

不同氮效率花生品种氮素累积与利用特征

王春晓, 凌飞, 鹿泽启, 姜蔚, 臧宏伟, 张伟, 姚杰, 兰丰, 柳璇, 王志新, 郑永美

引用本文:

王春晓, 凌飞, 鹿泽启, 等. 不同氮效率花生品种氮素累积与利用特征[J]. *中国生态农业学报(中英文)*, 2019, 27(11): 1706–1713.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.190239>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同基因型水稻苗期氮营养特性差异及综合评价

Evaluation of nitrogen nutrition characteristics of different rice cultivars at seedling stage

中国生态农业学报. 2016, 24(10): 1347–1355 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.160130>

不同年代培育的棉花品种产量性状及氮利用效率特征

Comparison of yield and nitrogen use efficiency-related traits of cotton cultivars released during the last sixty years

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(6): 880–889 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.180929>

花生补灌条件下施氮对土壤氮素吸收与转化的影响

Effect of nitrogen application on soil nitrogen absorption and transformation under supplementary irrigation of peanut

中国生态农业学报. 2018, 26(1): 96–105 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170523>

陕A群、陕B群选育的玉米自交系氮效率评价

Evaluation of nitrogen efficiency for selected Shaan A and B maize inbred lines

中国生态农业学报. 2016, 24(11): 1521–1528 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.160433>

滴灌水肥一体化条件下施氮量对夏玉米氮素吸收利用及土壤硝态氮含量的影响

Effects of nitrogen application rate on nitrogen absorption and utilization in summer maize and soil NO₃--N content under drip fertigation

中国生态农业学报. 2018, 26(5): 668–676 <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170416>

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.190239

王春晓, 凌飞, 鹿泽启, 姜蔚, 臧宏伟, 张伟, 姚杰, 兰丰, 柳璇, 王志新, 郑永美. 不同氮效率花生品种氮素累积与利用特征[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(11): 1706–1713

WANG C X, LING F, LU Z Q, JIANG W, ZANG H W, ZHANG W, YAO J, LAN F, LIU X, WANG Z X, ZHENG Y M. Characteristics of nitrogen accumulation and utilization in peanuts (*Arachis hypogaea*) with different nitrogen use efficiencies[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2019, 27(11): 1706–1713

不同氮效率花生品种氮素累积与利用特征*

王春晓¹, 凌飞², 鹿泽启¹, 姜蔚¹, 臧宏伟¹, 张伟¹, 姚杰¹, 兰丰¹,
柳璇¹, 王志新^{1**}, 郑永美^{3**}

(1. 烟台市农业科学院 烟台 265500; 2. 山东海洋文化旅游发展有限公司 日照 276800; 3. 山东省花生研究所 青岛 266100)

摘要: 氮是花生(*Arachis hypogaea*)生长发育必需的大量元素之一, 明确不同品种氮素利用特点, 可为花生氮高效品种筛选、培育及节氮栽培提供依据。桶栽条件下, 利用¹⁵N示踪技术, 测定了19个花生品种产量、植株氮含量、氮素积累量及3种氮源供氮量等指标, 并以供试品种的产量及氮效率平均值为基准, 将品种划分为高产氮高效、高产氮低效、低产氮高效和低产氮低效4种类型, 分析了4种类型品种氮素累积与利用特征。结果表明: 1) 不同类型花生品种氮效率存在较大差异, 氮高效型品种荚果氮效率平均为25.0 kg·kg⁻¹, 比氮低效型品种平均值高13.6%。2) 营养体氮含量中等的品种有利于产量和氮效率同时提高, 生殖体和整株氮含量不同类型品种间差异不大; 在植株有足够氮积累的前提下, 提高氮向生殖体的分配比例是高产氮高效品种的基本特征。3) 不同类型花生品种土壤氮和肥料氮供氮水平与氮效率一致, 根瘤供氮水平与氮效率因品种产量水平而异; 当氮效率相近时, 根瘤供氮水平高, 有利于产量形成; 氮高效型土壤供氮比例略高于低效型, 根瘤供氮比例与土壤供氮比例相反, 土壤氮与根瘤氮有较好的补偿效应; 不同类型品种肥料供氮比例相差不大。4) 不同类型品种产量和氮效率与氮肥利用率和氮肥偏生产力高度一致, 而不同类型品种间氮素生物效率差异较小。综上, 不同类型花生品种产量和氮效率存在显著差异, 选育产量和氮效率双高的品种不仅必要, 而且可行, 是未来花生节氮栽培的有效途径之一。

关键词: 花生; 氮素; 品种类型; 产量; 氮效率; 氮累积与利用

中图分类号: S565.201

文章编号: 2096-6237(2019)11-1706-08

开放科学码(资源服务)标识码(OSID):



Characteristics of nitrogen accumulation and utilization in peanuts (*Arachis hypogaea*) with different nitrogen use efficiencies*

WANG Chunxiao¹, LING Fei², LU Zeqi¹, JIANG Wei¹, ZANG Hongwei¹, ZHANG Wei¹, YAO Jie¹,
LAN Feng¹, LIU Xuan¹, WANG Zhixin^{1**}, ZHENG Yongmei^{3**}

(1. Yantai Academy of Agricultural Sciences, Yantai 265500, China; 2. Shandong Ocean Culture Tourism Development Co., Ltd., Rizhao 276800, China; 3. Shandong Peanut Research Institute, Qingdao 266100, China)

* 国家自然科学基金项目(31801309)和山东省重大科技创新工程项目(2018YFJH0601)资助

** 通信作者: 王志新, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估与花生栽培生理, E-mail: 13953568369@126.com; 郑永美, 主要研究方向为花生生理生态研究, E-mail: ymzhengrice@163.com

王春晓, 主要从事农产品质量安全风险评估与花生栽培生理研究。E-mail: chunxiaosd@126.com

收稿日期: 2019-04-01 接受日期: 2019-07-24

* This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (31801309) and the Major Technology Innovation Program of Shandong Province (2018YFJH0601).

** Corresponding authors: WANG Zhixin, E-mail: 13953568369@126.com; ZHENG Yongmei, E-mail: ymzhengrice@163.com

Received Apr. 1, 2019; accepted Jul. 24, 2019

Abstract: Enhancing nitrogen (N) use efficiency at a genetic level would be an effective way to reduce N use and strive toward green cultivation. Understanding the N use characteristics of different peanut (*Arachis hypogaea*) varieties could provide some valuable insight for selecting and breeding peanut varieties with high N use efficiency and reduce applied N use in cultivation. In total, 19 peanut varieties were used to investigate the N accumulation and utilization characteristics under different N use efficiency conditions of varieties with differing yield potentials in a pot experiment via ^{15}N isotope tracing analysis. Based on the average yields and N use efficiencies, the 19 peanut varieties were divided into the following four types: high yield and high N use efficiency (HYHN), high yield and low N use efficiency (HYLN), low yield and high N use efficiency (LYHN), and low yield and low N use efficiency (LYLN). The results showed that there were significant differences in different peanut varieties. The varieties with moderate N content in the vegetative organs were conducive to a simultaneous increase in the yield and N use efficiency, while no significant differences were detected in the N content of the reproductive organs or whole plants across various peanut varieties. Increases in the N allocation rates in reproductive organs were characteristic of the HYHN varieties under the assumption that there was sufficient N accumulation in the peanut plants. The results also showed that the available N levels and N use efficiencies of the soil's N source and fertilizer's N source were consistent in various peanut varieties, whereas different yields among the varieties determined the fixed N from the N source at nodulation. In addition, under similar N use efficiency conditions, a higher N-fixing nodule level favored increased yield. The N supplying from the soil's N source increased in the high-N type varieties compared with that in the low-N type varieties; however, it was the opposite with regards to the fixed N source at nodulation. This showed that there were desirable compensatory effects between the soil's N and fixed N sources. Meanwhile, there were no significant differences in the N supplying ratios with regards to the fertilizer's N source in various varieties. The yields and N use efficiencies of different varieties were highly consistent with the N use efficiency and partial productivity of the N fertilizer, whereas there were negligible differences in the N use efficiencies among various peanut varieties. In conclusion, there were significant differences among different peanut varieties with respect to the yield and N use efficiency. Breeding a HYHN peanut variety is of great importance and appears feasible. This is an effective method to decrease the N use in peanut cultivation in the future.

Keywords: Peanut; Nitrogen; Variety type; Yield; Nitrogen efficiency; Nitrogen accumulation and utilization

氮是花生(*Arachis hypogaea*)生长发育必需的大量元素之一。提高氮素利用效率和增产效果、减少农田氮素损失和其对环境的压力,是目前我国花生生产亟待解决的主要问题之一^[1]。目前,国内外评价作物氮肥利用效率的指标有多种,概括起来可分为两类:吸收效率和生产效率,前者为施氮量被作物吸收的百分比,后者为氮肥吸收后物质生产效率及向经济器官(如籽粒)的分配情况^[2-4]。提高氮素利用率主要包括两条途径:一是农艺途径,即通过各种措施,包括配方施肥、肥水一体化、施用新型肥料等;二是生物途径,即通过筛选利用氮素高效利用的品种。

同一作物不同品种类型氮素利用效率存在较大差异。氮素利用效率的高低与品种形态特征及生理特性密切相关。水稻(*Oryza sativa*)氮高效型品种单茎根系的干重、体积、伤流强度和活跃吸收表面积比等显著或极显著高于氮中效型品种^[5],产量与氮素积累量、氮素吸收效率、氮素利用率呈显著或极显著正相关^[6-7]。玉米(*Zea mays*)氮素干物质生产效率与植株总干重、总氮含量、氮吸收速率呈极显著正相关^[8]。提高玉米氮收获指数,增加氮素在植株体内的运转率有利于氮素利用效率的提高^[9]。氮效率

基因型差异主要决定于吸收效率^[10]。小麦(*Triticum aestivum*)氮高效型品种具有较高的产量、干物质和氮素积累量,提高开花后氮同化量和转运量有利于提高氮流效率^[11-12]。烟草(*Nicotiana tabacum*)氮高效基因型植株氮素积累量、氮素吸收效率、氮效率均显著高于氮低效基因型植株^[13]。上述研究为利用生物途径提高氮素利用率提供了重要参数。在花生上,杨伟波等^[14]通过苗期水培方法,从36份花生种质中筛选出6份花生苗期氮高效种质,但没有最终的产量结果。郑永美等^[15]以不同基因型花生产量平均值和氮素荚果生产效率平均值为分界线,将不同基因型花生分为高产氮高效、高产氮低效、低产氮高效和低产氮低效4种类型,但没有进一步分析不同类型氮素利用特点。花生作为可以利用根瘤固氮的豆科作物,提高产量和氮素利用率应放在同等重要的位置,这也是现代农业对花生生产的基本要求^[1],了解高产氮高效型品种的生育特点和生理特征,有助于推动花生育种与栽培朝着产量和氮素利用率协同提高的方向发展。本文探讨了不同产量及氮效率花生品种氮素累积与利用特征,以为花生氮高效品种筛选、培育及节氮栽培提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料与试验设计

试验在山东省花生研究所莱西试验站进行。选用 19 个代表不同产区的主栽品种, 分别为: ‘潍花 2000-1’ ‘T104’ ‘冀花 5 号’ ‘冀花 6 号’ ‘花育 22 号’ ‘山花 7 号’ ‘豫花 9326’ ‘汕油 523’ ‘鲁花 11’ ‘天府 20’ ‘山花 10 号’ ‘白沙 1016’ ‘花育 39 号’ ‘花育 626’ ‘日本千叶半蔓’ ‘远杂 9307’ ‘花育 20 号’ ‘红色大白沙’ 和 ‘日花 1 号’, 分别用数字 1~19 代表。同时种植不结瘤系花生 (NN-1) 用于计算土壤氮与肥料氮的积累量比例。试验土壤为棕壤, 基础养分为: 全氮 $1.22 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效氮 $78.2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效磷 $45.3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾 $97.6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 有机质 $11.9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

试验用直径 38 cm、深 80 cm 无底硬化 PVC 圆桶进行。将圆桶埋入田间土中, 圆桶上边露出地表 5 cm, 桶四周间距 0.8 m。将田间 0~25 cm、26~50 cm 和 51~75 cm 土壤按照原土层顺序装入桶内。每桶播 4 粒种子, 齐苗后间苗, 每桶留 3 棵长势均匀一致的植株。氮肥 (N) 用量为每桶 1.02 g ($90 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, N 来源为 ^{15}N 标记尿素, 丰度为 10.3%), 磷肥 (P_2O_5) 每桶 1.70 g ($150 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$), 钾肥 (K_2O) 每桶 2.04 g ($180 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)。每个品种 4 次重复, 每个重复 6 桶, 即每个品种需播种 24 桶。肥料于播种前施入 0~20 cm 土层中。 ^{15}N 标记尿素购买于上海化工研究院。桶外保护行施用的肥料种类及每公顷用量与桶内相同。

1.2 取样分析

于花生成熟期 (出苗后 120~130 d) 取样。用流水冲洗植株, 植株下方放一个 100 目的筛子以防脱落的根系及叶片被水冲走。将洗净的植株分成两部分, 一部分为荚果, 另一部分为果针、根、茎和叶, 于烘箱中 105 杀青 0.5 h, 80 烘干至恒重后分别称重。采用 Kjeltec 2300 全自动定氮仪分别测定两部分样品氮含量, MAT-271 型质谱仪测定样品 ^{15}N 丰度。

1.3 计算方法

$$\text{氮积累量} = \text{干物质量} \times \text{氮含量} \quad (1)$$

$$\text{肥料氮积累量} = \text{氮素积累量} \times (\text{样品 } ^{15}\text{N} \text{ 丰度} / \text{肥料 } ^{15}\text{N} \text{ 丰度}) \quad (2)$$

$$\text{土壤氮积累量} / \text{肥料氮积累量} (\text{比例系数}) = (\text{不结瘤系花生氮素积累量} - \text{不结瘤系花生肥料氮积累量}) / \text{不结瘤系花生肥料氮积累量} \quad (3)$$

$$\text{土壤氮积累量} = \text{肥料氮积累量} \times \text{比例系数} \quad (4)$$

$$\text{根瘤固氮积累量} = \text{氮素积累量} - \text{土壤氮积累量} - \text{肥料氮积累量} \quad (5)$$

$$\text{氮素荚果效率} = \text{单株荚果产量} / \text{单株氮积累总量} \quad (6)$$

$$\text{氮素生物效率} = \text{单株生物量} / \text{单株氮积累总量} \quad (7)$$

$$\text{氮肥利用率} = \text{全生育期氮肥积累量} / \text{氮肥施用量} \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{氮肥偏生产力} = \text{荚果产量} / \text{施氮量} \quad (9)$$

1.4 数据处理

采用 Excel、DPS 和 SPSS 软件进行数据整理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同花生品种产量与荚果氮效率分类

以 19 个花生品种的产量和氮素荚果效率 (简称氮效率) 平均值为基准, 将供试品种划分为高产氮高效 (简称双高型)、高产氮低效、低产氮高效和低产氮低效 (简称双低型) 4 种类型。其中双高型品种的产量及氮效率均高于供试品种的平均值, 高产氮低效型品种产量高于平均值, 氮效率低于平均值, 以此类推。其中 ‘花育 22 号’ 等 5 个品种属于双高型, 平均产量 $220.9 \text{ g}\cdot\text{盆}^{-1}$, 荚果氮效率 $24.5 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 占供试品种中的 26.3%; ‘鲁花 11 号’ 等 3 个品种属于高产低效型, 平均产量 $209.9 \text{ g}\cdot\text{盆}^{-1}$, 荚果氮效率 $21.9 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 占供试品种中的 15.8%; ‘山花 7 号’ 等 4 个品种属于低产高效型, 平均产量 $171.4 \text{ g}\cdot\text{盆}^{-1}$, 荚果氮效率 $25.4 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 占供试品种中的 21.1%; ‘汕油 523’ 等 7 个品种属于双低型, 平均产量 $159.1 \text{ g}\cdot\text{盆}^{-1}$, 荚果氮效率 $22.0 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 占供试品种中的 36.8% (图 1)。

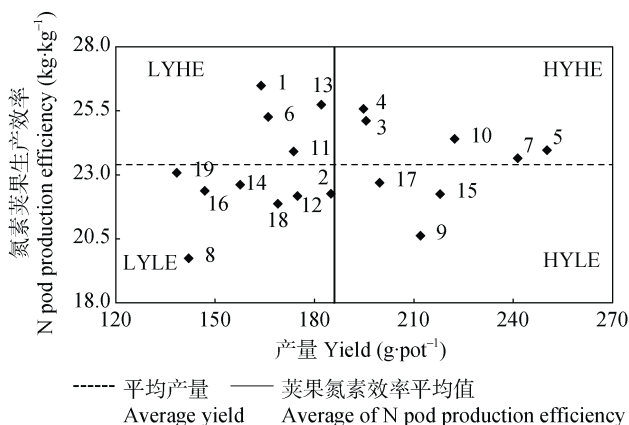


图 1 不同产量及荚果氮效率花生品种分类

Fig. 1 Classification of peanut varieties with different yields and N use efficiencies

HYHE: 高产氮高效型; HYLE: 高产氮低效型; LYHE: 低产氮高效型; LYLE: 低产氮低效型。数字 1~19 分别代表品种 ‘潍花 2000-1’ ‘T104’ ‘冀花 5 号’ ‘冀花 6 号’ ‘花育 22 号’ ‘山花 7 号’ ‘豫花 9326’ ‘汕油 523’ ‘鲁花 11 号’ ‘天府 20’ ‘山花 10 号’ ‘白沙 1016’ ‘花育 39 号’ ‘花育 626’ ‘日本千叶半蔓’ ‘远杂 9307’ ‘花育 20 号’ ‘红色大白沙’ 和 ‘日花 1 号’。HYHE: high yield and high N efficiency type; HYLE: high yield and low N efficiency type; LYHE: low yield and high N efficiency type; LYLE: low yield and low N efficiency type. The numbers 1~19 represent varieties of ‘Weihua 2000-1’ ‘T104’ ‘Jihua 5’ ‘Jihua 6’ ‘Huayu 22’ ‘Shanhua 7’ ‘Yuhua 9326’ ‘Shanyou 523’ ‘Luhua 11’ ‘Tianfu 20’ ‘Shanhua 10’ ‘Baisha 1016’ ‘Huayu 39’ ‘Huayu 626’ ‘Qianyebanman of Japan’ ‘Yuanza 9307’ ‘Huayu 20’ ‘Red dabaisha’ and ‘Rihua1’, respectively.

2.2 不同类型花生品种氮含量、积累与分配

2.2.1 氮含量

同一产量水平下, 氮高效型花生营养体氮含量低于氮低效型, 高产品种氮高效型比氮低效型平均低 12.7%, 低产品种平均低 9.1%; 而生殖体和整株氮含量不同氮效率品种间差别不大, 没有达到显著水平; 同一氮效率水平下, 高产型花生的营养体、生殖体及整株平均氮含量, 除氮低效的生殖体外, 其余均略高于低产型, 但差异均未达显著水平。表明植株中氮的相对含量与产量及氮效率关系不大(图 2)。

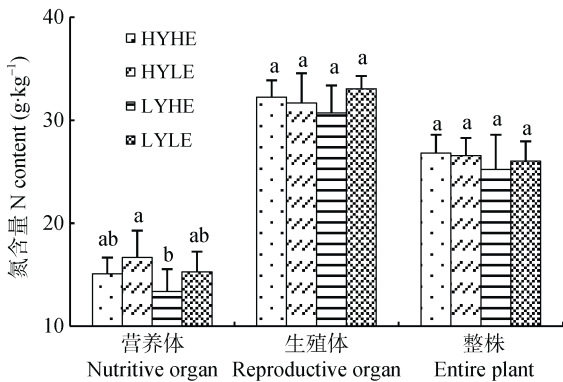


图 2 不同类型花生品种不同部位的植株氮含量

Fig. 2 N contents of different plant parts of different types of peanut varieties

HYHE: 高产氮高效型; HYLE: 高产氮低效型; LYHE: 低产氮高效型; LYLE: 低产氮低效型。不同小写字母表示同一部位不同品种类型在 0.05 水平差异显著。HYHE: high yield and high N efficiency type; HYLE: high yield and low N efficiency type; LYHE: low yield and high N efficiency type; LYLE: low yield and low N efficiency type. Different lowercase letters indicate significant differences in the same plant part among variety types at 0.05 level.

2.2.2 氮的积累与分配

由图 3 可知, 同一产量水平下, 氮高效型花生品种营养体氮积累量低于氮低效型, 高产品种氮高效型比氮低效型平均低 17.0%, 比低产品种平均低 18.7%; 生殖体则相反, 高产品种氮高效型比氮低效型平均高 3.6%, 比低产品种平均高 13.5%; 整株氮积累量不同氮效率品种差异较小。同一氮效率水平下, 营养体、生殖体及整株氮积累量与产量一致。即产量高, 各器官氮的积累量亦高。双高型的营养体氮积累量低于双低型, 但生殖体和整株氮积累量较双低型分别高 28.8%和 19.9%; 高产低效型营养体、生殖体及整株氮积累量较低产高效型分别高 33.9%、9.5%和 13.9%。上述结果表明, 花生氮高效的品种特点是营养体氮积累少, 生殖体积累多, 高产花生需要有足够的氮积累作保证。

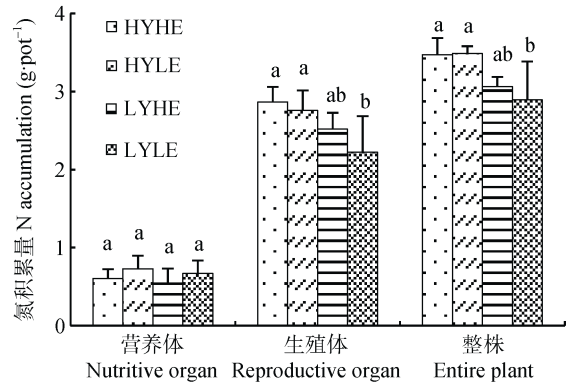


图 3 不同类型花生品种不同部位的氮积累量

Fig. 3 N accumulation of different plant parts of different types of peanut varieties

HYHE: 高产氮高效型; HYLE: 高产氮低效型; LYHE: 低产氮高效型; LYLE: 低产氮低效型。不同小写字母表示同一部位不同品种类型在 0.05 水平差异显著。HYHE: high yield and high N efficiency type; HYLE: high yield and low N efficiency type; LYHE: low yield and high N efficiency type; LYLE: low yield and low N efficiency type. Different lowercase letters indicate significant differences in the same plant part among variety types at 0.05 level.

2.3 不同类型花生品种 3 种氮源供氮特点

2.3.1 3 种氮源供氮量

由图 4 可以看出, 同一产量水平下, 花生土壤氮和肥料氮供氮水平与氮效率一致, 双高型比高产低效型分别高 5.4%和 5.5%; 低产高效型比双低型分别高 8.0%和 6.6%。根瘤氮在高产的情况下, 氮高效品种供氮量低于氮低效品种, 而在低产条件下, 则相反。表明根瘤供氮水平与氮效率因品种产量水平而异。同一氮效率水平下, 花生土壤氮、肥料氮和根瘤氮 3 种氮源, 尤其是根瘤氮, 供氮水平与产量水平一致。双高型品种 3 种氮源较双低型分别高 14.8%、14.7%和 27.8%; 高产低效型较低产高效型分别高 2.4%、0.5%和 35.3%。这一结果表明, 当氮效率相近时, 根瘤供氮水平高, 有利于产量形成。

2.3.2 3 种氮源供氮比例

由图 5 可以看出, 同一产量水平下, 氮高效型花生土壤氮供氮比例略高于氮低效型, 平均高 1.9 个百分点, 同一氮效率水平下, 供氮比例与产量趋势相反, 高产类型比低产类型低 3.9 个百分点; 不同类型根瘤供氮比例趋势恰好与土壤供氮比例相反。土壤氮与根瘤氮有较好的补偿效应, 而根瘤供氮比例较高的品种更易获得高产。不同类型肥料供氮比例相差不大, 为 11.9%~13.3%, 表明品种间肥料发挥的作用类似。

2.4 不同类型花生品种氮素利用率

由图 6 可以看出, 同一产量水平下, 花生氮肥利用率和氮肥偏生产力与氮效率有相同的趋势, 即

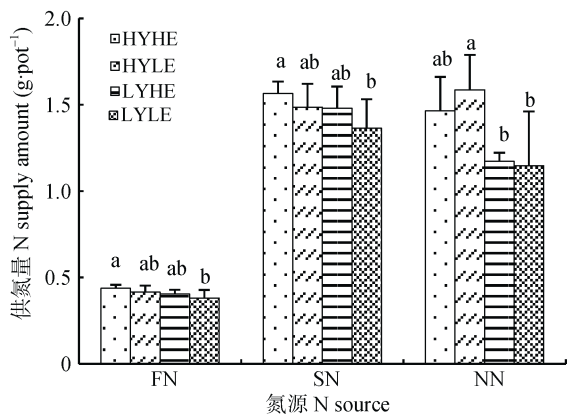


图 4 不同类型花生品种土壤氮(SN)、肥料氮(FN)和根瘤氮(NN)的供氮量

Fig. 4 Amounts of N supply from soil N (SN), fertilizer N (FN) and nodule N (NN) sources of different types of peanut varieties

HYHE: 高产氮高效型; HYLE: 高产氮低效型; LYHE: 低产氮高效型; LYLE: 低产氮低效型。不同小写字母表示同一氮源不同品种类型在 0.05 水平差异显著。HYHE: high yield and high N efficiency type; HYLE: high yield and low N efficiency type; LYHE: low yield and high N efficiency type; LYLE: low yield and low N efficiency type. Different lowercase letters indicate significant differences in the same nitrogen source among different variety types at 0.05 level.

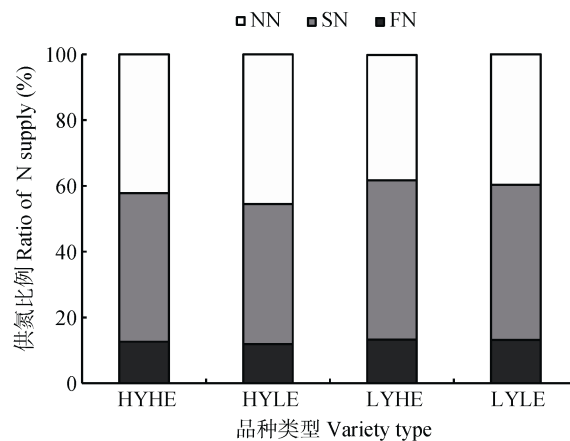


图 5 不同类型花生品种土壤氮(SN)、肥料氮(FN)和根瘤氮(NN)的供氮比例

Fig. 5 Ratios of N supply from soil N (SN), fertilizer N (FN) and nodule N (NN) sources of different types of peanut varieties

HYHE: 高产氮高效型; HYLE: 高产氮低效型; LYHE: 低产氮高效型; LYLE: 低产氮低效型。HYHE: high yield and high N efficiency type; HYLE: high yield and low N efficiency type; LYHE: low yield and high N efficiency type; LYLE: low yield and low N efficiency type.

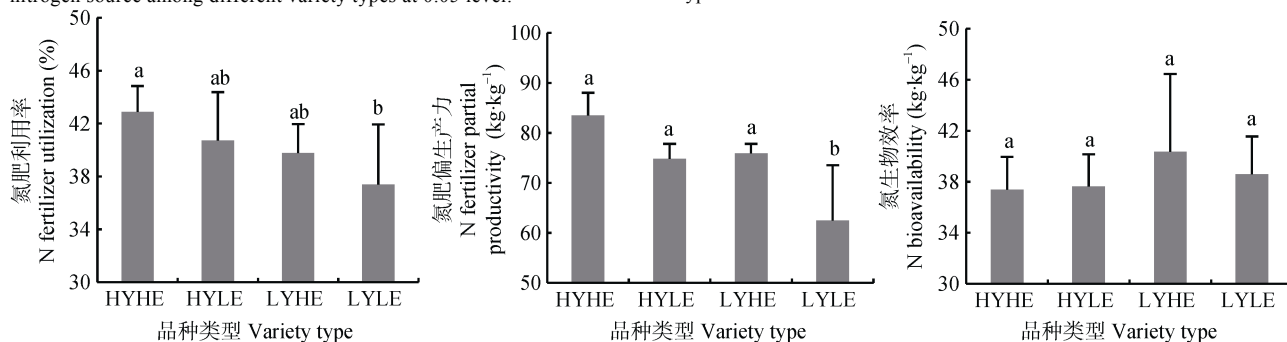


图 6 不同类型花生品种的氮素利用率

Fig. 6 Nitrogen utilization in peanut with different types

HYHE: 高产氮高效型; HYLE: 高产氮低效型; LYHE: 低产氮高效型; LYLE: 低产氮低效型。不同小写字母表示不同品种类型在 0.05 水平差异显著。HYHE: high yield and high N efficiency type; HYLE: high yield and low N efficiency type; LYHE: low yield and high N efficiency type; LYLE: low yield and low N efficiency type. Different lowercase letters indicate significant differences among different variety types at 0.05 level.

氮肥利用率和偏生产力高, 氮效率就高。高产条件下, 氮高效品种氮肥利用率和氮肥偏生产力分别比氮低效品种高 5.4% 和 11.6%; 低产高效型比双低型分别高 6.4% 和 21.4%。同一氮效率水平下, 氮肥利用率和氮肥偏生产力水平与产量水平一致, 双高型品种氮肥利用率和氮肥偏生产力较低产高氮型分别增加 7.8% 和 10.0%; 高产氮低效型比双低型分别增加 8.8% 和 19.7%。不同类型间氮素生物效率差异较小, 没有达到显著水平。上述结果表明, 产量和荚果氮效率与氮肥利用率和氮肥偏生产力高度一致, 提高产量的同时, 有利于提高氮素效率, 而与氮素生物效率无明显关系。

3 讨论

3.1 不同类型花生品种的氮效率

单位氮素所生产荚果的量(亦称产量)称为氮素荚

果效率, 是衡量花生氮素效率的最主要指标之一^[16]。郑永美等^[15]报道, 不同基因型花生氮素荚果生产效率变幅为 8.1~29.6 kg·kg⁻¹, 基因型间差异显著。本试验中, 高产氮高效型和低产氮高效型荚果氮效率分别达 24.6 kg·kg⁻¹ 和 25.4 kg·kg⁻¹, 明显高于高产氮低效型和低产氮低效型(荚果氮效率分别为 21.9 kg·kg⁻¹ 和 22.0 kg·kg⁻¹), 在 0.01 水平上显著。说明品种是影响荚果氮效率的主要因素之一。通过培育品种提高花生氮效率, 是节氮栽培的有效途径之一。而且选育产量和氮效率双高的品种也是可行的, 应将其作为花生育种的主要目标之一。

3.2 不同类型花生品种氮含量、积累与分配

刘强等^[17]报道, 氮胁迫条件下, 油菜(*Brassica napus*)氮高效品种的植株含氮量与氮素累积量高于

氮低效品种; 正常供氮条件下, 高产品种的植株含氮量低于低产品种, 但由于其生物量较高, 氮素累积吸收量并不低于低产品种。黄元炯等^[18]研究表明, 烟草氮高效品种氮素吸收与积累能力明显高于氮低效品种。本试验中, 营养体含氮量高有利于产量的形成, 含氮量低有利于提高氮效率, 含氮量中等的品种有利于产量和氮效率同时提高; 而生殖体和整株含氮量不同类型品种间差异不显著。同一产量水平下, 氮高效型花生营养体氮积累量低于氮低效型, 而生殖体则相反, 表明提高氮素向生殖体的分配有利于提高花生氮效率, 而整株氮积累量与氮效率关系不大, 表明氮素分配对花生氮效率的影响大于吸收。同一氮效率水平下, 营养体、生殖体及整株氮积累量与产量一致。综上, 花生高产氮高效品种的特点, 一是植株需要有足够的氮积累, 二是提高生殖体的分配比例。

3.3 不同类型花生品种 3 种氮源供氮特征

施肥对花生 3 种氮源供氮量和供氮比例有很大影响^[3,19]。随施氮量增加, 土壤氮和根瘤氮的供氮量增加, 肥料氮的比例增大, 根瘤氮和土壤氮的比例减小^[20]。随施磷量增加, 肥料氮和根瘤氮的供应量增加, 土壤氮的比例减小, 肥料氮和根瘤氮的比例增大^[21]。随施钾量增加, 3 种氮源的供氮量均有所增加, 土壤氮吸收比例减小, 肥料氮和根瘤氮的比例增大^[22]。表明增施磷钾肥有利于挖掘肥料氮和根瘤氮的供氮潜力。本试验表明, 同一产量水平下, 花生土壤氮和肥料氮两种氮源供氮水平与氮效率一致, 根瘤供氮水平与氮效率因品种产量水平而异。当氮效率相近时, 3 种氮源, 尤其是根瘤氮, 供氮水平与产量水平一致。从 3 种氮源的供氮比例看, 同一产量水平下, 土壤氮供氮比例与氮效率一致, 根瘤供氮比例与氮效率相反; 同一氮效率水平下, 土壤供氮比例与产量趋势相反, 根瘤供氮比例与产量趋势一致, 说明根瘤供氮比例较高的品种更易获得高产。本试验中, 不同类型肥料供氮比例相差不大, 推测品种间肥料氮的作用相对稳定, 其量的大小和比例高低主要与氮肥用量多少有关, 而本试验中施氮量是相同的。

3.4 不同类型花生品种氮素利用率

现有研究表明, 施肥, 尤其是氮肥, 对氮肥利用率影响很大。随施氮量的增加, 氮肥利用率显著降低^[23]。张思苏等^[24]报道, 适当施磷, 有利于提高氮肥利用率。Wang 等^[25]报道, 不同形态氮肥氮素利用率不同, 酰胺态氮高于铵态氮、硝态氮及硝铵混合态氮。不同类型花生品种氮肥利用率存在差异,

当季利用率为 51.5%~60.4%, 珍珠豆型‘鲁花 3 号’最高, 龙生型‘西洋生’次之, 多粒型‘四粒红’最低^[26]。郑永美等^[15]报道, 在高肥力条件下, 不同基因型花生氮肥利用率为 16.3%~34.6%, 差异显著。本试验结果表明, 同一产量水平下, 花生氮肥利用率与氮效率有相同的趋势, 即氮肥利用率高, 氮效率亦高。同一氮效率水平下, 氮肥利用率与产量水平一致, 即高产品种氮肥利用率高于低产品种。氮肥偏生产力与氮效率趋势与氮肥利用率相同, 表明双高品种有利于提高氮肥利用率和氮肥偏生产力。

单玉华等^[27]研究发现, 粳稻及广亲和品种氮的生物效率高于籼稻, 而氮的籽粒生产效率低于籼稻。本试验表明, 不同类型间氮素生物效率差异不显著, 可能与作物类型有关。

4 结论

营养体含氮量高有利于产量的形成, 含氮量低有利于提高氮效率, 含氮量中等的品种有利于产量和氮效率同时提高, 而生殖体和整株氮含量对氮效率影响较小; 高产氮高效品种, 植株需要有足够的氮积累, 且提高生殖体的分配比例; 同一产量水平, 土壤氮和肥料氮供氮水平与氮效率一致, 根瘤氮供氮量因产量水平不同而异, 低产品种氮效率与根瘤供氮量一致, 高产品种则相反, 当氮效率相近时, 根瘤供氮水平高, 有利于产量形成; 氮高效型土壤供氮比例略高于低效型, 根瘤供氮比例与土壤供氮比例相反, 土壤氮与根瘤氮有较好的补偿效应, 不同类型品种肥料供氮比例相差不大; 不同类型品种产量和氮效率与氮肥利用率和氮肥偏生产力高度一致, 而不同类型间氮素生物效率差异较小。

参考文献 References

- [1] 王才斌, 吴正锋, 孙学武, 等. 花生营养生理生态与高效施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 69-84
WANG C B, WU Z F, SUN X W, et al. Physiological and Ecological and High Efficiency Fertilization of Peanut Nutrition[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2017: 69-84
- [2] SATTELMACHER B, HORST W J, BECKER H C. Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants[J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 1994, 157(3): 215-224
- [3] BASU M, BHADORIA P B S, MAHAPATRA S C. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels[J]. Bioresource Technology, 2008, 99(11): 4675-4683
- [4] BEATTY P H, ANBESSA Y, JUSKIWI P, et al. Nitrogen use efficiencies of spring barley grown under varying nitrogen conditions in the field and growth chamber[J]. Annals of

- Botany, 2010, 105(7): 1171–1182
- [5] 李敏, 张洪程, 杨雄, 等. 水稻高产氮高效型品种的根系形态生理特征[J]. 作物学报, 2012, 38(4): 648–656
LI M, ZHANG H C, YANG X, et al. Root morphological and physiological characteristics of rice cultivars with high yield and high nitrogen use efficiency[J]. Acta Agronomica Sinica, 2012, 38(4): 648–656
- [6] 程建峰, 戴廷波, 曹卫星, 等. 不同类型水稻种质氮素营养效率的变异分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 175–183
CHENG J F, DAI T B, CAO W X, et al. Variations of nitrogen nutrition efficiency in different rice germplasm types[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2007, 13(2): 175–183
- [7] 殷春渊, 张庆, 魏海燕, 等. 不同产量类型水稻基因型氮素吸收、利用效率的差异[J]. 中国农业科学, 2010, 43(1): 39–50
YIN C Y, ZHANG Q, WEI H Y, et al. Differences in nitrogen absorption and use efficiency in rice genotypes with different yield performance[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(1): 39–50
- [8] 魏滢, 曹鑫波, 李改玲, 等. 黑龙江玉米主产区不同基因型玉米氮素利用效率分析[J]. 东北农业大学学报, 2017, 48(2): 1–7
WEI S, CAO X B, LI G L, et al. Nitrogen use efficiency analysis of different genotypes of maize in main maize producing areas in Heilongjiang[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2017, 48(2): 1–7
- [9] 卢艳丽, 陆卫平, 刘小兵, 等. 糯玉米氮肥利用效率的基因型差异[J]. 作物学报, 2006, 32(7): 1031–1037
LU Y L, LU W P, LIU X B, et al. Genotype differences of fertilizer-nitrogen use efficiency in waxy corn[J]. Acta Agronomica Sinica, 2006, 32(7): 1031–1037
- [10] 刘建安, 米国华, 陈范骏, 等. 玉米杂交种氮效率基因型差异[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(3): 276–281
LIU J A, MI G H, CHEN F J, et al. Genotype differences on nitrogen use efficiency among maize hybrids[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2002, 8(3): 276–281
- [11] 张旭, 田中伟, 胡金玲, 等. 小麦氮素高效利用基因型的农艺性状及生理特性[J]. 麦类作物学报, 2016, 36(10): 1315–1322
ZHANG X, TIAN Z W, HU J L, et al. Agronomic and physiological characteristics of high efficient nitrogen utilization in wheat[J]. Journal of Triticeae Crop, 2016, 36(10): 1315–1322
- [12] 孙传范, 戴廷波, 荆奇, 等. 小麦品种氮利用效率的评价指标及其氮营养特性研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(6): 983–987
SUN C F, DAI T B, JING Q, et al. Nitrogen use efficiency and its relationship with nitrogen nutrition characteristics of wheat varieties[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(6): 983–987
- [13] 钟思荣, 陈仁霄, 陶瑶, 等. 不同烟草基因型氮素吸收效率与利用效率差异[J]. 中国烟草科学, 2017, 38(4): 58–63
ZHONG S R, CHEN R X, TAO Y, et al. Study on the difference of nitrogen uptake and utilization efficiency of different tobacco genotypes[J]. Chinese Tobacco Science, 2017, 38(4): 58–63
- [14] 杨伟波, 李东霞, 符海泉, 等. 花生苗期氮高效基因型及其评价指标的筛选研究[J]. 花生学报, 2015, 44(4): 7–12
YANG W B, LI D X, FU H Q, et al. Screening of peanut varieties with high nitrogen efficiency and its evaluation indices in seedling stage[J]. Journal of Peanut Science, 2015, 44(4): 7–12
- [15] 郑永美, 孙秀山, 王才斌, 等. 高肥力土壤条件下不同基因型花生对氮素利用的差异[J]. 应用生态学报, 2016, 27(12): 3977–3986
ZHENG Y M, SUN X S, WANG C B, et al. Differences in nitrogen utilization characteristics of different peanut genotypes in high fertility soils[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2016, 27(12): 3977–3986
- [16] 王才斌, 万书波. 花生生理生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 167–185
WANG C B, WAN S B. Physiological and Ecological of Peanut[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2011: 167–185
- [17] 刘强, 宋海星, 荣湘民, 等. 不同品种油菜氮效率差异及其生理基础研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(1): 113–119
LIU Q, SONG H X, RONG X M, et al. Differences in nitrogen use efficiency among different rape varieties and their physiological basis[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2008, 14(1): 113–119
- [18] 黄元炯, 张生杰, 马永建, 等. 不同烤烟品种(基因型)氮效率及耐低氮能力的差异[J]. 烟草科技, 2013, (4): 71–77
HUANG Y J, ZHANG S J, MA Y J, et al. Differential analysis of nitrogen utilization and tolerance to low nitrogen level between flue-cured tobacco cultivars (genotypes)[J]. Tobacco Science & Technology, 2013, (4): 71–77
- [19] DAIMON H, YOSHIOKA M. Responses of root nodule formation and nitrogen fixation activity to nitrate in a split-root system in peanut (*Arachis hypogaea* L.)[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2001, 187(2): 89–95
- [20] 孙虎, 李尚霞, 王月福, 等. 施氮量对不同花生品种积累氮素来源和产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(1): 153–157
SUN H, LI S X, WANG Y F, et al. Effects of nitrogen application on source of nitrogen accumulation and yields of different peanut cultivars[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2010, 16(1): 153–157
- [21] 王月福, 徐亮, 赵长星, 等. 施磷对花生积累氮素来源和产量的影响[J]. 土壤通报, 2012, 43(2): 444–450
WANG Y F, XU L, ZHAO C X, et al. Effects of phosphorus application on nitrogen accumulation sources and yield of peanut[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2012, 43(2): 444–450
- [22] 王月福, 康玉洁, 王铭伦, 等. 施钾对花生积累氮素来源和产量的影响[J]. 核农学报, 2013, 27(1): 126–131
WANG Y F, KANG Y J, WANG M L, et al. Effects of potassium application on the accumulated nitrogen source and yield of peanut[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2013, 27(1): 126–131
- [23] 万书波, 封海胜, 左学青, 等. 不同供氮水平花生的氮素利

- 用效率[J]. 山东农业科学, 2000, (1): 31-33
WAN S B, FENG H S, ZUO X Q, et al. Nitrogen use efficiency in peanut under different nitrogen supplying levels[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2000, (1): 31-33
- [24] 张思苏, 刘光臻, 余美炎, 等. 应用 ^{15}N 对花生最佳氮磷配比的研究[J]. 山东农业科学, 1989, (2): 8-11
ZHANG S S, LIU G Z, YU M Y, et al. A study on optimum proportion of N and P for peanut with ^{15}N -labeled fertilizer[J]. Shandong Agricultural Sciences, 1989, (2): 8-11
- [25] WANG C B, ZHENG Y M, SHEN P, et al. Determining N supplied sources and N use efficiency for peanut under applications of four forms of N fertilizers labeled by isotope ^{15}N [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2016, 15(2): 432-439
- [26] 孙俊福, 张思苏, 王在序, 等. 应用 ^{15}N 示踪法研究不同类型花生品种对氮素化肥的吸收利用规律[J]. 花生学报, 1989, (1): 22-24
SUN J F, ZHANG S S, WANG Z X, et al. Nitrogen use efficiency of different peanut varieties with ^{15}N labeled fertilizer[J]. Journal of Peanut Science, 1989, (1): 22-24
- [27] 单玉华, 王余龙, 山本由德, 等. 不同类型水稻在氮素吸收及利用上的差异[J]. 扬州大学学报: 自然科学版, 2001, 4(3): 42-45
SHAN Y H, WANG Y L, YAMAMOTO Y, et al. Differences of nitrogen absorption and utilization in different types of rice[J]. Journal of Yangzhou University: Natural Science Edition, 2001, 4(3): 42-45

欢迎订阅 2020 年《北方园艺》

中文核心期刊(1992-2017) 中国农业核心期刊

美国化学文摘社(CAS)收录期刊 2015、2016、2018 年期刊数字影响力 100 强

《北方园艺》是由黑龙江省农业科学院主管, 黑龙江省园艺学会、黑龙江省农业科学院主办的园艺类综合性学术期刊。创刊以来,《北方园艺》始终与时代同频, 策划新栏目, 报道行业热点, 不断推出具有创新价值、学术价值和实用价值的科研成果, 在全国园艺类核心期刊中排名第三; 在新时代背景下,《北方园艺》积极推动传统媒体与新兴媒体的融合发展, 探索新型出版模式, 设有专属投稿网站和微信公众号, 学术传播力不断提升。

为增加文章的可读性和更好地体现研究成果, 本刊增加了内文和封二新品种彩版宣传; 作者也可将团队试验成果以音视频形式在本刊微信公众号传播, 具体事宜联系编辑部。

栏目设置: 研究论文、研究简报、设施园艺、园林花卉、资源环境生态、贮藏加工检测、中草药、食用菌、专题综述、产业论坛、农业信息技术、农业经济、农业经纬、实用技术、新品种(彩版封二)。

国际标准刊号: ISSN 1001-0009 国内统一刊号: CN 23-1247/S 邮发代号: 14-150

半月刊, 每月 15 日、30 日出版, 单价: 20.00 元, 全年: 480.00 元, 全国各地邮局均可订阅, 或直接向编辑部汇款订阅。地址: 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部, 邮编: 150086

投稿网址: www.haasep.cn 电话: 0451-86694145 信箱: bfybjb@vip.163.com

