植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值在-0.16—-0.32之间，比应有的值要低得多，其原因已在前面阐述过。

表3 不同参比植物的全氮含量和 $\delta^{15}\text{N}$ 值

参比植物	全氮(g/kg)	$\delta^{15}\text{N}$
重阳木	10.0±2.4	+2.71
喜 树	8.8±0.6	+3.33
火 棘	7.8±0.5	+13.55
黄 梔 子	11.6±0.8	+3.45
木 荷	12.5±1.5	-0.43

表3列出了几种参比植物的全氮含量和 $\delta^{15}\text{N}$ 值, 结果表明, 供试的植物吸收土壤氮的能力比草本豆科植物强, 除木荷外, 它们的 $\delta^{15}\text{N}$ 均为正值。

结果表明, 用火棘作为参比植物计算的固氮百分率的数值偏高; 而用木荷计算的各种豆科植物固氮百分率的结果又偏低, 是否与这两种参比植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值过高(+13.55)或过低(-0.45)有关, 需进一步研究。

用重阳木、喜树和黄梔子测定的各豆科植物的固氮百分率分别为 76.5 ± 1.1 、 85.8 ± 0.8 、 77.4 ± 1.2 、 78.2 ± 1.5 、 90.8 ± 0.5 和 121.2 ± 2.0 , 它们的标准差都较低, 表明该三种非豆科植物作为参比植物是合适的, 它们与豆科植物一样, 吸收了相同比例的土壤氮。多花木兰的固氮百分率高达 121.2 ± 2.0 是不合理的, 说明 5 种非豆科植物作为它的参比植物是不合适的。

综上所述, 重阳木、喜树和黄梔子作为灌木豆科植物的参比植物是合适的, 参比植物选择的合适与否对 ^{15}N 自然丰度法尤为重要。参比植物不合适不仅有可使固氮百分率偏高或偏低的差错, 甚至会得出极不合理的数值。

综上所述, 重阳木、喜树和黄梔子作为灌木豆科植物的参比植物是合适的, 参比植物选择的合适与否对 ^{15}N 自然丰度法尤为重要。参比植物不合适不仅有可使固氮百分率偏高或偏低的差错, 甚至会得出极不合理的数值。

参 考 文 献

- [1] Yoneyama. T. et al., Soil Sci. plant nutr., 1986, 32: 443-449.
- [2] Yoneyama. T., 14th interantional congress of soil science, Kyoto, 1990, 4: 126-130.
- [3] George. H. wagner and felipe zapata, Agronomy journal. 1988, 74: 607-612.
- [4] Rennie. R. T, Can. J. Bot, 1982, 60: 856-861.
- [5] 曹亚澄、施书莲、杜丽娟、周克瑜、孙国庆、邢光熹, 应用 $\delta^{15}\text{N}$ 自然丰度法测定固氮植物固氮量. I. 草本豆科固氮植物固氮量的测定, 土壤学报, 1995, 32(增刊 2): 217-225.
- [6] 曹亚澄、孙国庆、施书莲, 土壤中不同含氮组分的 $\delta^{15}\text{N}$ 值质谱测定法, 土壤学报, 1993, 24: 87-90.
- [7] Amarger. N. A et al., Plant and soil, 1979, 52: 269-280.
- [8] Rennie. D. A et al., Can. J. Soil. Sci, 1976, 56: 43-50.
- [9] Shearer. G., et al., plant physiol., 1980, 66: 57-60.