

王明友,高方胜,张 红. 茴香氮素营养吸收分配规律研究[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):158-160.

# 茴香氮素营养吸收分配规律研究

王明友,高方胜,张 红

(德州学院农学系/山东省德州市设施蔬菜工程技术研究中心,山东德州 253023)

**摘要:**运用 $^{15}\text{N}$ 示踪法研究茴香氮素营养吸收分配的特性。结果表明,茴香开花期地上部积累的氮素 64.0% ~ 64.9% 来自土壤,35.1% ~ 36.0% 来自肥料;成熟期茴香地上部从土壤中吸收的氮占氮素积累量的 60% ~ 61.5%,吸收的肥料氮量占 38.5% ~ 40.0%。茴香开花期肥料氮在地下部各器官的分配表现为枝茎 > 叶片 > 花序;成熟期肥料氮在地下部各器官的分配表现为枝茎 > 籽粒 > 叶片。追肥氮开花期和成熟期在茴香地上部各器官中的分配比例明显大于基肥氮。

**关键词:**茴香;氮素; $^{15}\text{N}$ ;吸收分配

**中图分类号:** S573.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0158-02

茴香(*Foeniculum vulgare*)为伞形科茴香属 1~2 年生草本植物,全株具有特殊芳香气味,含有大量的维生素 C、维生素 B、胡萝卜素及各种人体必需的氨基酸,是一种营养价值较高的蔬菜。我国茴香资源丰富,具有不同的生物学特性<sup>[1-3]</sup>,水分含量、土壤含盐量等可显著影响其生长发育<sup>[4-5]</sup>。此外,茴香种子作为调味品及精油原材料得到了广泛的应用及研究<sup>[6-8]</sup>。农业生产中氮肥的合理运筹是提高作物产量与品质的主要技术措施之一。氮肥的使用量、使用时期对作物氮素的分配规律、生长发育、产量品质等都具有重要影响<sup>[9-12]</sup>,但关于茴香栽培过程中氮肥吸收运转和分配方面的研究尚处于空白。本试验应用 $^{15}\text{N}$ 示踪技术,研究了基肥氮和追肥氮在茴香地上部不同生长时期所占的比例及其在各器官中的分配特点,以期合理施用氮肥及提高茴香氮肥的利用效率提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2010 年在山东省德州市夏津县长安集进行,地处 115°45' ~ 117°36'E,36°24'25" ~ 38°0'32"N,属暖温带大陆性季风气候,年平均气温 12.9 °C,年平均降水量 547.5 mm,年平均无霜期 208 d。播种前试验田 0~20 cm 土层含有有机质 14.2 g/kg、全氮 0.13 g/kg、水解氮 83.7 mg/kg、速效磷 55.9 mg/kg、速效钾 90.6 mg/kg。

供试材料为德农 1 号,播种量为 67.5 kg/hm<sup>2</sup>,2010 年 4 月 12 日播种,播种前结合翻耕施入优质干鸡粪 37 500 kg/hm<sup>2</sup>、过磷酸钙 750 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 225 kg/hm<sup>2</sup>。植株长到 20 cm 左右时,按行距 50 cm、株距

10 cm 间苗,2010 年 10 月收获。生产过程按常规管理。

试验采用长 1 m、宽 1 m、高 0.5 m 的镀锌铁皮框围成微区,垂直放入土壤 0.45 m 深,露出地表 0.05 m。微区面积为 1 m × 1 m,小区之间间隔 1 m,相邻区组之间间隔 2 m,整个试验区周围设置 2 m 的保护行。

试验按氮肥使用时期设 2 个处理,处理 1 为 $^{15}\text{N}$ 硫酸铵作底肥 + 普通硫酸铵作追肥,处理 2 为普通硫酸铵作底肥 +  $^{15}\text{N}$ 硫酸铵作追肥,重复 3 次。 $^{15}\text{N}$ 硫酸铵(上海化工研究院) $^{15}\text{N}$ 的丰度为 10.16。每个微区基施和追施硫酸铵量分别为 3.016 5、5.028 3 g,播种前在微区内取出约 2 kg 土,过 5 mm 筛,再与作基肥的硫酸铵混匀,均匀撒施到微区,翻耕后播种。追肥时先将硫酸铵溶解于水中,均匀喷洒到微区,最后浇水,使其渗入土壤。

### 1.2 测定项目及方法

植株含氮量及 $^{15}\text{N}$ 丰度测定:开花期按叶片、茎秆、穗分样;成熟期按叶片、茎秆、籽粒分样。每次取样包含微区中的所有植株,在烘干箱中于 80 °C 烘至恒重,粉碎后备用。用微量凯氏定氮法测定全氮含量;将凯氏定氮后的蒸馏液酸化后,浓缩至 3 mL,用 MAT-251 质谱仪测定样品的 $^{15}\text{N}$ 丰度。

氮素相关指标的计算方法:地上部来自底肥、追肥、土壤的氮量及比例参照 Zenetti 等的方法计算<sup>[13]</sup>。地上部植株氮素积累量 = 地上部植株干重 × 植株含氮量;植株积累的氮素来自底肥或追肥氮的比例 = (器官中 $^{15}\text{N}$ 丰度 - 0.366 3) / (肥料中 $^{15}\text{N}$ 丰度 - 0.366 3) × 100%;地上部植株积累的氮素来自肥料氮的比例 = 来自底肥氮的比例 + 来自追肥氮的比例;地上部植株积累的氮素来自底(追)肥氮的量 = 地上部氮素积累量 × 地上部植株积累的氮素来自底(追)肥氮的比例;地上部植株自土壤吸收的氮量 = 地上部氮素积累量 - 地上部植株积累的氮素来自(底 + 追)肥氮的量;肥料氮利用率 = 地上部植株积累的氮素来自肥料氮的量 / 总施氮量 × 100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同氮肥处理茴香开花期和成熟期植株吸收土壤氮和肥料氮的特点

开花期茴香地上部植株积累的氮素 64.0% ~ 64.9% 来

收稿日期:2013-03-22

基金项目:山东省农业良种工程项目[编号:鲁科农字(2009)103号]。

作者简介:王明友(1964—),男,山东安丘人,教授,主要从事农作物栽培生理研究。E-mail:nwmy\_sddz@163.com。

通信作者:高方胜,硕士,讲师,主要从事蔬菜栽培生物学研究。E-mail:gaofangsheng06@163.com。

自土壤氮,35.1%~36.0%来自肥料氮(表1),说明开花前茴香吸收的氮素大部分来自土壤氮。其中植株基肥氮的积累量占地上部氮素积累量的比例为12.3%,追肥氮为23.1%,基肥氮明显低于追肥氮。

由表1还可以看出,成熟期茴香地上部植株从土壤中吸收的氮量占氮素积累量的60.0%~61.5%,而吸收的肥料氮

量占38.5%~40.0%。与开花期比较,成熟期植株吸收的肥料氮量占地上部氮素积累量的比例平均增加了3.7个百分点,相应的土壤氮量占的比例平均降低了3.7个百分点。由此可见,基肥氮和追肥氮对地上部植株氮素积累的贡献量相差不大。

表1 不同氮肥处理茴香开花期和成熟期植株吸收土壤氮和肥料氮的特点

生育时期	处理	地上部氮素 积累量(kg/hm <sup>2</sup> )	肥料氮				土壤氮量 (kg/hm <sup>2</sup> )	占总氮 (%)
			占总氮 (%)	积累量 (kg/hm <sup>2</sup> )	总氮积累量 (kg/hm <sup>2</sup> )	占总氮 (%)		
开花期	基肥氮	215.78	12.3	26.58	77.76	36.0	138.01	64.0
	追肥氮	221.82	23.1	51.18		35.1	144.05	64.9
成熟期	基肥氮	296.41	13.8	40.92	114.00	38.5	182.41	61.5
	追肥氮	285.24	25.6	73.08		40.0	171.24	60.0

2.2 不同施氮处理对茴香不同器官中肥料氮分配的影响

2.2.1 开花期肥料氮在各器官中的分配 由表2可以看出,开花期肥料氮在茴香各器官的分配量表现为枝茎>叶片>花序,相应的分配比例亦表现为枝茎远大于叶片和花序,枝茎基肥氮分配比例分别较叶片和花序高10.8、11.4个百分点,追肥氮分配比例分别较叶片和花序高25.0、27.4个百分点,叶片肥料氮分配比例略大于花序。由此可知,基肥氮和追肥氮对氮素在茴香不同器官积累量的贡献不同,这应该和氮素发生作用的时期和不同器官发生循序互作有关。

表2 开花期肥料氮在各器官中的分配

处理	氮素积累量(kg/hm <sup>2</sup> )				分配比例(%)		
	叶片	花序	枝茎	合计	叶片	花序	枝茎
基肥氮	6.19	5.74	14.65	26.58	8.0	7.4	18.8
追肥氮	11.17	9.36	30.65	51.18	14.4	12.0	39.4
合计	17.36	15.10	45.30	77.76	22.4	19.4	58.2

2.2.2 成熟期肥料氮在各器官中的分配 由表3可知,茴香成熟期肥料氮在茴香各器官的分配和开花期显著不同。肥料氮在各器官中的分配量以枝茎最高,籽粒次之,叶片最低,三者基肥氮和追肥氮的平均含量依次为30.65、20.24、6.12 kg/hm<sup>2</sup>,前两者远大于后者,分配比例亦表现同样的变化。基肥氮与追肥氮在茴香体内的氮素贡献率以追肥氮为大,但两者差异主要体现在枝茎和籽粒上,叶片中分配比例相差不大。这可能和各器官的生物积累量及氮素的体内再分配有关。

表3 成熟期肥料氮在各器官中的分配

处理	氮素积累量(kg/hm <sup>2</sup> )				分配比例(%)		
	叶片	枝茎	籽粒	合计	叶片	枝茎	籽粒
基肥氮	5.89	21.59	13.44	40.92	5.2	18.9	11.8
追肥氮	6.34	39.71	27.03	73.08	5.6	34.8	23.7
合计	12.23	61.30	40.47	114.00	10.8	53.7	35.5

3 讨论

本试验中茴香在开花期地上部植株积累的氮素中有64.0%~64.9%来自土壤氮,有35.1%~36.0%来自肥料;

在成熟期茴香地上部植株从土壤中吸收的土壤氮占氮素积累量的60%~61.5%,吸收的肥料氮量占38.5%~40.0%,与前人在小麦和水稻上研究的结果相似<sup>[14-15]</sup>,吸收的氮约2/3来源于土壤氮,1/3来源于当季所施的肥料氮。说明土壤氮素在茴香栽培中起重要作用,生产中应以培肥地力为主,兼顾适量追肥。

茴香开花期肥料氮在地上部各器官的分配表现为枝茎>叶>花序,成熟期肥料氮在地上部各器官的分配表现为枝茎>籽粒>叶片,两者都以枝茎分配量和分配比例为最高,主要因为在茴香生殖生长时期花茎生物量迅速积累,远大于后两者,生产中可通过茴香生殖初期摘心增加结籽部位来增加氮素在产品器官中的分配量。籽粒作为花序继续发育的产物,其分配比重高于叶片和花序,这应该和其生物积累量不断增加及氮素在茴香各器官之间的再分配有关。

开花期和成熟期追肥氮在茴香地上部各器官中的分配比例显著大于基肥氮,因此根据作物生长发育特性对氮肥的使用进行合理运筹,对提高氮素利用率与产量十分必要<sup>[16]</sup>。

参考文献:

[1]何金明,肖艳辉,王羽梅,等. 不同茴香品种植株形态及营养成分分析[J]. 中国蔬菜,2008(8):18-20.  
[2]Wang M Y,Xiao B L,Liu L X. Comparison of photosynthetic parameters and some physiological indices of 11 fennel varieties[C]//CSEE, 2011:365-369.  
[3]Xiao B L,Wang M Y,Liu L X. Effect of naturally low temperature stress on cold resistance of fennel varieties resource [C]//CSEE, 2011:370-374.  
[4]肖艳辉,何金明,王羽梅,等. 土壤含水量对茴香植株生长及精油含量和组分的影响[J]. 园艺学报,2009,36(7):1005-1012.  
[5]高方胜,王明友. 盐胁迫对茴香生理特性的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(12):126-128,132.  
[6]Duke J A. Handbook of medicinal herbs[M]. Boca Raton: CRC Press Inc.,1985:198-199.  
[7]Muenscher W C L,Rice M A. Garden spice and wild pot-herbs[M]. New York: Cornell University Press,1978.  
[8]Albert-Puleo M. Fennel and anise as estrogenic agents[J]. Journal of Ethnopharmacology,1980,2(4):337-344.

李晓刚,杨青松,蔺 经,等. 梨杂种后代结果习性及童区与成年区叶片光合作用差异比较[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):160-163.

# 梨杂种后代结果习性及童区与成年区 叶片光合作用差异比较

李晓刚,杨青松,蔺 经,常有宏,王中华

(江苏省农业科学院园艺研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**以 7 年生“华酥×西子绿”梨杂种单株为试材,研究了梨实生苗生长和结果习性及童区与成年区叶片生物学特性及光合作用差异。结果表明:杂种树从第 3 年开始陆续结果,到第 7 年结果率达 100%,结果部位集中在树体 1.2 m 以上,1.2 m 以下结果率为 0;童区叶片叶面积、比叶重、栅栏组织厚度、海绵组织厚度显著低于成年区叶片;童区和成年区叶片净光合速率( $P_n$ )、气孔导率( $G_s$ )、蒸腾速率( $T_r$ )日变化都呈双峰形,胞间  $CO_2$  浓度( $C_i$ )日变化呈双谷形,且童区光合作用显著低于成年区;童区叶片光补偿点、表观量子效率、rubisco 最大羧化速率和羧化效率显著低于成年区叶片,而光补偿点(CCP)则相反,说明梨实生苗从童年阶段过渡到成年阶段的转折点发生在树冠上一定的空间高度,且成年实生苗在童区范围内仍然保持着童性;童区叶片  $P_n$ 、 $G_s$ 、气孔数量显著低于成年区,说明在很大程度上气孔因素是限制童区光合提高的主要原因。

**关键词:**梨;杂种;童区;成年区;结果;光合作用

**中图分类号:** S661.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0160-04

在全世界 70 多个栽培梨的国家中,我国是梨品种最多、栽培面积最大、总产量最高的国家<sup>[1]</sup>。选择适宜品种是发展果树优质生产的关键环节,果树品种对产量、品质、贮藏、抗逆性能等起决定性作用。常规杂交育种是果树品种选育最主要的手段,近 10 年来我国育成的主要梨新品种都是采用常规杂交选种,如翠冠、西子绿等品种<sup>[2]</sup>。梨杂交育种后代从播种到花芽分化前有一段营养期称为童期<sup>[3]</sup>。光合作用是干物质生产的主要途径,与植物生长关系十分密切,在一定程度上决定植物生长速度,因此树木的光合作用历来受到人们重视。国内外围绕果树童期开展了广泛研究,研究认为梨杂种后代童期的遗传为数量性状,杂种童期的长短与亲本营养期呈显著相关<sup>[4-6]</sup>。还有研究认为,杂交亲本品种早实性的遗传组成为异质基因型,并表现为多基因控制的数量性状遗传特性,

砂梨系统的品种大多具有早实性,白梨或西洋梨系统的品种则营养期较长,杂种后代结果较迟<sup>[7-11]</sup>。关于童期向成年期转变的生理机制,研究者曾提出了多因子控制假说,认为多种激素、代谢物、营养物等化学物质参与花诱导,其中碳水化合物尤其是蔗糖、内源激素、多胺等起重要作用。目前针对梨杂种后代个体生长及叶片光合作用的报道较少。本研究分析了梨杂种后代结果习性和光合作用规律,以期对杂交育种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及处理

试验在江苏省农业科学院园艺研究所梨选种圃进行。试验材料为梨杂种实生苗,亲本为华酥×西子绿,共 167 株,行株距为 4 m×1 m。所有杂交种子均在 2003 年冬季进行沙藏,于 2004 年 3 月初播种于 128 孔育苗盘中,4 月中旬移栽钵盘(宽、高分别为 18、32 cm),6 月移植大田。所有杂种苗均为常规管理,每年追施尿素 1~3 次,秋季施 1 次腐熟的菜籽饼基肥,每年喷药 5~7 次。在修剪方面,前 3 年都进行顶梢剪截,疏除基部下垂枝,保持顶梢生长优势。3 年后只疏除过密枝和徒长枝。该园年平均温度约 15.4℃,最高气温可达

收稿日期:2013-09-04

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(11)1012];江苏省自然科学基金(编号:BK2010472)。

作者简介:李晓刚(1976—),男,江苏睢宁人,博士研究生,副研究员,主要从事果树栽培生理研究。Tel:(025)84390224;E-mail:xiaogangli8@aliyun.com。

[9]石 玉,于振文,李延奇,等. 施氮量和底追肥比例对冬小麦产量及肥料氮去向的影响[J]. 中国农业科学,2007,40(1):54-62.

[10]赵凤霞,姜远茂,彭福田,等. 甜樱桃对<sup>15</sup>N 尿素的吸收、分配和利用特性[J]. 应用生态学报,2008,19(3):686-690.

[11]孙文涛,张玉龙,娄春荣,等. 灌溉方法对温室番茄栽培尿素氮利用影响的研究[J]. 核农学报,2007,21(3):295-298,267.

[12]彭福田,姜远茂,顾曼如,等. 氮素对苹果果实内源激素变化动态与发育进程的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(2):208-213.

[13]Zenetti S,Hartwig U A,van Kessel C,et al. Does nitrogen nutrition

restrict the  $CO_2$  response of fertile grassland lacking legumes? [J]. Oecologia,1997,112(1):17-25.

[14]陈佑良,张启刚,梁振兴,等. 应用富集<sup>15</sup>N 研究冬小麦对氮素的吸收规律及其对器官建成的影响[J]. 作物学报,1986,12(2):101-108.

[15]周瑞庆,陈开铁,李合松,等. 应用<sup>15</sup>N 示踪技术研究水稻对氮素的吸收利用[J]. 湖南农学院学报,1991,17(4):665-669.

[16]于振文,田奇卓,潘庆民,等. 黄淮麦区冬小麦超高产栽培的理论与实践[J]. 作物学报,2002,28(5):577-585.