

# 土壤肥力状况对莴笋光合特性 及产量影响的研究\*

曾 希 柏

(中国农业科学院山区研究室, 北京 100081)

谢德体 青长乐 侯光炯

(西南农业大学资源环境学院, 重庆 630716)

## EFFECT OF SOIL FERTILITY ON PHOTOSYNTHETIC CHARACTERISTICS AND YIELD OF LETTUCE

Zeng Xi-bo

(Upland Research Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Xie De-ti Qing Chang-le Hou Guang-jiong

(College of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing 630716)

**关键词** 土壤肥力, 莴笋, 光合特性, 产量, 作物营养状况

土壤肥力状况对作物产量、品质及营养状况影响的研究迄今已有不少<sup>[1-4]</sup>,但对作物光合特性影响的研究则不多,对其相互联系方面的探讨则几乎没有<sup>[5]</sup>。本文研究了三种肥力紫色土对莴笋产量的效应、光合特性以及莴笋营养状况等的影响,以期通过研究,探明其相互间的关系和联系,同时也为作物高产、优质、高效施肥等提供更为有效的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土壤

试验采用由侏罗系沙溪庙组紫色母岩发育的三种中性紫色土,三种土壤均采自重庆市北碚区,其基本性质见表 1。

### 1.2 供试作物

选用重庆地区大众蔬菜莴笋(*Lactuca sativa* Var. *angustana* Irish.),品种为大白甲,其幼苗购自重庆

\* 本文为第一作者在侯光炯院士、青长乐教授、谢德体教授指导下完成的博士学位论文的一部分。

收稿日期: 1996-11-14; 收到修改稿日期: 1997-06-13

市北碚歇马蔬菜苗圃园,移栽时约5叶龄。

表1 供试三种紫色土的理化性质

土壤 类型	pH (水浸)	O.M.	全 量			速 效			CEC (cmol(+)/kg)	粘粒 <sup>1)</sup> 含量 (g/kg)	肥力 状况	质地 <sup>1)</sup> 名称
			N (g/kg)	P	K	N (mg/kg)	P	K				
石骨子土	7.26	6.95	0.723	0.687	29.82	49.7	1.6	62.4	21.2	36.2	低	轻壤
沙 土	6.94	11.44	0.795	0.889	24.52	63.2	2.4	61.1	22.6	72.6	较低	中壤
大眼泥土	6.46	16.49	1.030	0.846	27.54	94.7	11.9	105.8	26.7	125.4	高	重壤

1) 粘粒系指 $<1\mu\text{m}$ 土粒, 质地按卡庆斯基制查得。

### 1.3 试验设计

试验采用 $\phi 16 \times 12\text{cm}$ 塑料米氏盆, 每盆分别装已过3mm筛的上述三种风干土2.1kg, 并在莴笋幼苗移栽前一星期按每盆施纯 $\text{N}0.24\text{g}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 0.22\text{g}$ ,  $\text{K}_2\text{O} 0.12\text{g}$  施入尿素、过磷酸钙和硫酸钾化肥。试验重复五次, 每盆定苗三株, 随机排列。从1996年3月17日开始处理, 至4月20日时选择其中长势一致的二次重复, 在室内通过调节光照, 直接用活体植株测定不同光照强度下的光合速率, 同时测定相应的光照强度、叶片叶绿素含量等<sup>[6,7]</sup>, 并通过有关计算, 求得其光饱和点和光补偿点等。至5月6日按处理分别收割, 将莴笋植株 $105^\circ\text{C}$ 杀酶15分钟,  $60^\circ\text{C}$ 烘干后测产, 并取部分样品作为养分测定之用。

### 1.4 分析方法

(1) 植株氮磷钾的测定 参照中国土壤学会农业化学专业委员会编《土壤农业化学常规分析方法》<sup>[8]</sup>进行。

#### (2) 植株光合特性等的测定

叶绿素含量: 用经与丙酮—乙醇浸提法<sup>[6,9]</sup>比较后的日本产 Minolta SPAD-502 袖珍式叶绿素测定仪在活体植株叶片上直接测定。

光合速率: 用北京分析仪器厂生产的 HG-305型光合测定仪, 选择生长适中的莴笋植株, 采用开放式气路测定通过叶室后 $\text{CO}_2$ 浓度的变化, 直接在处理状态下选择最上部的完全叶测定, 并同时测定相应的光照强度和温度, 然后根据有关方法计算出净光合速率 $\text{Pn}$ <sup>[6]</sup>。

光饱和点与光补偿点: 将莴笋植株连同盆钵一起移入室内, 然后根据上述测定光合速率的方法, 用碘钨灯和日光灯混合光源, 通过遮光和调节叶室与光源距离等办法控制光强, 然后直接用活体叶片测定不同光强下的光合速率, 测定时光照强度的变化范围为 $30 \sim 900\mu\text{mol} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。测定结束后, 根据张振贤等<sup>[7,10]</sup>的方法, 求出光照强度与光合速率二者的关系式, 并应用所求得的关系式计算其光饱和点和光补偿点。

## 2 结果与讨论

### 2.1 土壤肥力状况与莴笋的光合特性:

从表2结果可以看出: 在不同生长时间、不同光照强度下的三次测定的结果, 虽然三种土壤中莴笋光合速率的变化趋势大致相同, 但是, 它们随光照增强而上升的幅度, 显然是大眼泥土 $>$ 沙土 $>$ 石骨子土, 且无论是在哪种光照强度和测定时间下, 莴笋的光合速率均是以大眼泥土 $>$ 沙土 $>$ 石骨子土。这种结果表明: 土壤肥力的高低影响植物的营养

表2 三种紫色土中莴笋的光合速率 ( $\text{CO}_2 \text{ mg}/\text{dm}^2 \cdot \text{h}$ )

测定时间	测定时光强 <sup>1)</sup>	石骨子土	沙 土	大眼泥土
1995.4.11	340	19.0	23.2	25.8
1995.4.18	290	16.3	19.2	23.6
1995.4.24	900	20.8	25.4	29.0

1) 单位为  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ .

状况和水平, 因此, 也对其光合作用和生长产生了相应的影响。对肥力高的大眼泥土来说, 由于其养分供应充足, 满足不同光照条件下植物生长需要的能力就强, 植物的光合速率就会随着光照的增强而增大, 直至达到其光饱和点。相反, 对肥力低的石骨子土, 因养分供应不足, 当光照增强时, 其养分的供应就难以满足植物(莴笋)光合速率增加的相应需要, 从而阻碍了光合速度的正常提高, 莴笋光合速率随光照增强而上升的幅度就小, 且在光照不很强的情况下, 就因光肥关系失调而导致植物光合速率不再继续增加或其增加幅度很小。

在自然光照条件下三种不同肥力土壤中生长一个月左右的莴笋, 用活体植株测定所得的光饱和和曲线见图 1。

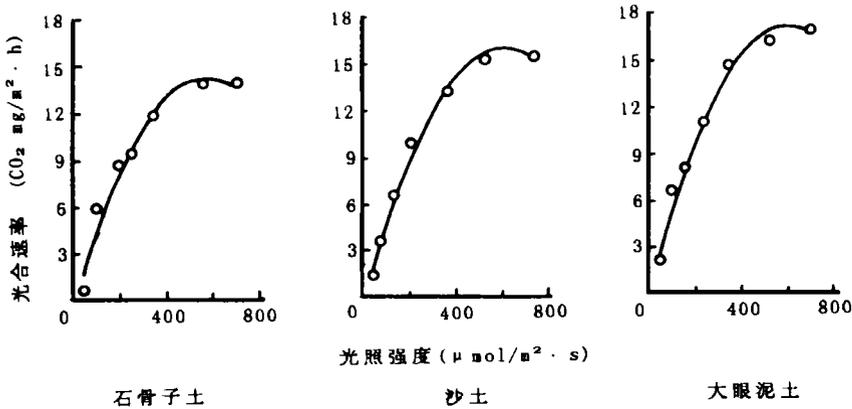


图1 三种紫色土中莴笋的光饱和曲线

由图 1 可以看出: 在三种土壤中生长的莴笋, 其光饱和曲线是具有一定差异的。石骨子土中莴笋的光饱和曲线较为平缓, 光合速率随光照增强而上升的幅度小, 所能达到的最大光合速率亦明显较低; 而大眼泥土中莴笋的光饱和曲线, 莴笋光合速率随光照增强而上

表3 三种紫色土中莴笋的光合特性比较

土壤名称	光饱和点	光补偿点	叶绿素含量 ( $\text{mg}/\text{dm}^2$ )	光合速率	最大光合速率 <sup>1)</sup>
	( $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )			( $\text{CO}_2 \text{ mg}/\text{dm}^2 \cdot \text{h}$ )	
石骨子土	591	17.5	2.02	12.45	14.25
沙 土	615	16.0	2.18	13.91	15.91
大眼泥土	626	17.0	2.16	15.37	17.01

1) 光合速率为在  $20^\circ\text{C}$ 、 $360 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  光照下测定值, 最大光合速率则系根据模拟方程推算值。

升的幅度明显较大,所能达到的最大光合速率亦较高。根据测定结果,可以求出在三种土壤中生长的莴笋的有关光合特性,其结果如表 3 所示。

由表 3 可以看出,上述三种肥力具有一定差异的紫色土中,莴笋的光补偿点差异不大,但光饱和点则有随土壤肥力的增强而上升的趋势,其中,在沙土中达  $615\mu\text{mol} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,较石骨子土上升了  $24\mu\text{mol} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,而在大眼泥土中则又较沙土上升了  $11\mu\text{mol} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,达到  $626\mu\text{mol} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。亦即在肥力高、养分供应能力强的大眼泥土中,莴笋的光饱和点最高,而在肥力低、养分供应能力弱的石骨子土中,莴笋的光饱和点最低。三种土壤中莴笋叶片的叶绿素含量,亦以在石骨子土中最低,而在沙土和大眼泥土中则差异不大。在相同条件下所测得的莴笋的光合速率以及通过模拟曲线所求得的最大光合速率,三种土壤中均有较大差别,且均以大眼泥土 > 沙土 > 石骨子土。沙土中莴笋叶片的叶绿素含量虽然稍高于大眼泥土,但其光合速率却较在大眼泥土中低,这主要是由于莴笋在这二种土壤中处理一段时间后,其生长势已经出现较明显的差异,功能叶片的大小、甚至生长时期等均明显不同所致。

## 2.2 土壤肥力状况与莴笋产量变化

将表 4 中的产量结果进行统计分析,其结果为:三种土壤之间的莴笋产量具有极显著

表4 三种紫色土中莴笋产量比较 (g/pot)

土 壤	I	II	III	IV	V	平 均
石骨子土	4.11	4.52	4.89	4.06	4.73	4.46
沙 土	11.55	12.68	13.11	11.98	11.63	12.19
大眼泥土	18.81	19.23	20.33	19.51	20.16	19.61

差异,表明土壤肥力的差异,对作物产量的影响大。这种变化实际上是与莴笋光合特性的变化结果是一致的。即在肥力高、养分供应充足的大眼泥土中,莴笋的光合速率明显较快,且对强光的利用能力相对较强,因此,其产量也高;而在肥力低、养分供应能力弱的石骨子土中,莴笋的光合速率明显较慢,对强光的利用能力也相对较弱,因此,其产量也要低得多。可见,在低肥力的石骨子土中,由于作物对光和肥的需要难达到高水平的平衡,所以产量低,其增产的潜力主要在于改良、培肥土壤,并同时采取适当密植和选择耐瘠作物等措施;而在肥力较高的大眼泥土上,则应适当选择需光需肥更强的高产作物,才能充分发挥土壤肥力与光照的潜力。

## 2.3 土壤肥力高低与莴笋的营养状况

从表 5 可以看出:三种土壤中莴笋对氮、磷、钾的吸收总量,均以石骨子土 < 沙土 < 大眼泥土。其中,在大眼泥土中吸收的氮量为石骨子土的 3.10 倍,为沙土的 1.48 倍;吸收的

表5 三种紫色土中莴笋的养分吸收利用状况

土壤名称	氮		磷		钾	
	含 量 (g/ kg)	吸收总量 (mg/ pot)	含 量 (g/ kg)	吸收总量 (mg/ pot)	含 量 (g/ kg)	吸收总量 (mg/ pot)
石骨子土	26.02	116.0	1.69	7.54	26.06	116.2
沙 土	20.01	243.9	1.88	22.92	21.77	265.4
大眼泥土	18.35	359.8	2.21	43.34	15.79	309.6

磷量为石骨子土的 5.75 倍,为沙土的 1.89 倍;吸收的钾量为石骨子土的 2.66 倍,为沙土的 1.17 倍;说明同等条件下,肥力高、养分供应能力强的土壤与肥力低、养分供应能力弱的土壤比较,莴笋所吸收的养分量在前者明显高得多,亦即土壤肥力的高低,在某种条件下,对作物的养分吸收是起决定作用的。

三种土壤中莴笋收割时的养分含量比较,氮和钾的含量均为石骨子土 > 沙土 > 大眼泥土;而磷的含量则是以大眼泥土 > 沙土 > 石骨子土,这种结果一方面说明由于莴笋在石骨子土中生长差、产量低,因而产生了养分的浓缩效应;另一方面亦说明石骨子土对磷的固定能力较强,磷肥的利用率可能很低,从而导致磷的供应可能成了莴笋生长的首要的限制因素,其具体原因尚有待于作进一步的探讨。

致谢: 试验中得到了魏朝富副研究员的帮助,特此致谢!

### 参 考 文 献

1. 何念祖, 孟赐福编著. 植物营养原理, 上海科学技术出版社, 1987
2. 林葆. 充分发挥我国肥料的增产效果, 见: 中国土壤学会编, 中国土壤科学的现状与展望. 江苏科学技术出版社, 1991, 29~36
3. 史瑞和编著. 植物营养原理. 江苏科学技术出版社, 1989. 213
4. 山岸顺子, 卫藤邦男, 石井龙一ら. イネにおける培地窒素条件の変化に伴う地上部 / 地下部比の变动と体内窒素の関係. 日作纪, 1989, 58(别号 1): 88—89
5. Zagal E. Influence of light intensity on the distribution of carbon and consequent effects on mineralization of soil nitrogen in barley (*Hordeum vulgare* L.) soil system. Plant and Soil, 1994, 160(1): 21~31
6. 上海植物生理学会主编. 植物生理学实验手册. 上海科学技术出版社, 1985
7. 张振贤, 陈利平, 刘连航等. 几个环境因子影响下的大白菜群体光合速率(简报). 植物生理学通讯, 1995. 31(2): 105~107
8. 中国土壤学会农业化学专业委员会编. 土壤农业化学常规分析方法. 科学出版社, 1989
9. (日)村田吉男. 植物体内氮素的生理学反应. 见: 作物营养生理. 北京: 科学出版社, 1979
10. 张振贤, 郑国生, 赵德婉. 大白菜光合作用特性的研究. 园艺学报, 1993, 20(1): 38~44