

砂姜黑土区不同花生品种对氮磷钾 养分吸收、分配和利用的差异

司贤宗¹, 张翔^{1*}, 索炎炎¹, 毛家伟¹, 李亮¹, 李国平¹, 余辉²

(1. 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州, 450002; 2. 正阳县花生研究所, 河南 正阳, 463600)

摘要: 采用大田裂区随机区组设计试验, 研究了花生不同基因型品种对氮磷钾养分吸收、分配和利用的差异, 为豫南花生主产区砂姜黑土上花生高效施肥提供技术支撑。结果表明, 施肥能显著增加花生对氮、磷、钾的吸收量, 豫花 22 对氮、磷、钾的吸收量最高, 为 283.6、32.8、105.9 kg/hm², 远杂 6 吸收量最小, 为 274.9、28.4、87.3 kg/hm²; 花生吸收的氮主要分配在果仁和叶中, 分别占吸收总量的 66.7% ~ 71.3%、11.1% ~ 13.3%; 磷主要分配在果仁和茎中, 分别占总吸磷量的 67.4% ~ 75.6%、12.2% ~ 18.3%; 钾主要分配在茎和果仁中, 分别占吸收总量的 41.2% ~ 49.4%、18.3% ~ 26.5%。不同基因型品种对氮、磷、钾在花生叶、茎、根、仁和果壳中分配的比例有明显的差异。远杂 9102 的氮磷钾的养分利用率最高, 为 27.7%; 其次是豫花 22, 为 25.6%; 远杂 6 最低, 为 21.6%。在 N 150 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 150 kg/hm² 的施用量下, 远杂 9102 是氮钾利用高效的花生品种, 远杂 6 是磷、钾利用低效型的花生品种, 豫花 22 是磷利用高效、氮利用低效型的花生品种。

关键词: 砂姜黑土区; 花生; 品种; 吸收; 分配; 利用

中图分类号: S565.2; S156.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 – 9084(2017)03 – 0380 – 06

Differences of peanut genotype on NPK uptake, distribution and utilization on vertisol soil

SI Xian – zong¹, ZHANG Xiang^{1*}, SUO Yan – yan¹, MAO Jia – wei¹, LI Liang¹, LI Guo – ping¹, YU Hui²

(1. Institute of Plant Nutrition, Resource and Environment, Henan Academy of

Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2. Zhengyang Institute of Peanut, Zhengyang 463600, China)

Abstract: The differences of peanut varieties on major nutrient element uptake, distribution and utilization were studied by field experiment with split – plot randomized block design, in order to provide technical support on peanut with high – efficiency fertilization on vertisol soil in main peanut area of southern Henan Province. The results showed that fertilization could significantly increase absorption of nitrogen, phosphorus and potassium in peanut. The uptake of nitrogen, phosphorus and potassium in Yuhua 22 were the highest, at 283.6 kg/hm², 32.8 kg/hm² and 105.9 kg/hm² respectively. The absorption of nitrogen, phosphorus and potassium in Yuanza 6 were the lowest, at 274.9 kg/hm², 28.4 kg/hm² and 87.3 kg/hm² respectively. Nitrogen were mainly distributed in kernel and leaves of peanut, accounted for 66.7% – 71.3%, 11.1% – 13.3% of the total nitrogen absorption. Phosphorus were mainly distributed in kernel and stem of peanut, accounted for 67.4% – 75.6% and 12.2% – 18.3% of the total phosphorus uptake. Potassium were mainly distributed in stems and kernel of peanut, accounted for 41.2% – 49.4% and 18.3% – 26.5% of the total potassium absorption respectively. The distribution proportion of nitrogen, phosphorus and potassium in peanut leaf, stem, root, kernel and peanut shell had obvious difference among different peanut genotypes. NPK use efficiency of Yuanza 9102 was the highest at 27.7%, that of Yuhua

收稿日期: 2017-02-20
基金项目: 河南省花生产业技术体系耕作栽培岗位 (S2012 – 05 – G02); 河南省农业科学院自主创新专项基金; 河南省重大科技攻关项目 (122101110600); 河南省基础与前沿研究计划 (162300410146)
作者简介: 司贤宗 (1975 –), 男, 河南夏邑人, 助理研究员, 博士, 主要从事经济作物施肥研究, E – mail: sixianzong@163.com
* 通讯作者: 张翔 (1967 –), 男, 河南驻马店人, 研究员, 主要从事植物营养与施肥技术研究, E – mail: zxtf203@163.com

22 was the second at 25.6%; and that of Yuanza 6 was the lowest at 21.6%. In our experimental condition, rate of N, P_2O_5 , K_2O were applied at $150\text{kg}/\text{hm}^2$, $90\text{kg}/\text{hm}^2$, $150\text{kg}/\text{hm}^2$ respectively. Yuanza 9102 was a variety with high utilization efficiency of nitrogen and potassium. Yuanza 6 was a variety with low utilization efficiency of phosphorus and potassium. Yuhua 22 was a variety with high efficiency of phosphorus and low nitrogen efficiency.

Key words: vertisol soil area; peanut; variety; uptake; distribution; utilization

科学施肥是花生产量提高和品质改善的重要技术措施^[1~4],花生品种间的光合特性^[5]、光合生理特性^[6~9]、代谢特性^[10~12]等方面存在遗传差异,导致不同花生品种对养分的需求有明显的不同^[13],影响了花生生长发育^[14,15]、干物质积累和产量形成^[16,17]。探明不同花生品种对养分吸收、分配、利用的特性,对于花生科学施肥具有重要的意义。有关施肥与花生产量方面报道较多,如张翔等^[18]、张利民等^[19]研究了施用氮肥对花生不同品种产量的影响,结果表明不同花生品种对氮肥的响应有显著的差异;徐亮等^[20]报道了施磷对花生根系生长发育和产量的影响,认为施磷能显著增加荚果的产量;周可金等^[21]、李伟锋等^[22]、高飞等^[23]研究了施钾对花生生长发育与产量的影响,钾肥能显著提高花生荚果产量,一定范围内,随着钾肥用量增加,花生产量呈增加趋势,过量施钾时产量略有降低。此外,孙虎等^[24]开展了施氮量对不同花生品种氮吸收差异的研究,梁东丽等^[25]、周可金等^[26]进行了施钾对花生养分吸收影响的报道。董晓霞等^[27]研究了缺肥条件下花生体内氮磷钾的分配情况。目前,尚未见在砂姜黑土区关于不同花生品种对氮磷钾养分吸收、分配、利用方面的报道。为此,本研究围绕夏花生施肥中由于忽视不同花生品种营养特性易造成养分不能高效利用的问题,研究了不施肥和常规施肥条件下,花生不同基因型品种对氮磷钾养分吸收、分配、利用的影响,旨在为砂姜黑土区夏花生高产高效品种筛选和科学施肥提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2016年6月-10月安排在河南省正阳县兰青乡大余村。试验田土壤为砂姜黑土,质地粘壤,地势平坦,土壤肥力均匀,排灌条件良好。0~20cm耕层土壤基础地力:有机质 $15.3\text{g}/\text{kg}$ 、全氮 $0.9\text{g}/\text{kg}$ 、速效氮 $87.1\text{mg}/\text{kg}$ 、速效磷 $15.4\text{mg}/\text{kg}$ 、速效钾 $100.0\text{mg}/\text{kg}$ 、有效锌 $1.3\text{mg}/\text{kg}$ 、pH值 5.0。

1.2 试验设计

试验共设6个处理,分别为:T1,不施肥,远杂

9102;T2,常规施肥,远杂9102;T3,不施肥,远杂6;T4,常规施肥,远杂6;T5,不施肥,豫花22;T6,常规施肥,豫花22。

常规施肥为 N $150\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 P_2O_5 $90\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 K_2O $150\text{kg}/\text{hm}^2$ 。肥料品种为尿素、过磷酸钙、氯化钾,肥料全部作基肥施用,利用花生播种-施肥一体化机,在播种花生时,开施肥沟,进行人工条施肥料,覆土。试验小区面积为 15m^2 ($3\text{m} \times 5\text{m}$),3次重复,随机排列,种植密度为 18.0 万穴/ hm^2 ,每穴种植2粒种子,6月15日播种,6月24日出苗,9月26日收获。其它田间管理按照一般丰产大田进行。

1.3 样品采集与分析

土壤样品采集与分析:整地施肥前采集基础土壤(0~20cm)样品 1kg ,测定基础地力。

花生苗期(7月6日,开始开花)、花针前期(7月25日,开花量最多),每个处理取有代表性的10株花生,花针后期(8月15日,土壤中出现定型果,但没有果仁)、结荚期(9月4日,定型果有果仁)、饱果成熟期(9月26日,果仁饱满),每个处理取有代表性的5株花生,测定主茎高、分枝高、分枝数;分别按照花生茎、叶、根和花生果(花生仁和花生壳)等部位分开,在 105°C 下杀青 15min , 65°C 恒温烘干,测定其干物重,样品粉碎后测定其氮磷钾养分含量^[28]。

1.4 收获与计产

花生饱果成熟时,每个处理分别取 4m^2 进行收获、晾晒、称重计产;同时每个处理采集有代表性的10株花生进行考种,测定其株高、侧枝长、分枝数、结果枝、饱果数、百果重、出仁率等性状指标。

1.5 数据分析

氮磷钾养分利用率(NPK use efficiency, NPKUE) = (施肥处理花生吸收的氮磷钾总量 - 不施肥处理花生吸收的氮磷钾总量) / 施肥中氮磷钾的总量 $\times 100$;花生吸收氮、磷、钾和肥料中的氮、磷、钾统一折算为 N、 P_2O_5 、 K_2O ,进行计算,下同;

氮肥利用率(N use efficiency, NUE) = (施肥处理花生吸收的氮量 - 不施肥处理花生吸收的氮量) / 施肥中的氮量 $\times 100$;

磷肥利用率(P use efficiency, PUE) = (施肥处

理花生吸收的磷量－不施肥处理花生吸收的磷量)/施肥中的磷量×100；

钾肥利用率(K use efficiency, KUE) = (施肥处理花生吸收的钾量－不施肥处理花生吸收的钾量)/施肥中的钾量×100。

试验数据采用 Excel2007 软件进行数据初步整理;用 DPS 软件对试验数据进行方差分析;用 Duncan’s 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对花生不同生育期氮磷钾吸收的影响

从表 1 可知,花生对氮、磷的吸收量随着生育期的推移呈逐渐增加趋势,对钾的吸收呈抛物线变化趋势,结荚期吸收量最大;不同生育期,施肥处理花生氮磷钾养分的吸收量均高于不施肥处理,豫花 22 对氮磷钾的吸收量高于远杂 9102,远杂 6 的吸收量最小。

花生苗期－花针后期,施肥处理花生氮、磷、钾

养分的阶段吸收量、阶段吸收比例均高于不施肥处理;花针后期－饱果成熟期施肥处理花生氮、磷养分的阶段吸收量高于不施肥处理,但阶段吸收比例低于不施肥处理;花针后期－结荚期施肥处理花生吸钾量高于不施肥处理,但吸收比例低于不施肥处理,结荚期－饱果成熟期是花生负吸收阶段,施肥处理的钾减少量及减少比例均高于不施肥处理。

花针前期－花针后期是花生对氮、磷吸收的最大阶段,花生不同基因型品种对氮、磷的吸收量为 85.9 ~ 123.0kg/hm²、7.9 ~ 12.7kg/hm²,占氮、磷吸收总量的 38.4% ~ 43.4%、33.7% ~ 38.8%。花针前期－花针后期是远杂 9102 和远杂 6 吸钾量最大的阶段,分别为 30.3 ~ 53.9kg/hm²、26.4 ~ 45.1kg/hm²,占总吸钾量的 42.3% ~ 51.5%、36.6% ~ 51.7%;苗期－花针前期是豫花 22 对钾吸收量最大的阶段,为 28.1 ~ 47.9kg/hm²,占总吸钾量的 36.6% ~ 45.3%。

表 1 不同处理对花生不同生育期氮磷钾吸收的影响
Table 1 Effects of different treatments on N, P, K uptake of peanut at different stages/(kg/hm²)

处理 Treatment	品种 Variety	施肥水平 Fertilizer level	苗期 Seedling	花针前期 Flowering	花针后期 Pegging	结荚期 Podding	饱果成熟期 Mature
氮 N	T1	远杂 9102	不施肥 NF	9.8c	34.7b	126.6c	182.3c
	T2	Yuanza 9102	常规施肥 CF	17.1a	55.2a	170.7a	232.1a
	T3	远杂 6	不施肥 NF	7.4c	25.3c	111.2d	187.8c
	T4	Yuanza 6	常规施肥 CF	13.4b	44.1b	154.1b	231.5a
	T5	豫花 22	不施肥 NF	10.2bc	37.6b	138.8bc	201.4b
	T6	Yuhua 22	常规施肥 CF	16.1ab	60.5a	183.5c	247.8a
磷 P	T1	远杂 9102	不施肥 NF	1.0cd	4.4c	12.7cd	20.4cd
	T2	Yuanza 9102	常规施肥 CF	1.3b	7.6a	18.2ab	26.2b
	T3	远杂 6	不施肥 NF	0.8d	3.6c	11.5d	19.9d
	T4	Yuanza 6	常规施肥 CF	1.2b	5.3b	16.2b	25.7bc
	T5	豫花 22	不施肥 NF	1.1b	5.3b	14.3bc	22.5cd
	T6	Yuhua 22	常规施肥 CF	1.6a	8.2a	20.9a	30.1a
钾 K	T1	远杂 9102	不施肥 NF	7.7b	28.4c	58.7d	78.9b
	T2	Yuanza 9102	常规施肥 CF	11.8a	50.4a	104.3a	137.0a
	T3	远杂 6	不施肥 NF	4.5c	20.3c	46.7cd	75.6b
	T4	Yuanza 6	常规施肥 CF	8.9b	37.7b	82.8b	126.9a
	T5	豫花 22	不施肥 NF	7.0b	35.1b	61.5c	83.4b
	T6	Yuhua 22	常规施肥 CF	11.7a	59.6a	100.0a	139.3a

注:不施肥(NF),常规施肥(CF),列后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,下同
Notes:no fertilization (NF), conventional fertilization (CF), values followed by different small letters in a column are significantly different at 0.05 probability level. Same as below

2.2 不同处理对氮磷钾在花生不同器官分配的影响

从表 2 可以看出,花生吸收的氮主要分配在花生仁,分配比例为 66.7% ~ 71.3%;其次是分配在叶,占吸收总量的 11.1% ~ 13.3%;再次是茎,分配的比例为 9.4% ~ 11.8%;分配在花生壳的比例较小,为 5.2% ~ 7.4%;根分配的比例最小,为 1.6% ~ 2.7%。与不施肥处理相比,施肥处理花生茎、叶、

根中氮分配比例较高,果仁和果壳中氮分配比例较低,表明氮供应充足时,氮主要在茎、叶、根积累;供应不足时,优先向荚果(花生仁和花生壳)分配。花生不同基因型品种间,远杂 9102 向茎分配氮的比例最大,平均为 10.8%;远杂 6 向花生仁分配氮的比例最高,平均为 69.9%;豫花 22 向叶、果壳、根分配氮的比例均最大,平均分别为 13.0%、6.9%、2.4%。

表 2 不同处理对氮磷钾在花生不同器官分配的影响
Table 2 Effects of different treatments on N, P, K distribution of peanut in different organs/%

处理 Treatment	品种 Variety	施肥水平 Fertilizer level	叶 Leaf	茎 Stem	根 Root	花生仁 Kernel	花生壳 Shell	
氮 N	T1	远杂 9102	不施肥 NF	11.1	10.4	1.6	69.6	7.4
	T2	Yuanza 9102	常规施肥 CF	11.9	11.3	2.6	67.0	7.3
	T3	远杂 6	不施肥 NF	11.9	9.4	2.1	71.3	5.3
	T4	Yuanza 6	常规施肥 CF	12.3	11.8	2.3	68.4	5.2
	T5	豫花 22	不施肥 NF	12.8	10.0	2.1	68.0	7.1
	T6	Yuhua 22	常规施肥 CF	13.3	10.5	2.7	66.7	6.8
磷 P	T1	远杂 9102	不施肥 NF	6.9	16.3	0.8	70.7	5.3
	T2	Yuanza 9102	常规施肥 CF	8.4	18.3	1.3	67.5	4.5
	T3	远杂 6	不施肥 NF	8.6	12.2	0.9	75.6	2.7
	T4	Yuanza 6	常规施肥 CF	8.8	15.5	1.4	71.8	2.5
	T5	豫花 22	不施肥 NF	9.2	14.8	1.2	70.8	4.0
	T6	Yuhua 22	常规施肥 CF	9.5	18.3	1.5	67.4	3.4
钾 K	T1	远杂 9102	不施肥 NF	18.6	44.7	1.8	20.8	14.1
	T2	Yuanza 9102	常规施肥 CF	20.5	41.2	2.6	23.3	12.4
	T3	远杂 6	不施肥 NF	18.0	47.1	1.7	23.3	9.9
	T4	Yuanza 6	常规施肥 CF	19.9	42.2	2.3	26.5	9.2
	T5	豫花 22	不施肥 NF	16.4	49.4	2.2	18.3	13.7
	T6	Yuhua 22	常规施肥 CF	19.2	44.5	2.5	23.0	10.8

花生吸收的磷分配在花生仁的比例最大,为 67.4% ~ 75.6% ;其次是茎,占吸磷量的 12.2% ~ 18.3% ;再次是叶,分配比例为 6.9% ~ 9.5% ;分配在果壳中磷的比例较小,为 2.5% ~ 5.3% ;根中磷的分配比例最小,为 0.8% ~ 1.5% 。与不施肥处理相比,施肥处理茎、叶、根中磷分配比例较高,果仁和果壳中磷分配比例较低,表明磷供应充足时,磷主要在花生茎、叶、根积累;供应不足时,磷优先向荚果(果仁和果壳)分配。花生不同基因型品种间,远杂 9102 向果仁、茎、果壳分配磷的比例均最大,平均分别为 69.1% 、17.3% 、4.9% ;豫花 22 向叶、根分配磷的比例最大,平均为 9.3% 、1.4% 。

花生吸收的钾分配在茎中的比例最大,为 41.2% ~ 49.4% ;其次是果仁,占吸钾量的 18.3% ~ 26.5% ;再次是叶,分配比例为 16.4% ~ 20.5% ;分配在果壳中的钾的比例较小,为 9.2% ~ 14.1% ;根中分配钾的比例最小,为 1.7% ~ 2.6% 。与不施肥处理相比,施肥处理叶、根、果仁中钾分配比例较高,茎、果壳中钾分配比例较低,表明钾供应充足时,易在叶、根、果仁中积累;供应不足时,优先向茎、果壳分配。花生不同基因型品种间,远杂 9102 向叶、花生壳分配钾的比例最大,平均为 19.5% 、13.3% ;远杂 6 向花生仁分配钾的比例最大,平均为24.9% ;豫花 22 向茎、根分配钾的比例最大,平均为46.9% 、2.4% 。

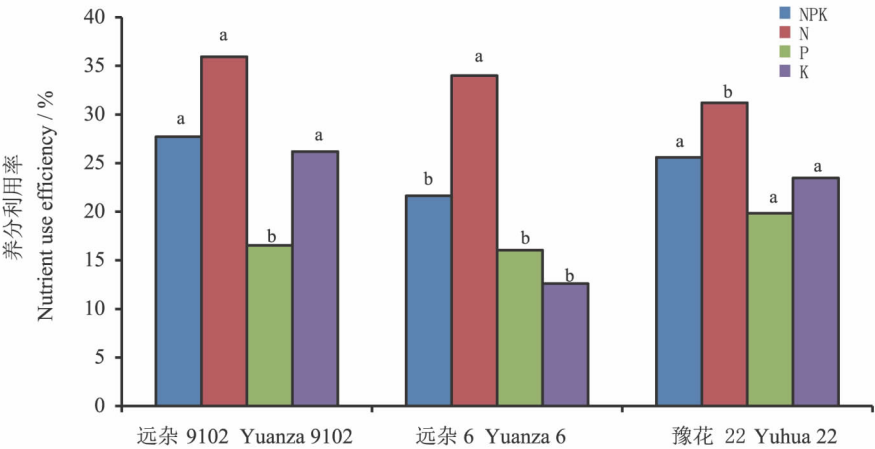


图 1 花生不同基因型品种氮磷钾养分利用率
Fig.1 Use efficiency of N, P, K fertilizer of different peanut genotypes

2.3 花生不同基因型品种氮磷钾养分利用率

从图1可知,远杂9102的氮磷钾养分利用率最高,为27.7%,显著高于远杂6,但与豫花22的差异不显著;远杂9102的氮肥利用率显著高于豫花22,高于远杂6,但差异没有达到显著水平;豫花22的磷肥利用率显著高于远杂9102、远杂6,远杂9102的磷肥利用率高于远杂6,但差异不显著;远杂9102、豫花22的钾肥利用率显著高于远杂6,远杂9102与豫花22的钾肥利用率差异没有达到显著水平。远杂9102的氮肥、磷肥、钾肥的利用率分别为35.9%、16.5%、26.2%,远杂6分别为34.0%、16.0%、12.6%,豫花22分别为31.2%、19.8%、23.5%。可以认为,远杂9102是氮钾利用高效型的花生品种;远杂6是磷钾利用低效型的花生品种;豫花22是磷钾利用高效、氮利用低效型的花生品种。

3 讨论与结论

施肥能显著增加花生体内的养分积累量。孙虎等^[24]研究表明饱果成熟时,花生各器官含氮量表现为随着施氮量的增加而增加,成熟期每盆花生氮素积累量为1 512.51~2 245.70mg,不同花生品种间差异显著,花育17的氮素积累量高于白沙1016;梁东丽等^[25]等研究认为,施钾量在0~67.5kg/hm²时,花生吸钾的能力随着施钾量的增加呈增加趋势,周可金等^[26]研究结果表明,随着施钾量的增加,氮磷钾养分的积累量均增加,但施钾量超过150kg/hm²,养分积累量随之减少。本研究结果认为,施肥能显著增加花生对氮磷钾的吸收量,豫花22对氮磷钾的吸收量最高,为283.6kg/hm²、32.8kg/hm²、105.9kg/hm²,远杂6吸收量最小,为274.9kg/hm²、28.4kg/hm²、87.3kg/hm²。本研究还表明,与氮、磷的吸收特点从出苗到成熟一直呈增加趋势,饱果成熟时达最高值不同,花生不同基因型品种对钾的吸收特点为随着生育期的推移,呈抛物线变化趋势,结荚期钾吸收量最大,这与韩燕来等^[29]在小麦上的研究结果类似。可能与钾在花生体内与有机物质键合微弱而呈游离状态,加上花生生育后期衰老,细胞膜功能衰退,钾容易外渗而被水淋失有关。

饱果成熟期,花生对氮磷钾在不同器官的分配存在明显的差异,花生吸收的氮主要分配在花生仁和叶,分别占吸收总量的66.7%~71.3%、11.1%~13.3%;吸收的磷主要分配在果仁和茎,分别占总吸磷量的67.4%~75.6%、12.2%~18.3%;吸收的钾主要分配茎和果仁,分别占吸钾总量的41.2%~49.4%、18.3%~26.5%。这与孙虎等^[24]、梁东

丽等^[25]、周可金等^[26]等研究结果较为一致。本研究还表明,花生不同基因型品种氮磷钾在不同器官的分配也有明显的不同,远杂9102向茎分配氮的比例最大,平均为10.8%;远杂6向花生仁分配氮的比例最高,平均为69.9%;豫花22向叶、果壳、根分配氮的比例均最大,平均分别为13.0%、6.9%、2.4%;远杂9102向果仁、茎、果壳分配磷的比例均最大,平均分别为69.1%、17.3%、4.9%;豫花22向叶、根分配磷的比例最大,平均为9.3%、1.4%;远杂9102向叶、果壳分配钾的比例最大,平均为19.5%、13.3%;远杂6向果仁分配钾的比例最大,平均为24.9%;豫花22向茎、根分配钾的比例最大,平均为46.9%、2.4%。

吴德敏等^[30]研究认为在花生生产过程中,不施钾肥与氮磷钾配合施用的条件下,氮肥当季利用率分别为31.8%、36.9%,磷肥当季利用率为13.7%、19.6%。张玉树等^[31]研究认为,在N、P₂O₅、K₂O施用量分别84kg/hm²、48kg/hm²、48kg/hm²水平下,常规肥料不同施用方式的氮、磷、钾肥料的利用率分别为27.8%~37.2%、10.1%~12.2%、40.2%~45.0%。本研究表明,在N 150kg/hm²、P₂O₅ 90kg/hm²、K₂O 150kg/hm²的施用量下,远杂9102的氮、磷、钾肥料的利用率为35.9%、16.5%、26.2%,远杂6的氮、磷、钾肥料的利用率为34.0%、16.0%、12.6%,豫花22的氮、磷、钾肥料的利用率为31.2%、19.8%、23.5%。本研究结果的氮、磷肥利用率基本与吴德敏等^[30]研究结果一致,与张玉树等^[31]研究结果相比,钾肥利用率偏低,可能是本研究的施钾量过大和土壤中钾含量较高的原因。

在N 150kg/hm²、P₂O₅ 90kg/hm²、K₂O 150kg/hm²的施用量下,远杂9102的氮磷钾养分利用率最高,为27.7%,其次是豫花22,为25.6%,远杂6的最低,为21.6%;远杂9102是氮钾利用高效的花生品种,远杂6是磷钾利用低效型的花生品种,豫花22是磷利用高效、氮利用低效型的花生品种,施肥时,应兼顾花生不同基因型品种的氮磷钾养分利用差异,合理调整氮磷钾的比例,达到养分资源高效利用和花生高产的目的。

参考文献:

- [1] 汤丰收,臧秀旺,韩锁义,等.淮河流域夏播花生规范化种植技术集成与示范[J].河南农业科学,2012,41(6):54-57.
- [2] 王才斌.小麦花生两熟制一体化高产高效平衡施肥技术研究[J].中国油料作物学报,1999,21(3):67-71.

- [3] 周苏玫,樊 骅,郭俊红,等. 有机肥及锌硼钼微肥对花生产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2003,37(4):335-338.
- [4] 迟晓元,郝翠翠,潘丽娟,等. 不同花生品种脂肪酸组成及其积累规律的研究[J]. 花生学报,2016,45(3):32-36.
- [5] 李海芬,钟 旒,李杏瑜,等. 不同花生品种(系)光合特性与农艺性状的相关性研究[J]. 天津农业科学, 2015,21(6):84-87.
- [6] 王丽妍,徐宝慧,杨成林,等. 北方地区不同花生品种光合生理特性的比较[J]. 华南农业大学学报,2010,31(4):12-15.
- [7] 张新友,韩锁义,刘 华,等. 不同花生品种高产生理参数研究[J]. 中国油料作物学报,2011,33(1):44-47.
- [8] 潘德成,吴占鹏,姜 涛,等. 不同花生品种光合生理特征与植株干重关系研究[J]. 辽宁农业科学,2011,(4):18-20.
- [9] 周 西,李 林,单世华,等. 旱涝急转对不同花生品种生理生化指标的影响[J]. 中国油料作物学报, 2012,34(1):56-61.
- [10] 骆 兵,刘凤珍,万勇善,等. 不同花生品种(系)荚果和子仁内源激素含量变化与干物质积累特征分析[J]. 作物学报,2013,39(11):2 083-2 093.
- [11] 张智猛,万书波,宁堂原,等. 不同花生品种氮代谢相关酶活性的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(4):707-713.
- [12] 张智猛,万书波,戴良香,等. 施氮水平对不同花生品种氮代谢及相关酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2011,44(2):280-290.
- [13] 吕建伟,李正强,马天进,等. 不同花生品种(系)农艺性状对氮、磷、钾肥的响应[J]. 花生学报,2015,44(3):51-54.
- [14] 张 翔,张新友,张玉亭,等. 施氮量对不同花生品种生长及干物质积累的影响[J]. 花生学报,2011,40(1):23-29.
- [15] 焦 坤,陈明娜,潘丽娟,等. 长期连作对不同花生品种生长发育、产量与品质的影响[J]. 中国农学通报, 2015,31(16):44-51.
- [16] 王小纯,马新明,常思敏,等. 不同花生品种荚果发育及有机物积累动态研究[J]. 中国油料作物学报, 2003,25(1):37-39,44.
- [17] 陈志德,刘文广,米长生,等. 不同花生品种生产力的比较[J]. 中国农学通报,2010,26(24):157-160.
- [18] 张 翔,张新友,毛家伟,等. 施氮水平对不同花生品种产量与品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011,17(6):1 417-1 423.
- [19] 张利民,任志红,陈建生,等. 活性腐殖酸缓释肥对不同花生品种生长发育和产量的影响[J]. 花生学报, 2014,43(1):61-64.
- [20] 徐 亮,王月福,程 曦,等. 施磷对花生根系生长发育和产量的影响[J]. 花生学报,2009,38(1):32-35.
- [21] 周可金,马成泽,李定波,等. 施钾对花生生长发育与产量效益的影响[J]. 安徽农业大学学报,2002,29(2):123-126.
- [22] 李伟锋,张保亮,何延成,等. 钾肥对花生生育影响及适宜钾用量研究[J]. 花生学报,2004,33(2):30-32.
- [23] 高 飞,翟志席,王铭伦. 施钾量对夏直播花生光合特性及产量的影响[J]. 花生学报,2011,40(1):13-17.
- [24] 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.
- [25] 梁东丽,吴庆强. 施钾对花生养分吸收及生长的影响[J]. 中国油料作物学报,1999,21(2):49-51.
- [26] 周可金,马成泽,许承保,等. 施钾对花生养分吸收、产量与效益的影响[J]. 应用生态学报, 2003,14(11):1 917-1 920.
- [27] 董晓霞,魏建林,杨 果,等. 春花生养分限制因子与缺肥时花生体内氮磷钾的分配研究[J]. 中国农学通报,2008,24(4):277-281.
- [28] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京:中国农业出版社,2000. 263-274.
- [29] 韩燕来,介晓磊,谭金芳,等. 超高产冬小麦氮磷钾吸收、分配与运转规律的研究[J]. 作物学报,1998,24(6):908-915.
- [30] 吴德敏,刘国生. 覆膜花生土壤速效钾变化趋势与平衡施肥技术[J]. 花生学报,2003,32(4):31-34.
- [31] 张玉树,丁 洪,卢春生,等. 控释肥料对花生产量、品质以及养分利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(4):700-706.

(责任编辑:王丽芳)