

果梅对秋施¹⁵N- 硫铵的吸收与利用

孙俊^{1*} 章镇¹ 盛炳成¹ 孙其宝²

(¹ 南京农业大学园艺系, 南京 210095; ² 安徽省农业科学院园艺研究所, 合肥 230031)

摘要: 以细叶青梅/桃砧为试材, 研究了秋施¹⁵N- 硫铵条件下氮的吸收、分配、贮藏和利用。休眠期果梅各器官均有贮氮能力, ¹⁵N 浓度根系大于多年生枝。秋施氮肥后, 冬季花中¹⁵N 浓度显著高于同期其它器官; 春季果仁 > 新梢 > 果核 > 果肉, 说明此期果仁争夺氮素营养的能力最强。新梢停长后, 当年生枝和叶中¹⁵N 浓度显著下降, 而多年生器官在 4~6 月均有所上升, 而 6~9 月又都大幅度下降, 表明此期为多年生器官加粗和新根大量生长之际; 当年生枝¹⁵N 浓度虽有所下降, 但始终高于同期多年生器官, 表明贮氮对当年生枝的花芽分化有持续作用。秋季落叶后, 衰老器官中回撤的氮素营养就近运输, 就近贮藏。次年春, 局部贮藏的氮素营养仍能重新为建造新生器官所使用。所以果梅体内氮素营养有随生长中心转移而转移, 且可较长时间重复利用的特性。

关键词: 梅; 氮素营养; 施肥; ¹⁵N- 硫铵

中图分类号: S 662.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2002) 04-0317-04

尽管秋施氮肥对提高果树冬季贮氮水平和加强来春新生器官建造的作用已明确, 但根系能否作为冬季主要贮氮器官^[1], 秋施氮肥对花芽分化的作用, 春季新梢及果实哪个争夺氮素营养的能力更强^[2,3]等问题, 研究者观点不一。此外生产上梅叶有早衰现象, 这与氮代谢的关系有待进一步阐明。本试验就果梅秋施氮肥的作用及秋施后不同物候期树体内对氮的吸收、运转和分配等做了初步研究。

1 材料与方法

1.1 材料及田间处理

试验于 1996~1998 年在南京农业大学进行。试材为盆栽 3 年生和田间 7 年生细叶青梅/桃砧。盆栽 3 年生试材每株施 3 g 丰度为 12.65 % 的¹⁵N- 硫铵, 分别于 1996 年 10 月 11、17 和 23 日 3 次施完, 每次将 1 g ¹⁵N- 硫铵溶于 1 L 水, 灌入根部, 清水冲洗后再灌入根部。共处理 12 株 (土培)。1997 年 9 月 5、11 和 17 日又对 6 株树 (砂培) 施用丰度为 10.3 % 的¹⁵N- 硫铵, 施用量及施用方法同前。

田间 7 年生试材于 1996 年 9 月施¹⁵N 前, 先于树冠外围挖一环状深沟将根切断, 挖至约 90~100 cm 深时, 用铲从树底将坚直根切断, 并尽可能使根部土壤疏松。土壤肥力中等。然后每株施 8 g 丰度为 12.65 % 的¹⁵N- 硫铵, 分别于 9 月 14 和 21 日两次施完, 每次先将 4 g ¹⁵N- 硫铵溶于水中, 均匀灌入根部, 再用 30 L 清水冲洗后浇入根部, 共处理 6 株。

1.2 取样及测定

盆栽 3 年生试材 1996 年施肥后分别于 1997 年 1 月 22 日 (休眠期)、4 月 16 日 (新梢旺长期)、7 月 16 日 (花芽分化期)、1998 年 4 月 15 日 (新梢旺长期) 取样, 并于第 1 次取样时将剩余植株换土换盆。1997 年施肥后分别于 1998 年 2 月 5 日 (落叶休眠期)、4 月 15 日 (新梢旺长期) 取样。每次挖取 3 株树为 3 次重复。样品解析为主根、粗根 (直径 0.2 cm)、细根 (直径 < 0.2 cm)^[4]、主干、多年生枝、花、新梢及果等器官。

田间 7 年生试材施肥后分别于 1997 年 1 月 24 日 (休眠期)、4 月 16 日 (新梢旺长期)、6 月 23 日

收稿日期: 2001-11-28; 修回日期: 2002-01-30

*现在工作单位: 安徽农业大学园艺系, 合肥 230036。

(花芽分化始期)、9月23日(落叶始期)、1998年1月21日(休眠期)和4月15日(新梢旺长期)取样,并于第1次取样时小心将根部土壤置换掉。每次随机抽取3株树,采用五点法挖取部分根系,并剪取4年生枝(1997年)或5年生枝(1998年)。样品解析为粗根、细根、4年生枝(1997年)或5年生枝(1998年)、2年生枝(1997年)或3年生枝(1998年)、新梢、花、果、果肉、果核(不含果仁)、果仁等器官。所有样品于110℃杀青30 min,再在80℃下烘干粉碎备用。以凯氏法测含氮量,以质谱仪测 ^{15}N 丰度。

2 结果与分析

2.1 盆栽幼树各器官中 ^{15}N 的分配率

果梅秋施 ^{15}N -硫铵后,开花萌芽前 ^{15}N 分配率在地下部和地上部大致相等(表1)。地下部以粗根为多,1997、1998年秋施后,粗根 ^{15}N 分配率分别占根系 ^{15}N 分配率的44.9%和49.6%,而其干样质量只占根系的18.7%和26.9%。地上部多年生枝和主干 ^{15}N 分配率分别占地上部 ^{15}N 分配率:1997年为52.4%和47.6%,1998年为63.8%和35.3%;而多年生枝和主干干样质量所占比例:1997年为42%和58%,1998年为45.9%和54.1%。因是盆栽幼树,花数量很少,其相对于地上部分 ^{15}N 分配率的比例虽只有0.83%,但其 ^{15}N 浓度却高达2.66 mg/g DM,而此时多年生枝及主干 ^{15}N 浓度分别为0.76和0.44 mg/g DM。

新梢旺长期, ^{15}N 主要分配在新生器官中(表1),与休眠期相比,多年生器官氮肥分配率均显著降低,1997年地下和地上部分别下降了82.4%和69.9%;1998年分别下降了74.4%和58.8%。花芽分化期,新生器官 ^{15}N 分配率有所下降,而其它器官基本呈上升趋势,说明此时生长中心已发生转移。1996年秋施 ^{15}N 后,1998年新梢旺长期新生器官 ^{15}N 分配率为75%。

表1 盆栽幼树各器官中 ^{15}N 分配率变化

Table 1 The dynamic changes of the ^{15}N distribution percentage in different organs of three-year-old trees (%)

器 官 Organs	1996 年秋施 Autumn application in 1996				1997 年秋施 Autumn application in 1997	
	1997-01	1997-04	1997-07	1998-04	1998-02	1998-04
主根 Main root	14.9	4.8	9.1	2.6	15.7	7.4
粗根 Thick root	21.9	2.2	4.6	3.0	25.6	3.1
细根 Fine root	12.0	1.6	4.4	2.7	10.3	2.7
小计 Sum	48.8	8.6	18.1	8.3	51.6	13.2
主干 Trunk	24.3	6.0	15.4	3.9	17.1	6.4
多年生枝 Perennial branch	26.8	9.4	10.9	12.8	30.9	13.4
小计 Sum	51.1	15.4	26.3	16.7	48.0	19.8
春梢	—	76.0	55.7	72.8	—	65.0
Spring shoot	—	—	—	—	0.4	—
花蕾 Flower	—	—	—	—	—	—
果 Fruit	—	—	—	2.2	—	2.1
小计 Sum	—	76.0	55.7	75.0	0.4	67.1

表2 田间7年生试材各器官 ^{15}N 浓度的变化

Table 2 ^{15}N concentration change in different organs of

器官 Organs	seven-year-old trees (mg/g DM)					
	1997-01	1997-04	1997-06	1997-09	1998-01	1998-04
粗根 Thick root	0.126	0.015	0.043	0.011	0.005	0.000
细根 Fine root	0.142	0.016	0.065	0.021	0.072	0.004
4年生枝	0.041	0.014	0.030	0.013	—	—
4-year growth	—	—	—	—	0.002	0.000
5年生枝	—	—	—	—	—	—
5-year growth	—	—	—	—	—	—
2年生枝	0.053	0.020	0.035	0.013	—	—
2-year growth	—	—	—	—	—	—
3年生枝	—	—	—	—	0.021	0.001
3-year growth	—	—	—	—	—	—
1997 花 Flower in 1997	0.202	—	—	—	—	—
1997 果 Fruit in 1997	—	0.115	—	—	—	—
果肉 Pulp	—	0.086	—	—	—	—
果核 Pit	—	0.107	—	—	—	—
果仁 Kernel	—	0.462	—	—	—	—
1997 春梢	—	0.174	—	—	—	—
Spring shoot in 1997	—	—	—	—	—	—
当年生枝	—	—	0.071	0.045	0.044	0.003
Annual growth	—	—	—	—	—	—
叶 Leaves	—	—	0.095	0.046	—	—
1998 花 Flower in 1998	—	—	—	—	0.108	—
1998 果 Fruit in 1998	—	—	—	—	—	0.043
果肉 Pulp	—	—	—	—	—	0.030
果核 Pit	—	—	—	—	—	0.036
果仁 Kernel	—	—	—	—	—	0.167
1998 春梢	—	—	—	—	—	0.103
Spring shoot in 1998	—	—	—	—	—	—

注:数据为3个重复的平均值。

Note: Each value is the mean of three replication.

2.2 田间 7 年生试材各器官¹⁵N 浓度的变化

2.2.1 多年生器官 秋季多年生枝吸收同化氮素营养的能力弱于根系(表 2), 随着根龄和枝龄的增长, ¹⁵N 浓度呈下降趋势。4 月份多年生器官¹⁵N 浓度显著降低, 其中根系下降幅度大于多年生枝。多年生器官¹⁵N 浓度在 4~6 月均有所上升, 6~9 月又都大幅度下降, 其中以细根变动幅度最大, 说明此期为多年生器官加粗和新根大量生长之际, 应适时追氮。至 1998 年 1 月, 因多年生器官的枝龄或根龄不同, ¹⁵N 浓度变化不同: 5 年生枝与粗根¹⁵N 浓度持续下降, 而 3 年生枝与细根的¹⁵N 浓度却明显回升, 其中细根¹⁵N 浓度明显高于同期其它多年生器官。

2.2.2 新梢 1997 年 4 月, 新梢¹⁵N 浓度仅次于果仁, 至 6 月, 当年生枝及叶的¹⁵N 浓度均有所下降, 分别下降了 59.2 % 和 45.4 %, 说明生长中心已发生转移; 从 6 月至 9 月, 当年生枝和叶中¹⁵N 浓度继续下降, 分别又下降了 36.6 % 和 51.6 %。比较 9 月各器官¹⁵N 浓度, 当年生枝明显高于同期其它多年生器官。至 1998 年 1 月, 2 年生枝(1997 当年生枝)¹⁵N 浓度仍显著高于其它多年生枝。1998 年 4 月新梢¹⁵N 浓度仅次于果仁, 为 1997 年 4 月新梢的 59.2 %。

2.2.3 花和果 不论是 1997 年 1 月还是 1998 年 1 月, 花¹⁵N 浓度都显著高于同期其它器官。1997 年 4 月, 尽管果实¹⁵N 浓度低于新梢, 但果实不同部位¹⁵N 浓度与新梢相比, 果仁¹⁵N 浓度是新梢的 2.66 倍, 而果肉和果核¹⁵N 浓度仅分别为新梢的 49.4 % 和 61.5 %。说明此期果仁争夺氮素营养能力最强。1998 年 4 月, 新梢和果实各部位间¹⁵N 浓度仍呈类似关系: 果仁 > 新梢 > 果核 > 果肉。

3 讨论

3.1 果梅冬季贮氮部位

Titus 等认为多年生落叶果树冬季贮藏氮的主要部位是细枝和树干的皮层^[5], 根系能否作为贮藏氮的重要部位, 不同研究者观点不一^[1]。就果梅而言, 秋施氮肥后, 休眠期树体各器官均有贮氮能力, 但能力大小有差异, 细根和粗根¹⁵N 浓度显著高于多年生枝, 表明秋季地上部争夺氮素营养的能力已下降, 因此, 作为休眠期氮素营养的贮藏器官, 根系可能是更强大的贮藏“库”。地上部多年生枝吸收同化肥料氮的能力强于主干。比较 1998 年 1 月各器官¹⁵N 浓度, 果梅地上与地下均存在脱落器官在脱落前养分回撤并就近贮藏的对应性。

3.2 氮的循环及利用

Quartieri 等^[2]认为贮氮对花和果实的生长所起的作用远大于对新梢生长所起的作用; 而 Dasberg^[3]则持相反观点: 果树早春的营养生长较生殖生长对贮氮的依赖性更大。果梅秋施¹⁵N 后, 休眠期, 花中¹⁵N 浓度显著高于同期其它器官, 说明贮氮对冬季花芽的进一步分化与充实, 提高花芽质量及降低来年的落花、落果率有积极意义^[6]。至新梢旺长期, 比较各新生器官¹⁵N 浓度, 果仁争夺氮素营养能力最强, 其次才是新梢。说明贮氮对保证春季幼果种胚正常生长发育, 防止采前落果, 促进新梢形态迅速建成均有重要意义。

贮氮主要在萌芽至新梢旺长期, 即大量需氮期起作用^[4]。新梢停长后, 其中养分就应表现为回流。果梅亦不例外。1997 年 6~9 月, 当年生枝和叶中¹⁵N 浓度分别下降了 36.6 % 和 51.6 %, 各自含氮量却基本不变, 这似乎表明果梅早期新梢同化的氮素营养较后期同化的更易于再循环和再利用。早春由于土温较低, 限制了根系对土壤养分的利用, 所以贮氮多用于新生器官结构物质的构造, 而此期叶中¹⁵N 浓度大幅度下降是否与生产上梅叶早衰相关, 有待进一步证实。新梢停长后, 当年生枝中¹⁵N 浓度始终高于地上部多年生器官。说明新梢停长后, 贮氮对整个植株的作用已很小, 但对于花芽分化仍有着重要作用。秋施¹⁵N 后, 从多年生器官¹⁵N 浓度在年周期内动态变化及 1998 年 1 月花蕾、4 月新生器官¹⁵N 浓度都显著高于同期其它器官可得出: 果梅体内氮素营养有随生长中心转移而转移和较长时期再利用再代谢的特性。

参考文献:

- 1 Millard P. Internal cycling of nitrogen in trees. *Acta Horticulturae*, 1995, 383: 3~14
- 2 Quartieri M, Tagliavini M, Scudellari D, et al. Root nitrogen uptake and remobilization of nitrogen reserves in pear during vegetative renewal. *Rivista di Frutticoltura e di ortofloricoltura*, 1996, 58 (10): 57~60
- 3 Dasberg S. Nitrogen fertilization in citrus orchards. *Plant and Soil*, 1987, 100: 1~9
- 4 顾曼如, 束怀瑞, 周宏伟. 苹果氮素营养研究. *园艺学报*, 1986, 13 (1): 25~29
- 5 Titus J S, Kang S M. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. *Hort. Rev.*, 1982, 4: 204~246
- 6 徐季娥, 林裕益, 吕瑞江, 等. 鸭梨秋施¹⁵N-尿素的吸收与分配. *园艺学报*, 1993, 20 (2): 145~149

Studies on the Absorption and Distribution of ¹⁵N-labelled Ammonium Calcium to *Prunus mume* Following Autumn Application

Sun Jun, Zhang Zhen, Sheng Bingcheng, and Sun Qibao

(¹ *Horticulture Department, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;* ² *Horticulture Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Science, Hefei 230031, China*)

Abstract: Mature plants of *Prunus mume*/peach rootstock were fertilized with ¹⁵N-labelled ammonium calcium in autumn. Treatment with autumn application augmented ¹⁵N-storage in roots and the perennial branches and promoted flower-bud differentiation in winter. During shoot rapid-growing period, kernel absorbed more nitrogen than did the new shoots; After then, ¹⁵N in the new shoots was recovered to perennial tissues, perennial organs-thickening became the growing-centre. The ¹⁵N concentration in the current branches was higher than the perennial branches, the storage N could promote the next year flower-bud differentiation. The withdrawn ¹⁵N from falled organs was remobilized in near tissues during dormant period. In the following season, the withdrawn ¹⁵N was translocated to new organs. The remobilization and distribution of N were highly correlated with the centre of growth and development in *Prunus mume*. The absorbed N following autumn application could be utilized for a long time.

Key words: *Prunus mume*; Nitrogen nutrition; Application; ¹⁵N-labelled ammonium calcium

欢迎订阅 2003 年下列期刊

《果树学报》(原《果树科学》) 是中国农科院郑州果树所主办的学术性期刊。双月刊, 国际标准开本, 72 页, 定价 8 元, 全年 6 期 48 元, 挂号每期另加 2 元。全国各地邮局(所)均可订阅, 国内代号 36-93, 国外代号 BM1107。漏订者可直接寄款至编辑部订购, 地址: 河南省郑州市航海东路南, 中国农科院郑州果树所《果树学报》编辑部, 邮政编码: 450009, 电子信箱: gsbx@371.net。

《中国果树》 是中国农业科学院果树研究所主办的专业技术期刊。双月刊, 单月 10 日出版; 每期定价 4 元, 全年 24 元; 国内外发行, 邮发代号: 8-106。漏订者可直接汇款到编辑部订阅, 如需挂号每期另加 2 元。地址: 辽宁省兴城市中国农业科学院果树研究所, 邮编: 125100, 电话: (0429) 5155760, 传真: (0429) 5157700。

《落叶果树》 是山东省果树研究所、山东农业大学园艺学院主办的果树专业技术期刊, 双月刊, 16 开本。邮发代号: 24-98, 每期定价 5 元, 全年 30 元, 也可随时汇款到杂志社订阅。汇款地址: 山东省泰安市龙潭路 64 号《落叶果树》杂志社, 邮编: 271000, 电话: 0538-8334077, 8204076, 传真: 8204077。

《山西果树》 是山西省农业科学院果树研究所主办的果树科技期刊。从 2003 年开始改为双月刊, 每期定价 4 元, 全年 24 元。全国各地邮局均可订阅, 邮发代号 22-17。漏订者可直接汇款至编辑部订阅, 需挂号者每册另加挂号费 2 元。地址: 山西省太谷县省果树研究所《山西果树》编辑部, 邮编: 030800, 电话/ 传真: 0354-6215005、6215114。

《河北果树》 是河北省果树学会主办的专业技术期刊, 国内外公开发行, 双月刊, 单月 15 日出版, 大 16 开 64 页, 每期定价 5 元, 全年 30 元, 邮发代号: 18-247, 漏订者可直接汇款至编辑部订阅。地址: 河北省昌黎果树研究所《河北果树》编辑部, 邮编: 066600, 电话: (0335) 2017632。

《中国西瓜甜瓜》 是由中国农科院郑州果树所主办的专业刊物。2003 年改为双月刊, 大 16 开本, 56 页。每期定价 4.50 元, 全年 27 元。邮发代号 36-143, 漏订者可随时汇款至编辑部订阅, 需挂号者请加寄挂号费 12 元。地址: 郑州市航海东路南 中国农科院郑州果树研究所果树瓜类杂志社; 邮编 450009。电话: 0371-6811816, 0371-6723741。