植物营养与肥料学报 2000,6(2):194～201
Plant Nutrition and Fertilizer Science

几种蔬菜对硝态氮、铵态氮的相对吸收能力

田霄鸿，李生秀
(西北农业大学资源与环境科学系,陕西杨陵 712100)

摘要：采用溶液培养方法探讨了莴笋、菠菜、小白菜和大青菜4种蔬菜作物对硝、铵态氮的相对吸收能力以及这两种氮源对它们生长发育的影响。结果表明,单独供给 NO_3^--N,4种作物均生长发育良好;供给 NO_3^--N + NH_4^+-N(NO_3^- : NH_4^+ = 1:1),生长量均有所下降,而单独供给NH_4^+-N时,生长量则大幅度下降。莴笋单独供给 NO_3^--N时,其吸氮量显著高于供给 NO_3^--N + NH_4^+-N的处理,大青菜、菠菜供给 NO_3^- N + NH_4^+-N与单独供给 NO_3^--N相比吸氮量大体相当;小白菜同时供应 NO_3^--N + NH_4^+-N时吸氮量最高,供给 NO_3^--N时次之,供给 NH_4^+-N时显著降低。供给 NH_4^+-N时4种作物吸氮量均比其它氮源显著降低。4种作物对 NO_3^--N与 NH_4^+-N的吸收具有明显的偏向性。供给等氮量铵、硝态氮(NO_3^--N + NH_4^+-N处理)时,菠菜、小白菜吸收的 NO_3^--N显著多于 NH_4^+-N,表现出喜硝性,莴笋则与此相反,表现出喜铵性;而大青菜对两种形态氮素的吸收量相差不多,表现出兼性吸收的特点。但上述偏向性具有阶段特点,即喜硝作物可能在某一阶段表现出喜铵性状。

关键词：溶液培养;蔬菜作物;氮素形态;铵、硝态氮吸收比例
中图分类号:Q945.12;S63　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1008-505X(2000)02-0194-08

氮素对植物生长发育、产量形成与品质好坏有极为重要的作用。从营养意义来讲,作物在生长发育过程中主要吸收两种矿质氮源,即 NH_4^+-N和 NO_3^--N[1~3]。一般认为 NO_3^- 的吸收是逆电化学势梯度进行的主动过程,而 NH_4^+ 是与 H^+ 进行交换吸收的[4]。NH_4^+ 与 NO_3^- 吸收到作物体后,除 NO_3^--N需先还原成 NH_4^+ (NH_3)以外,其余同化过程完全相同[5,6]。据研究[5,7~13],作物对 NH_4^+、NO_3^- 的吸收量因作物特性、种类和环境条件而变化[14,15]。NH_4^+-N呈还原态,易被土壤胶体吸附和固定;NO_3^--N呈氧化态,存在于土壤溶液中,易到达根系表面或被淋失。肥料中,这两种氮素形态与不同陪补离子相偶联,后者对作物生长也有直接或间接的影响。一般情况下,作物从介质中吸收 NH_4^+ 使介质酸化,而吸收 NO_3^- 使介质碱化,介质pH的变化反过来会影响其它养分的有效性。因此 NO_3^- 与 NH_4^+ 对作物的营养效能不同[4]。不同种类植物因对两种氮源偏好程度不同,而有喜铵作物和喜硝作物之分。但植物对 NH_4^+-N、NO_3^--N的偏好与生育年龄有关[16,17]。有人认为大多数植物 NH_4^+ 与 NO_3^- 配合施用较单独施用效果好,其最佳比例随植物种类和生育期不同而不同[18]。对于大多数蔬菜(如白菜、芹菜、菠菜等)以 NO_3^- 为好[19]。目前蔬菜作物的无土栽培生产发展很快,但对于各种蔬菜作物在不同生育期对 NH_4^+-N、NO_3^--N的相对吸收量或吸收比例的报道甚少[13]。本研究采用溶液培养方法,旨在探讨4种蔬菜作物在苗期对 NH_4^+-N、NO_3^--N的相对吸收能力,以及吸收 NH_4^+-N、NO_3^--N的特点,为这些作物选用合适的氮

收稿日期:1999-01-11
基金项目:国家自然科学基金(39970429)和西北农业大学青年基金课题资助。
作者简介:田霄鸿(1967—),男,甘肃天水人,博士,副教授,主要从事作物氮素营养和旱地农田水肥管理等研究。

肥形态及采用最佳配比方面提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验设计

4 种供试作物为：莴笋（*Lactuca sativa*，品种为八斤棒）、菠菜（*Spinacia olerucea*，品种为宁夏圆叶）、小白菜（*Brassica chinesis*，品种为大包头）、大青菜（*Brassica campestris*，品种为矮抗青）。蛭石育苗，出苗 30d 后移植于盛有 450mL 营养液的容器内培养，每瓶 5 株。共设 3 个处理：处理 1，采用大泽营养液（配方为 $NaNO_3$ 12，KH_2PO_4 1，K_2SO_4 2，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 2，$CaCl_2$ 4mmol/L；H_3BO_3 2.86，$MnSO_4 \cdot H_2O$ 1.54，$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.22，$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.08，H_2MoO_4 0.02，Fe—EDTA 3.0mg/L）[19]，即以 NO_3^--N 为氮源；处理 2，把大泽营养液原配方中的 $NaNO_3$ 换成 NH_4NO_3，即 NH_4^+-N∶NO_3^--N ＝ 1∶1；处理 3，把大泽营养液中的 $NaNO_3$ 换成 NH_4Cl，即以 NH_4^+-N 为氮源。3 个处理供氮量相同，重复 4 次。试验在温室中进行，培养期间，室内最高气温为 25℃，最低为 10℃，光温条件能保证作物正常生长。采用人工间歇通气方法，每天通气 20min 左右。每隔 10d 左右更换一次营养液，共培养 68d。每次更换营养液前加蒸馏水定容至刻度，搅匀后过滤取样，测定营养液中剩余的 NH_4^+-N、NO_3^--N 含量。试验结束后称量每种作物的鲜重，并将植株于 105℃ 下杀酶 15min，60℃ 烘干后称重。

1.2　测试方法

NH_4^+-N：用连续流动分析仪测定；NO_3^- N：用 751 型紫外分光光度计测定。

2　试验结果

2.1　不同氮源及配比对 4 种作物生长的影响

4 种作物培养结束后的生长量见表 1。结果表明，3 种氮源对 4 种作物的生长影响相当大，由 NH_4Cl 提供氮源时，生长量均比 $NaNO_3$ 和 NH_4NO_3 处理极显著下降。菠菜、小白菜、大青菜在 NH_4^+-N 处理下的总鲜重分别仅是 NO_3^--N 处理下的 22.7%、25.9% 和 9.9%，而莴笋、菠菜、小白菜、大青菜 4 种作物在 NH_4^+-N 处理下的总干重分别为 NO_3^--N 处理下的 12.4%、37.4%、35.5%、20.5%。可见，4 种作物对 NO_3^--N 适应性最好，NO_3^--N 与 NH_4^+-N 配合次之，而对 NH_4^+-N 适应性最差。NO_3^--N 处理下莴笋和菠菜的总鲜重均极显著高于其它 2 个处理，而 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 配合次之，NH_4^+-N 处理极低。3 种氮源处理下 4 种作物的干物质重的比例为：莴笋 1∶0.57∶0.12，菠菜 1∶0.91∶0.37，小白菜 1∶1.07∶0.36，大青菜 1∶1.05∶0.21。

2.2　供试作物在各个阶段对 NH_4^+ 与 NO_3^- 的吸收能力

分别以 $NaNO_3$、NH_4NO_3、NH_4Cl 提供氮源时，生长于营养液中的莴笋、小白菜、菠菜和大青菜 4 种作物的总吸氮量见表 2。

由表 2 可见，莴笋吸收的由 $NaNO_3$ 提供氮源的 NO_3^--N 远高于由 NH_4NO_3 提供氮源时吸收的硝、铵态氮之和，后者又极显著高于由 NH_4Cl 供氮时吸收的 NH_4^+-N；莴笋对 3 种氮源的相对总吸收量分别为 100%、48.89%、8.59%。菠菜、大青菜 2 种作物在 $NaNO_3$ 和 NH_4NO_3 两种氮源供应下的总吸氮量均未达到 1% 的差异显著性水准，菠菜在两种氮源下的总吸氮量十分接近。但这 2 种作物吸收的由 NH_4Cl 供氮的 NH_4^+-N 量均极显著低于前两

种氮源。小白菜在同时供给 NO_3^--N 和 NH_4^+-N 时吸氮量最大，单独供给 NO_3^--N 时次之，单独供给 NH_4^+-N 时最小。4 种作物在分别以 $NaNO_3$、NH_4NO_3、NH_4Cl 为氮源时总吸氮量的比例为：莴笋 1∶0.49∶0.09；菠菜 1∶1.02∶0.24；小白菜 1∶1.36∶0.30；大青菜 1∶1.19∶0.24。

表 1 不同氮源对作物生长的影响(g/bottle)

Table 1 Effect of different nitrogen source on growth of crops

N 源 N source	莴笋 Lettuce	菠菜 Spinach	小白菜 Cabbage	大青菜 Garden sass
总鲜重 Total fresh weight of crops				
$NaNO_3$	78.5±4.8 A	37.4±3.8 A	28.6±5.7 A	31.3±8.2 A
NH_4NO_3	15.4±3.3 B	27.3±4.5 B	23.8±3.0 A	23.2±3.4 A
NH_4Cl	—	8.5±0.9 C	7.4±0.4 B	3.1±1.0 B
总干重 Total dry weight of crops				
$NaNO_3$	5.34±1.05 A	3.88±0.20 A	2.28±0.33 A	2.29±0.69 A
NH_4NO_3	3.04±0.31 B	3.55±0.22 A	2.43±0.34 A	2.40±0.34 A
NH_4Cl	0.66±0.12 C	1.45±0.23 B	0.81±0.06 B	0.47±0.06 B

注："－"表示在水培后期出现萎蔫现象；表中数字后的不同字母表示 1% 显著性水平(LSD 法)，下同。

Note: "－"means wilting at late stage; the diffferent letter means significant at 1% difference, same as follows.

表 2 不同氮源处理下作物的总吸氮量(N mg/plant)

Table 2 Total N uptake by crops under different treatments

作物 Crop	氮源 N source		
	$NaNO_3$	NH_4NO_3	NH_4Cl
莴笋 Lettuce	43.40±3.57 A	21.22±2.77 B	3.73±0.41 C
菠菜 Spinach	33.74±1.92 A	34.39±7.26 A	8.02±0.86 B
小白菜 Cabbage	22.57±1.85 B	30.64±4.84 A	6.75±0.81 C
大青菜 Garden sass	23.14±3.92 A	27.46±2.02 A	5.56±0.53 B

注：仅对同一作物不同氮源处理间进行差异显著性检验。Difference of each crop to various N sources was tested only.

2.2.1 不同氮源下作物的累积吸氮量 供试作物不同生育期对由不同氮源提供的氮素的累积吸收曲线表现出不同特点。如在不同生育阶段，小白菜在各阶段吸收的 NO_3^- 与 NH_4^+ 之和均大于吸收的 NO_3^-，而莴笋在前期吸氮量差别很小，后期则主要吸收 NO_3^--N。各种作物在各阶段吸收的由 NH_4Cl 提供的 NH_4^+-N 的量均最少。图中作物的累积吸氮量曲线可用幂函数 $y=dx^b$ 来拟合，而 b 值的大小表示了曲线的陡峭或平缓的趋势，相关指数 R^2 较接近于 1，说明幂函数曲线能比较客观地描述供试条件下的累积吸氮量趋势(图 1)。

2.2.2 以 NH_4NO_3 为氮源时 4 种作物在不同生育期的相对吸收能力和 NO_3^-/NH_4^+ 吸收比例 以 NH_4NO_3 的形式提供氮源，营养液中存在等量 NO_3^--N 与 NH_4^+-N 时，供试的 4 种作物在整个培养期间对 NO_3^--N 和 NH_4^+-N 各自的总吸氮量见表 3。由表 3 可见，菠菜、小白菜 2 种作物培养期间吸收的 NO_3^- 分别极显著或显著多于 NH_4^+，NO_3^-/NH_4^+ 吸收比例分别为 1.28 和 1.70，表现出喜硝性，或者说对 NO_3^- 具有偏好性；莴笋与此相反，吸收 NH_4^+-N 的量极显著高于 NO_3^--N，说明莴笋在供给等量 NO_3^- N + NH_4^+-N 时，NO_3^-/NH_4^+ 吸收比例仅为 0.72，更偏好吸收 NH_4^+。大青菜对 2 种形态氮素的吸收量无显著性差异，NO_3^-/NH_4^+ 吸收比例为 1.14。

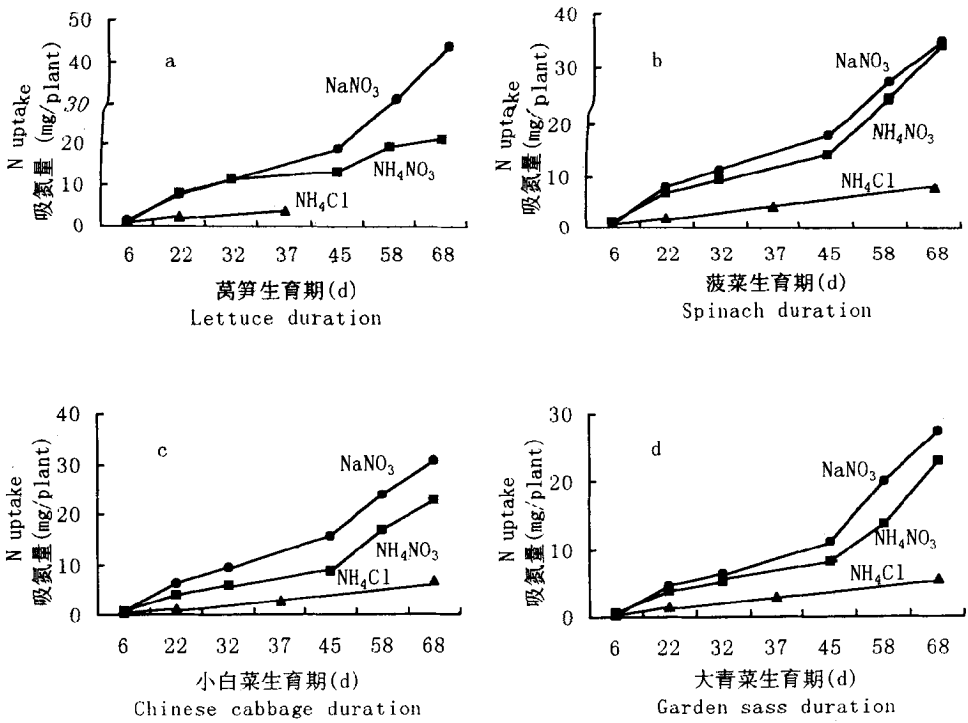

图 1　溶液培养期间 4 种作物的累积吸氮量

Fig.1　The accumulation N uptake of crops during solution culture

表 3　NH_4NO_3 为氮源时作物对 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 的总吸收量及 NO_3^-/NH_4^+ 比例

Table 3　The respective total uptake of NO_3^--N and NH_4^+-N as well as NO_3^-/NH_4^+ ratios with NH_4NO_3 supplied

作　物 Crops	N 总吸收量(mg/plant)Total uptake		t 值 (t value)	NO_3^-/NH_4^+ 值 Ratio
	NO_3^--N	NH_4^+-N		
莴　笋	8.91±1.56	12.31±1.24	13.91**	0.72
菠　菜	21.65±6.30	12.74±1.16	3.29*	1.70
小白菜	17.21±2.81	13.45±2.05	9.82**	1.28
大青菜	14.56±1.13	12.81±1.21	3.16	1.14

注:$t_{0.05}(3)=3.18$, $t_{0.01}(3)=5.84$

培养期间共更换了 5 次营养液,整个培养期间大致可分成 6 个阶段,分别计算各供试作物在 6 个阶段里对 NO_3^--N 和 NH_4^+-N 的吸收量,结果见表 4。表 4 表明,莴笋在各个阶段吸 NH_4^+-N 量都多于吸 NO_3^--N 量(尽管第二阶段未达到 5% 差异显著性水准),与表 3 中的规律性相吻合。小白菜在 6 个阶段的 NO_3^-/NH_4^+ 吸收比例均大于 1,表现出对硝态氮的偏好性,这也与表 3 的规律相一致。菠菜总的看来是喜硝的,但是菠菜在培养初期(第一阶段)吸铵量却显著高于吸硝量。此外,大青菜尽管在整个培养期间对 NO_3^- 与 NH_4^- 吸收量相差无

几,但大青菜在第3、4阶段表现出喜硝性。由此可见,评价作物对 NO_3^- 和 NH_4^+ 的相对吸收能力,既要考虑整个生长阶段的吸氮量,又要兼顾各个生育时期的吸氮量。作物对两种形态氮素的偏好具有阶段特点。

表4 NH_4NO_3 为氮源时作物在不同生育期对 NH_4^+ 和 NO_3^- 的吸收量及吸收比例

Table 4 NO_3^--N, NH_4^+-N and NO_3^-/NH_4^+ ratio at different period with NH_4NO_3 supplied as N source

作物 Crops	生育期(d) Period of duration (days)	吸氮量 N uptake(μmol/plant)		t值 (t value)	NO_3^-/NH_4^+ 比例 $NO_3^-:NH_4^+$ Ratio
		NO_3^--N	NH_4^+-N		
莴笋	0~6	31.04±2.00	41.08±13.40	9.83**	0.76
	6~22	240.56±43.76	273.66±47.74	2.36	0.88
	22~32	75.31±21.20	148.84±34.30	4.77*	0.51
	32~45	152.16±48.56	211.52±35.28	8.94**	0.72
	45~58	100.38±19.02	149.48±44.78	3.48*	0.67
	58~68	37.28±7.94	55.02±12.60	3.80*	0.68
菠菜	0~6	26.92±0.60	38.20±3.34	6.36**	0.70
	6~22	297.90±74.18	205.26±16.54	2.23	1.45
	22~32	186.26±79.24	56.64±4.70	3.18*	3.29
	32~45	299.20±91.28	190.88±30.58	3.37*	1.57
	45~58	366.66±109.84	240.44±38.70	2.93	1.52
	58~68	369.50±100.68	178.42±45.48	4.86*	2.07
小白菜	0~6	27.78±4.10	16.46±2.04	5.79*	1.69
	6~22	218.60±46.10	186.06±43.5	7.77**	1.17
	22~32	154.26±29.56	66.18±16.44	20.90**	2.33
	32~45	247.86±45.54	199.00±27.74	74.07**	1.25
	45~58	307.40±43.68	288.80±37.50	3.11	1.06
	58~68	273.18±38.32	203.94±30.46	8.45**	1.34
大青菜	0~6	13.14±3.88	15.54±2.86	2.75	0.85
	6~22	142.46±15.26	162.86±27.20	0.42	0.87
	22~32	94.08±36.94	28.80±5.80	3.84*	3.27
	32~45	194.48±47.78	147.34±29.47	6.89**	1.32
	45~58	329.30±28.96	303.58±35.32	1.51	1.08
	58~68	272.92±65.70	256.70±15.00	0.56	1.06

注:$t_{0.05}(3)=3.18$, $t_{0.01}(3)=5.84$

3 讨论

3.1 不同氮源对作物生长发育的影响

在供试条件下,4种作物对以 $NaNO_3$ 形式提供的硝态氮有良好的反应,但当以 NH_4Cl 形式供给铵态氮时,4种作物的生长发育均受到明显抑制,生长量大幅度下降。本试验中 NH_4^+ 浓度高达12mmol/L, Mengel 认为溶液中高浓度铵态氮对植物生长的毒害主要由 NH_3 引起,NH_3 的毒害受pH值和浓度的影响。较高的pH值有利于水溶态 NH_3 的形成,更易发生 NH_3 毒害。酸性至中性条件下 H^+ 浓度较高,会降低水溶性 NH_3 的产生,提高 NH_4^+ 的浓度。作物能忍受较高浓度的 NH_4^+,较低浓度的水溶性 NH_3 能影响植物生长和代谢,起始毒

害浓度为 0.15mmol/L，致死浓度为 6.0mmol/L，毒害机理尚不清楚。Maynard & Barker 认为，NH_4^+ 本身对生长也有毒害作用，尤其是在很酸的介质中[4]。本试验中添加 NH_4Cl 的处理，每次更换营养液前后测定了 pH 值，变化范围在 5.0～6.5 之间，属正常范围。这一 pH 范围内不可能有很多的 NH_3 产生。另一种可能是 Cl^- 的浓度太高对植物生长造成不利影响，用 NH_4Cl 代替原配方中的 $NaNO_3$ 后，很可能使营养液的生理平衡性能发生变化，而蔬菜作物对这种改变更为敏感。

3.2　评价蔬菜作物对 NO_3^- 和 NH_4^+ 相对吸收能力的方法的适宜性

本研究中，主要用处理 2 来评价供试作物对 NO_3^- 和 NH_4^+ 的相对吸收能力。即把大泽营养液原配方中的 $NaNO_3$ 改为 NH_4NO_3，为作物提供等量 NO_3^--N 与 NH_4^+-N 浓度的溶液。这样做是否改变了原配方的生理平衡性呢？从供试作物的生物量（总干物重）上来看，与供给 $NaNO_3$ 时无多大差别（莴笋例外）（表 1）；而总吸氮量与原配方相当或略高（表 2），营养液 pH 也与原配方营养液（处理 1）的接近，所以改变生理平衡性的可能性较小，评价作物对 NO_3^- 与 NH_4^+ 相对吸收能力基本是适宜的。但是，本研究所得结论是供试条件下的结果。作物对铵、硝态氮的吸收依赖溶液 pH，若再换一种营养液配方，由于 pH 不同可能会有不同结果。莴笋在本试验中，供给 $NaNO_3$ 时，生长量最大；供给 NH_4NO_3 时，后期出现萎蔫；供给 NH_4Cl 则在水培中期就出现萎蔫。供给 $NaNO_3$ 时吸收的硝态氮是供给 NH_4NO_3 时吸收的两种形态氮素总和的 2 倍，说明易于吸收硝态氮，但是以 NH_4NO_3 为氮源时，却如前所述表现出喜铵性来。可见评价相对吸收能力在研究方法上还需要有所突破，才能更深刻地揭示问题的实质。

3.3　供试作物对硝态氮和铵态氮吸收的偏向性与阶段性

影响作物吸收铵、硝态氮的外源因子除 pH 外，主要是二者的比例，供应比例不同，吸收的相对数量高低不一。当供给等氮量的铵、硝态氮时，作物对这两种氮源选择吸收性能及其大小应是作物本身内在吸收特性的综合表现。本试验中以 NH_4NO_3 为氮源时便是这种情形。菠菜、小白菜在培养期间吸收的硝态氮总量显著高于铵态氮总量，而莴笋吸收的铵态氮总量极显著高于硝态氮总量。说明不同作物对硝态氮和铵态氮的吸收量具有偏向性，而且莴笋在水培的 6 个阶段都是吸 NH_4^+ 多于吸 NO_3^-，小白菜在所有阶段都是吸 NO_3^- 多于 NH_4^+。但菠菜尽管在整个培养期间吸收 NO_3^- 多于吸收 NH_4^+，但在最初阶段吸铵量却显著高于吸硝量。说明某些作物对硝态氮和铵态氮的偏好性具有一定的阶段性，这可能是与作物本身的特性有关。在培养的最初阶段，喜硝的菠菜，可能出于体内阴、阳离子平衡的需要，需要多吸收一些 NH_4^+ 来维系平衡；或者是菠菜在刚移植后，生长发育还未进入正常状态，光合作用不如其它喜硝蔬菜那么强烈，故优先吸收 NH_4^+，因为吸收 NH_4^+ 几乎不需消耗代谢能量。

参 考 文 献

[1]　孙羲. 农业化学[J]. 上海：上海科技出版社，1980. 55～83.

[2]　何念祖，孟赐福. 植物营养原理[M]. 上海：上海科技出版社，1987. 59～124.

[3]　李生秀，付会芳，袁虎林，等. 几种反映旱地土壤供氮能力的方法的比较[J]. 土壤，1990，22(4)：194～197.

[4]　Mengel K, Robin P and Salsac L. Nitrate reductase activity in shoots and roots of maize seedlings as affected by the form of nitrogen nutrition and pH of the nutrition solution[J]. Plant Physiol., 1983, 71: 618～622.

[5] Hageman R H. Ammonium versus nitrate nutrition of higher plants[A]. *In*: Hauck RD (ed). Nitrogen in crop production[M]. Madison, Wisconsin, ASA, CSSA, SSSA, 1984. 67～85.

[6] Mengel K and Kirkby E A. Principles of plant nutrition(4th edition)[M]. Worblaufen-Bern, International Potash Institute, 1988.

[7] Kirkby E A. Influence of ammonium and nitrate nutrition on the cation-anion balance and nitrogen and carbohydrate metabolism of white mustard plants grown in dilute nutrient solutions[J]. Soil Sci., 1968, 105:133～141.

[8] 李生秀,王和平. 旱地土壤的合理施肥. Ⅸ.不同用量的铵、硝态氮对玉米产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1993, 11(增刊):45～49.

[9] 杨肖娥,孙羲.生育后期施用 NO_3^--N 和 NH_4^+-N 对水稻的生理效应[J]. 土壤通报, 1990, 21(3):110～114.

[10] Foth H D, Ellis B G. Soil Fertility[M]. New York, John wiley & Sons, 1988. 75～79.

[11] 蒋立平.氮素形态对柑桔根系生长的影响[J].中国柑桔, 1990, 19(3):14～16.

[12] Reddy G B and Reddy K R. Fate of nitrogen——Is enriched ammonium nitrate applied to corn[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1993, 57:111～115.

[13] 张春兰,高祖明,张耀东,唐为民. 氮素形态和 NO_3^--N 与 NH_4^+-N 配比对菠菜生长和品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 1990, 13(3):70～74.

[14] Haynes R J and Goh K M. Ammonium and nitrate nutrition of plants. Biol. Rew., 1978, 53:465～510.

[15] Haynes R J. Uptake and assimilation of mineral nitrogen by plants[A]. *In*: Haynes(ed). Mineral nitrogen in the plant－soil system[M]. Lincoln, Conterbury(New Zealand), Academic Press Inc., 1986. 303～358.

[16] 孙羲.水稻的氮素营养[A].见:我国土壤氮素研究工作的现状与展望,中国土壤学会土壤氮素工作会议论文集[C].北京:科学出版社, 1986. 1～13.

[17] Michael G, Martin P and Owissia I. Uptake of ammonium and nitrate-N from labelled ammonium nitrate in relation to carbohydrate supply of the roots[A]. *In*: kirkby E A(ed). Nitrogen nutrition of the plant[M]. Leeds, Waverly Press, 1970. 22～29.

[18] 马国瑞.园艺植物营养与施肥[M].北京:中国农业出版社, 1994.

[19] 高祖明,李式军,索长江,胡跃宾.不同光强下硝酸态氮与钼对叶菜类硝酸盐积累的影响[J].园艺学报, 1987, 14(3):192～196.

Uptake capacity of several vegetable crops to nitrate and ammonium

TIAN Xiao-hong, LI Sheng-xiu

(*Department of Resource and Enviromental Sciences, NorthwesternAgricultural University, Shaanxi, Yangling* 712100)

Abstract: Solution culture experiment was conducted in order to investigate the relative uptake capacity or preference to nitrate and ammonium of lettuce, spinach, cabbage and garden sass, as well as the influence of 3 different nitrogen sources on growth and development of these 4 crops. The obtained results showed: (1) When the distilled water was supplied as the growth medium in the nutrient solution, different nitrogen sources affected greatly on the growth and development of lettuce, spinach, cabbage and garden sass. When nitrate was the sole N source, all these vegetable crops growed very well; when the same amount of nitrate and ammonium was supplied in the nutrient solution, the growth amount of 4 crops decreased to some extent; While ammonium was the sole N source, the growth amounts of 4 vegetable crops decreased greatly, when NO_3^-, $NO_3^- + NH_4^+$ (1:1), NH_4^+ were the N source for 4 crops, respectively. The ratios among dry matter weight of 4 crops were: lettuce was 1:0.57:0.12, spinach was 1:0.91:0.37, cabbage was 1:1.07:0.36, and garden sass was 1:1.05:0.21, respectively. But the mechanism why ammonium inhibited crop growth is worth studying further. (2) During the solution culture, the total nitrogen uptake amount of the tested crops had close relation to the nitrogen source. To lettuce, the nitrogen uptake amount as nitrate supplied was significantly higher than that when the same amount of nitrate and ammonium was supplied, if comparing the same amount of nitrate and ammonium treatment with solely supplying nitrate nitrogen treatment, and the nitrogen uptake amounts of garden sass and spinach were almost same; While supplying the same amount of NO_3^- and NH_4^+, the nitrogen uptake amount of cabbage was the largest, when solely supplying nitrate it greatly decreased, and ammonium was supplied, the nitrogen uptake amount was the lowerest. To all of 4 crops, when ammonium was the sole N source, the N uptake amount was the lowerest. (3) The tested crops had apparent preference to uptake of nitrate or ammonium. When the same amount of ammonium and nitrate was supplied, the uptaked nitrate by spinach and cabbage was larger than ammonium, but the lettuce was vice verse(N, 8.91 ± 1.56, 12.31 ± 1.24 mg /plant, respectively), and the absorped nitrogen of two forms by garden sass were almost the same. The preference had characteristics of stage, generally speaking, the crop which prefer nitrate to ammonium maybe show property of favours ammonium at certain stage.

Key words: solution culture; vegetable crops; nitrogen forms; the uptake ratios between nitrate and ammonium