

蔬菜无土栽培技术研究第三报

王东凯 于广建 奥岩松

(东北农学院园艺系·哈尔滨)

目前无土栽培在我国应用,无论在生产实践中还是在科研领域已经取得了可喜的进展。但无土栽培也存在一个不可忽视的问题,即营养液所用N源多为 $\text{NO}_3\text{—N}$,易造成 $\text{NO}_3\text{—N}$ 在蔬菜体内的累积,如果累积过多,摄入人体后将在人体内转化为亚硝酸盐危害人体健康。本实验的目的就是在保证产量的前提下如何使叶菜体内的 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量控制在一定标准,使不致危害人体健康,即选择适宜的N素形态最佳配比。

材料与方 法

本试验于1989年10月~12月在东北农学院园艺实验站进行。

试验品种:菠菜、莴苣。

营养液配制:采用化学药剂及农用尿素。

栽培方法及营养液管理:每株用 $8\times 8\text{cm}$ 营养钵种植,株行距 $10\times 10\text{cm}$,每小区面积为 0.6M^2 ,小区株数50株,小区间隔离,以随营养液相互影响。苗期以 $1/4$ 标准浓度供液,三片真叶时以 $1/2$ 标准浓度供液,五叶期以后以标准浓度供液。根据温度和天气情况决定3—5天供液一次,均匀地喷灌,每

次每小区供液5升。

试验设计均采用三因素两水平的回归正交设计,如表1、表2。

结 果 与 分 析

一、不同形态N素的浓度与菠菜、莴苣产量的形成:对菠菜和莴苣各区产量进行一次回归正交分析,结果如表3。

菠菜和莴苣产量与因素关系的回归方程分别如下:

$$\begin{aligned}\hat{Y} = & 6.39 + 0.1825x_1 - 1.0375x_2 \\ & - 0.35x_3 + 0.4525x_1x_2 \\ & + 0.41x_1x_3 - 0.285x_2x_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 2.531 + 0.188x_1 - 0.198x_2 \\ & - 0.195x_3 + 0.106x_1x_2 \\ & + 0.269x_1x_3 + 0.667x_2x_3\end{aligned}$$

从这两个方程可看出比较一致的规律,即营养液 $\text{NO}_3\text{—N}$ 肥与产量呈正相关,而酰胺态N肥与铵态N肥与产量呈负相关关系,从方程中系数大小看,这种负相关关系对于菠菜较明显,对莴苣不明显。而从因素间的交互作用分析,看出,除了酰胺—N与 $\text{NH}_4\text{—}$

N 互作对菠菜产量具有较小的负作用外，其它的因素间的互作用对菠菜、莴苣的产量形成均具有较明显的促进作用，尤其对莴苣的表现明显，这种促进作用从方程中看出已大大超过了单因素的负作用对产量的影响，所以在营养液配制过程中，选择 $\text{NO}_3\text{—N}$ 和 $\text{NH}_4\text{—N}$ ，同时适量加入酰胺—N肥，比较有利于产量形成。

从表 3 看，菠菜获得最高产量的最佳 N 肥配比 $\text{NO}_3\text{—N}$ 、酰胺态—N 和 $\text{NH}_4\text{—N}$ 分别为 6me/1, 0。其次还有如下两个配比 8me/1, 4me/1、0.45me/1 和 10me/1、0、0.9me/1 也比较适宜。

从不同形态 N 素的浓度与莴苣产量形成的结果看，莴苣得到最高产量的最佳 N 素配 $\text{NO}_3\text{—N}$ 、酰胺—N、 $\text{NH}_4\text{—N}$ 也是 6me/1, 0, 0；其次 8me/1、4me/1、0.45me/1 和 10me/1、0、0 也是适宜的两个配比。

由此看出菠菜和莴苣对营养液 N 素可选择同一配比或比较接近。为促进生长和补充 N 肥，可以酰胺—N 肥进行补充 N 源。

二、不同形态 N 素浓度与菠菜、莴苣体内硝态 N 含量的关系：由于叶菜主要食用部位是叶，所以在采收期进行了菠菜、莴苣叶片的 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量测定，并建立了三因素与 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量的回归方程如下：

$$\begin{aligned}\hat{y} &= 3541.27 + 299.825x_1 + 245.375x_2 \\ &\quad - 190.375x_3 - 343.125x_1x_2 \\ &\quad + 399.125x_1x_3 + 282.125x_2x_3 \\ \hat{y} &= 2794.18 + 223x_1 + 256x_2 - 146.5x_3 \\ &\quad - 14.5x_1x_2 + 152x_1x_3 - 77x_2x_3\end{aligned}$$

从方程中看出， $\text{NO}_3\text{—N}$ 与酰胺—N 肥均与体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量呈正相关，但二者互作，却明显地抑制了 $\text{NO}_3\text{—N}$ 在体内的累积，尤其在第一个方程中，其抑制作用都分别大于二者单因素的体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 累积作用。

从不同形态氮的浓度与莴苣和菠菜收获期体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量看，体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量在采收期已达到较高水平，如果按国际卫生组

织制定的限量标准（ $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量不得超过 3600ppm），同时协调产量，只有第 8 小区符合要求，因此对于菠菜，是属于容易富集 $\text{NO}_3\text{—N}$ 叶菜，营养液供 N 量应控制在最低浓度即降低全 N 浓度，尤其降低 $\text{NO}_3\text{—N}$ 的浓度，酰胺态—N 也适当降低而莴苣采收期体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量均未超过限量标准，所以选择三种 N 素最佳配比不会影响其品质。

三、菠菜、莴苣体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量的时期变化：分别选择五个时期，测定体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 的含量以前四区为例，其结果如图 1、2。

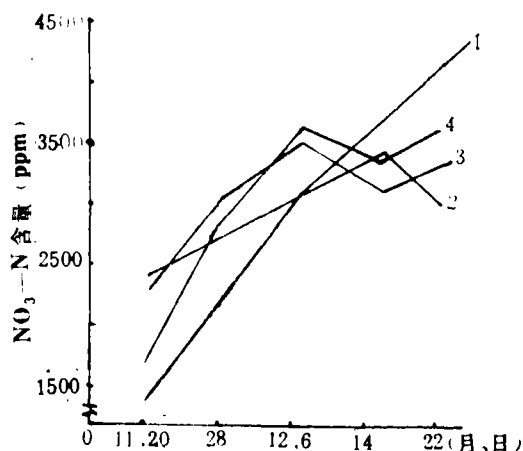


图 1 菠菜体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 变化

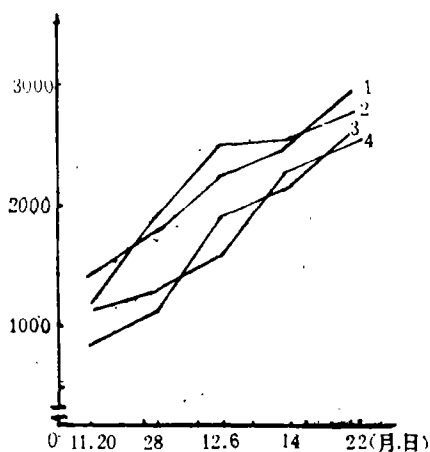


图 2 莴苣体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 变化

从图中看出，莴苣、菠菜的体内 $\text{NO}_3\text{—N}$ 含量变化趋势基本相同，均是前期体内

表 1 实 验 I、II 因 素 水 平 单位, me/l

因 素	NO ₃ -N	酰胺态 N	NH ₄ -N
-1	6	0	0
0	8	4	0.45
+1	10	8	9

表 2 试验方案设计 (实验 II、III)

实 验 号	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	-1	1	-1	-1
3	1	1	-1	1	-1	1	-1
4	1	1	-1	-1	-1	-1	1
5	1	-1	1	1	-1	-1	1
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1
7	1	-1	-1	1	1	-1	-1
8	1	-1	-1	-1	1	1	1
9	1	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0

表 3 实验 II、不同形态 N 素的浓度与菠菜产量形成 单位: 斤/m²

实 验 号	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₃	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	Y*	\hat{Y}
1	1	1	1	1	1	1	1	5.56	5.76
2	1	1	1	-1	1	-1	-1	5.87	6.21
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	7.16	7.51
4	1	1	-1	-1	-1	-1	1	6.61	6.82
5	1	-1	1	1	-1	-1	1	3.33	3.68
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	5.56	5.77
7	1	-1	-1	1	1	-1	-1	7.02	7.22
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	7.83	8.17
9	1	0	0	0	0	0	0	7.36	6.39
10	1	0	0	0	0	0	0	7.14	6.39
11	1	0	0	0	0	0	0	6.86	6.39

NO₃-N 含量最低, 然后随着生长期的增加, NO₃-N 含量也逐渐增加, 中间波动不明显。从两个图中比较, 前者 NO₃-N 累积速度大于后者, 说明菠菜富集 NO₃ 盐的能力比莴苣强。

结 论

1. 在三种 N 素形态中, NO₃-N 肥对菠菜, 莴苣产量均呈正相关关系, NO₃-N 与酰胺-N 的交互作用与产量也呈正相关关

系, 所以酰胺-N 对菠菜, 莴苣的产量无明显影响。

2. 采收期菠菜和莴苣叶片内 NO₃-N 含量与 NO₃-N、酰胺-N 肥均呈正相关关系, 而其交互作用均对 NO₃-N 在叶菜体内累积有抑制作用, 为此, 可配合施入酰胺-N 肥, 以减少 NO₃-N 在叶菜体内累积。

3. 最适于菠菜, 莴苣生长的 N 素为 NO₃-N 6me/l, 其次 NO₃-N 酰胺-N 和 NH₄-N 的比例依次为 8me/l、4me/l、0.45me/l。