

土壤发生分类、香港郊野公园土壤的合理利用, 香港海湾滩地的变迁, (广东高要) 土地规划空间决策支持系统, 还有一些涉及印尼土地利用的研究; (2) 生物土壤 主要是服务于林木生长、菜地农业的土壤研究, 如香港郊野土壤的发生与植物生长, 香港的蔬菜农业, 香港树木木材和树叶重金属化学组成, 搭建帐篷对植物和土壤的影响等; (3) 城市土壤 香港作为一个大城市, 有许多特点, 在研究城市土壤时充分注意了这一点, 如体育场草皮土壤及其管理, 行道树土壤, 土壤污染以及土壤与环境等。

从1997年在墨西哥阿卡波尔召开的15届国际土壤学会开始, 在ISSS之下成立了城市土壤(urban soils)工作组。1997在美国洛杉矶召开的89届美国农学会, 作物学会和土壤学会年会上美国农部和康乃尔大学提交了一批城市土壤论文, 主要是公园土壤和城市土壤污染, 宾夕法尼亚大学用红外光谱研究城市化进程。美国农部还将于今年9月组织一次世界性的城市土壤会议。看来, 城市土壤研究是今后土壤学的一个研究方向。香港土壤学家的工作虽然可以划分为上述三个方面, 其中有一些土壤发生分类和土壤微形态方面的基础工作, 但其中心围绕城市土壤。他们的工作得到了政府, 学校和一些基金的支持, 并取得了显著成绩。香港城市土壤的研究服务于经济发展的需要, 又拓展了土壤学研究的内容。当今土壤科学的研究内容越来越综合, 服务对象越来越广泛。我国经过多年的各类土壤调查, 对各省(市)的土壤资源有了比较好的了解, 但在改革开放的今天, 城市化进程不断加快, 一些大城市, 特别是像北京、上海、广州和南京等大城市, 如能围绕城市土壤进一步作一些工作, 必将有利于城市的建设和土壤工作的深入。

(上接第146页)

小麦对铵、硝态氮的相对吸收量取决于介质pH和生育期。在铵、硝态氮等量共存条件下, pH较低有利于硝态氮的吸收, 但随生育期延长对铵态氮的吸收比例增大; pH较高有利于铵态氮的吸收, 但随生育期延长对铵态氮的吸收比例呈下降趋势。pH6.5时, 小麦基本等量吸收铵态氮和硝态氮。

#### 参 考 文 献

- 1 何念祖, 孟赐福编著. 植物营养. 上海科技出版社, 1987, 59-124
- 2 Barber S A. Soil nutrient bioavailability. New York, John Wiley & Sons Inc., 1984, 67-189
- 3 吴文彬, 刘芷宇. 不同作物根际土壤的pH状况与氮肥形态的关系. 土壤, 1985, 17(3): 150
- 4 Hageman R H. Ammonium versus nitrate nutrition of higher plants. In: Hauck R D(ed), Nitrogen in crop production, Madison, Wisconsin, ASA-CSSA-SSSA, 1984, 67-85
- 5 Haynes R J. Uptake and assimilation of mineral nitrogen by plants. In: Haynes (ed), Mineral nitrogen in the plant-soil system, Lincoln, Canterbury (New Zealand), Academic Press Inc., 1986, 303-353.
- 6 Mengel K and Kirkby E A. Principles of plant nutrition (4th edition). Worblaufen-Bern, International Potash Institute, 1988, 40-200
- 7 Vessey J K, Henry L T, Chaillous & Raper C D., J. Plant Nutrition, 1990, 13(1): 95-116
- 8 西北农业大学, 华南农业大学主编. 农业化学研究法(上册). 北京: 农业出版社, 1980, 88-97
- 9 中国科学院南京土壤研究所主编. 土壤理化分析. 上海科技出版社, 1978, 81-84
- 10 易小林, 李西开, 韩琅丰. 紫外分光光度法测定土壤硝态氮. 土壤通报, 1983, 14(6): 35-40

# 小麦 营养液 pH 铵 硝态氮 吸收比例

## 营养液 pH 对小麦生长及吸收铵、硝态氮的影响<sup>①</sup>

何文寿

李生秀<sup>✓</sup> 李辉桃

(宁夏农学院 永宁 750105) (西北农业大学)

**摘要** 采用3种起始 pH 不同的营养液进行水培,研究介质 pH 对小麦吸收铵、硝态氮及生长量的影响。结果表明,小麦生长期营养液的 pH 因起始值和生育期而变化;这种变化与铵、硝态氮的相对吸收量密切相关。在铵、硝态氮等量共存条件下,介质 pH 低有利吸收硝态氮;高,有利吸收铵态氮。起始 pH 为 5.0、6.5 和 8.0 的营养液,铵、硝态氮的平均吸收比例分别为 0.61、0.94 和 1.85。累积吸收的铵态氮分别占吸氮总量的 33.00%、48.33% 和 64.96%。pH 6.5 时,小麦长势、生物学产量和吸氮总量显著优于 pH 5.0 和 pH 8.0,是小麦生长和基本等量吸收铵、硝态氮的最适介质 pH。

**关键词** 小麦;营养液 pH;铵、硝态氮吸收比例

介质 pH 是影响作物生长和养分吸收的重要环境因素之一,过高或过低不仅影响作物生长发育,而且影响作物对铵、硝态氮的相对吸收量<sup>[1,2]</sup>。这方面,前人在铵、硝态氮单独存在条件下利用作物幼苗进行了大量试验<sup>[3-7]</sup>。但是,在铵、硝态氮同时共存条件下,pH 对作物整个生育期吸收铵、硝态氮的相对数量比例和作物生长量的影响以及由此引起的介质 pH 变化迄今未见报道。本研究以小麦为试验材料,采用铵、硝态氮等量营养液系统研究上述问题。

### 1 材料与方 法

采用水培试验。供试小麦为宁春 4 号。营养液为完全营养液,由普良尼施尼柯夫营养液(铁用 Fe(EDTA-Na<sub>2</sub>)代替 FeCl<sub>3</sub>)和 Arnon 微量元素混合液配制而成<sup>[8]</sup>,其中铵、硝态氮的浓度相等,均为 42mgN/L。营养液设 5.0、6.5 和 8.0(用 0.1mol/L NaOH 或 0.1mol/L HCl 调节)3 个起始 pH,每个 pH 又设种与未种小麦 2 种处理,共 6 个处理组合。未种作物的溶液为测定时的对照。重复 5 次,随机排列。

小麦种子选好后消毒育苗。取苗龄 10 天,生长均匀健壮的幼苗 2 株,移植于营养液 pH 值已调整好的水培盆中。试验盆在人工气候室和室外自然光下交换放置,确保小麦正常发育的光温条件。夏季温度高时,培养盆置于流动水槽,防止营养液温度过高影响生长。采用自动通气装置,每天通气 20-30 分钟。每 1-2 周更换 1 次营养液,更换前测定其 pH、铵、硝态氮含量。初始含量(空白对照值)减去剩余含量即为小麦净吸收量。小麦成熟收获,考种。

营养液 pH 的调节与测定用 pH 计法,铵、硝态氮的测定在培养液过滤后,分别用纳氏比色法<sup>[9]</sup>,和紫外分光光度法(751 型分光光度计)<sup>[10]</sup>。

① 国家自然科学基金资助项目,批准号 39660036

## 2 结果与讨论

### 2.1 小麦生长液 pH 值的变化

小麦水培期间,每次更换营养液前均测定其 pH。本文称这种测定值为生长液 pH,以别于起始 pH。3 种 pH 处理的生长液 pH 变化与小麦生育期的关系见图 1。由图 1 可以看出,铵、硝态氮等量共存时,生长液 pH 值随起始 pH 和小麦生育期而变化。从起始 pH 来看,起始值为 5.0 时,生长液 pH 始终高于起始值,整个生育期上升 0.4-1.7 个单位(平均上升 1.1 个单位),生育前期上升幅度大于后期。起始值为 6.5 时,生长液 pH 变化幅度较小,抽穗前(60 天以前)较起始值上升 0.3 个单位,而后下降 0.7 个单位(平均变化 0.5 个单位)。起始值为 8.0 时,生长液 pH 值随小麦生育期逐渐下降 0.3-2.2 个单位(平均 1.3 个单位)。从生育期来看,不论起始值高低,生长前期(60 天前)生长液的 pH 都具有趋中性,大致在 6.5-7.5 之间变动;生育后期,趋于微酸性,变动在 6.5-5.5 之间。这种变化主要是小麦在不同起始 pH 条件下对铵、硝态氮不对等吸收的结果。

### 2.2 营养液 pH 值对小麦吸收铵、硝态氮的影响

#### 2.2.1 小麦累积吸氮量

小麦不同生育期累积吸收铵、硝态氮的结果见图 2-4。由图可见,3 种起始 pH 条件下,小麦氮素(铵态氮+硝态氮)累积吸收曲线相似,但铵、硝态氮量有较大差异。起始 pH 为 5.0,吸收的硝态氮大于铵态氮;为 8.0,反之;为 6.5,吸收的硝态氮略高于铵态氮。小麦各生育期吸收的铵、硝态氮总量亦因起始 pH 而有变化,起始 pH 为 6.5 时吸收总量最

高;为 5.0 和 8.0 者,差异不显著。在不同 pH 条件下,小麦吸收的铵、硝态氮多寡不同。起始 pH 为 5.0,累积吸收硝态氮显著高于铵态氮,后者只占吸氮量的 38.00%;为 6.5,吸收的铵、硝态氮无显著差异;为 8.0,硝态氮显著低于铵态氮,后者占总吸氮量的 64.96%。从不同处理的铵、硝态氮累积吸收量来看,随着营养液起始 pH 增高,铵态氮的累积吸收量增加,而硝态氮减少,但两者的增加或减少比例相差很大。当起始 pH 由 5.0 上升到 6.5 时,铵态氮累积吸收量增加 14.48mgN/株,而硝态氮仅减少 1.51mgN/株;由 6.5 上升到 8.0 时,铵态氮累积吸收量仅增加 2.8mgN/株,而硝态氮减少 22.15mg N/株。由此可见,在供试条件下,介质 pH 高有利于铵态氮吸收,pH 低有利于硝态氮吸收。pH6.5 左右,小麦的总吸氮量较高,吸收的铵、硝态氮数量基本相等(表 1)。

#### 2.2.2 吸收的铵、硝态氮比例

按每次测定液中铵、硝态氮的减少量(即吸收量)计算不同生育期两种形态氮素的吸收比(相对吸收量),按累积吸氮量计算各个或整个生育期铵、硝态氮的平均吸收比,结果表明(表 2),小麦对铵、硝态氮的吸收比(铵态氮/硝态氮)随营养液起始 pH 和生育期而变化。pH 5.0 时,这一比值随生育期逐渐增大,变化在 0.27-0.87 之间。分蘖期(38 天前)、拔节到抽穗(38-87 天)、开花到成熟(87-117 天)3 个阶段平均比值分别为 0.38、0.63、0.81;吸收的铵态氮

表 1 小麦各生育期从不同 pH 营养液中累积吸 N 量 (mg N/株)

pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	总和
5.0	30.20 b*	49.28a	79.48b
6.5	44.68 a	47.77a	92.45a
8.0	47.50 a	25.62 b	73.12 b

\* LSD 法,数字后根相同字母者表示差异不显著(P<0.05)

分别占同期吸氮总量的 27.6%, 38.7% 和 44.9% ; 全生育期平均吸收比为 0.61, 累积吸收铵态氮占总吸氮量的 38.00%。在这一条件下, 小麦吸收的铵态氮低于硝态氮, 但随生育期延长伴随着生长液 pH 逐渐降低(图 1), 吸收的硝态氮相对增大。

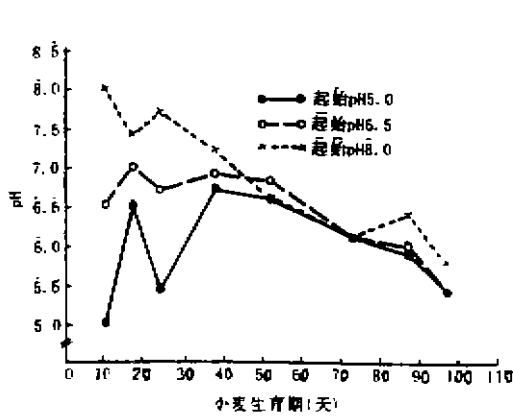


图 1 营养液 pH 值随小麦生育期的变化

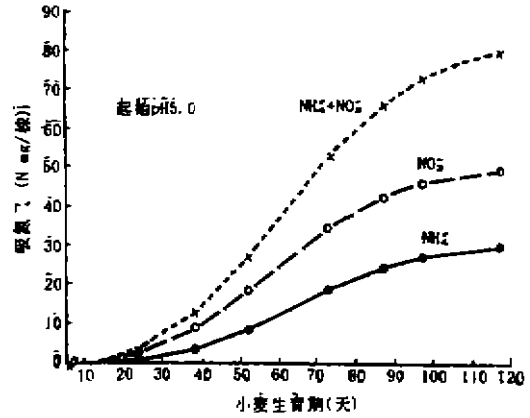


图 2 在 pH5.0 营养液中小麦的累积吸氮量

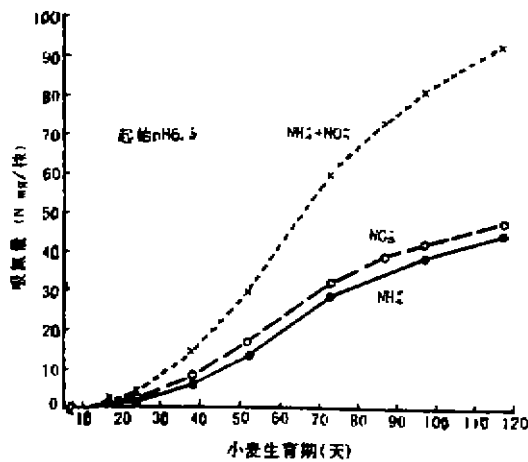


图 3 在 pH6.5 营养液中小麦的累积吸氮量

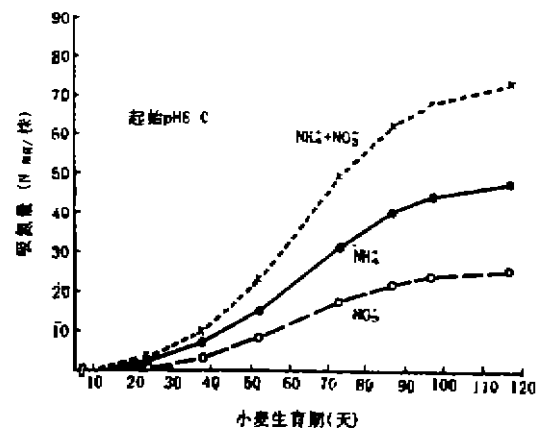


图 4 在 pH8.0 营养液中小麦的累积吸氮量

pH6.5 处理, 吸收比也随小麦生育期而增大, 变化在 0.67-1.18 之间, 显著高于 pH 5.0。分蘖期(38 天前)、拔节到抽穗(38-87 天)、开花到成熟(87-117 天)3 个阶段平均吸收比值分别为 0.79, 0.90, 1.18, 吸收的铵态氮占同期吸氮总量的 44.2%, 47.5% 和 54.0%。生育前期吸收的硝态氮多于铵态氮, 后期吸收的铵态氮较多。全生育期平均吸收比为 0.94, 累积吸收的铵态氮占总吸氮量的 48.4%。生长在这一营养液中的小麦, 基本上可以等量吸收铵态氮和

硝态氮。不同生育期对铵、硝态氮的吸收特点导致了生长液 pH 的相应改变。

pH8.0 的吸收比更高,变化在 1.14-2.51 之间。分蘖期、拔节到抽穗、开花到成熟 3 个阶段的平均吸收比分别为 2.40, 1.76, 1.89, 吸收的铵态氮为同期吸氮总量的 70.6%, 63.8% 和 65.4%。全生育期平均吸收比为 1.85, 累积吸收的铵态氮占吸氮总量的 64.96%, 显著高于硝态氮。对铵态氮的偏好导致了生长液 pH 呈下降趋势(图 1)。

由 pH 5.0, 6.5, 8.0 3 个处理中小麦一生对铵、硝态氮的平均吸收分别为 0.61, 0.94 和 1.85(表 2)可以看出, 铵态氮的相对吸收量随 pH 升高而增大。pH5.0 和 8.0 处理, 小麦终生总吸氮量(铵+硝)相近, 但对铵、硝态氮的相对吸收量差异很大。pH 6.5 处理, 小麦生育前、后对铵、硝态氮偏好有所不同, 但平均吸收比接近于 1, 几乎可以对等地吸收铵态氮和硝态氮。显然, 小麦对铵、硝态氮的相对吸收量(偏好程度)首先取决于介质 pH 值; 不同 pH 使小麦对铵、硝态氮有不同偏好。

### 2.3 营养液 pH 对小麦生长的影响

栽培于 3 种 pH 营养液中的小麦都生长良好, 无明显受阻现象, 但生长于 pH6.5 营养液中的小麦长势, 地上干重、总干重, 籽粒重和穗粒数均显著高于其它 pH 处理(表 3), 而 pH5.0 的稍高于 pH8.0 的。这与总吸氮量的变化趋势(表 1)一致。根干重和根/冠比随 pH 的降低而增加, 即随硝态氮吸收量的增加而增加。由此观之, 虽然 pH6.5 更合适, 但小麦能够生长的介质 pH 范围较宽, 对介质反应的适应性较强, 至少能在 pH5-8 范围内正常生长。

## 3 结论

采用营养液水培小麦结果表明, 小麦生长液 pH 值依起始 pH 和生育期而变化, 在铵、硝态氮同时共存的营养液中, 起始 pH 低则生长液 pH 上升, 高则下降。生育前期各处理生长液 pH 具有趋中性(pH6.5-7.5), 后期具有趋酸性(pH6.5-5.5)。生长液 pH 的这种变化主要是由于生长于不同起始 pH 下的小麦对铵、硝态氮的不对等吸收所致。

营养液起始 pH 影响小麦生长和吸氮量。pH 为 6.5 时, 小麦的长势、生物学产量和总吸氮量显著优于 pH5.0 和 8.0 处理, 后两者间差异较小。pH6.5 是小麦生长和吸收氮素的最适 pH 范围。

(下转第 124 页)

表 2 营养液 pH 对小麦吸收铵、硝态氮比例的影响

生长天数	pH 5.0	pH 6.5	pH 8.0
10			
17	0.27	0.82	2.51
24	0.28	0.67	2.48
38	0.42	0.82	2.36
52	0.56	0.84	1.44
73	0.62	0.94	1.83
87	0.74	0.89	2.02
97	0.78	1.17	1.79
117	0.87	1.18	2.00
平均	0.61	0.94	1.85

表 3 营养液 pH 与小麦生长量的关系

项 目	pH 5.0	pH 6.5	pH 8.0
株高(cm)	47.40	47.90	48.20
地上部干重(g/株)	3.94	4.68	3.76
根系干重(g/株)	0.24	0.21	0.16
总干物质重(g/株)	4.18	4.89	3.92
根/冠(%)	6.04	4.53	4.36
籽粒重(g/株)	1.36	1.86	1.21
穗粒数(粒/穗)	32.40	37.40	30.50

注:表中数据为 5 次重复之均值