

施用氮、磷、钾肥对食用向日葵产量和品质的影响

王文军

(黑龙江省农业科学院 经济作物研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:以食用向日葵品种(龙食葵2号)为供试材料,研究了不同氮、磷、钾肥施用处理对食用向日葵主要农艺性状、经济性状、品质性状及产量的影响,以期为食用向日葵高效施肥提供依据。结果表明:适当增施氮、磷、钾肥能有效提高食用向日葵的株高、茎粗、叶片数、花盘直径等农艺性状。适当的氮、磷、钾肥能有效提高食用向日葵的百粒重、结实率和产量,向日葵子仁率则随着施肥量的增加而增加。适当的氮、磷、钾肥能有效提高食用向日葵粗脂肪和粗蛋白等品质性状。施肥量为 $N\ 90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $P_2O_5\ 45\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $K_2O\ 100\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,向日葵籽实的产量最高、品质最佳、经济效益最高。随着氮、磷、钾肥施用量的增加,向日葵的主要农艺性状、经济性状、品质性状、产量等也随之升高,但随着肥料的过度施用各性状有不同程度的降低,合理施肥能够有效提高种植食用向日葵的经济效益。

关键词:食用向日葵;施肥;产量;品质

中图分类号:S565.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)08-0040-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.08.0040

向日葵(*Helianthus annuus*),菊科,向日葵属,原产于拉丁美洲、墨西哥一带^[1],是我国重要的经济作物,在我国西北、华北、东北干旱和半干旱地区更是重要作物之一。黑龙江省是全国重要的向日葵生产基地,其中食用型向日葵占全省向日葵种植面积的80%以上^[2]。向日葵具有抗旱、耐瘠薄、耐盐碱的特点,适宜在黑龙江省中西部地区大面积种植,可以发挥中西部干旱、盐碱地区的地域优势,利用和改造中低产田^[3]。施肥是与作物产量和品质、成本、土壤培肥、面源污染等问题密切相关的复合生态系统物质循环调控的重要措施^[4]。大量研究结果表明,施肥在粮食增产中的贡献率高达40%~50%^[5]。但是肥料不合理施用不仅会限制作物产量的提高,而且增加了肥料投入成本,使肥料资源大量浪费,施肥效果下降,影响经济效益,也会造成环境污染^[6]。本文通过不同施肥处理对向日葵产量、品质的影响研究,以期为黑龙江省向日葵高效施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2012年在国家向日葵产业技术体系

抗逆育种岗位康金试验基地($N46^{\circ}10'$, $E126^{\circ}50'$, 海拔151.6 m)进行。前茬作物为马铃薯,土壤质地为淋溶性黑钙土,耕作层(0~20 cm)土壤有机质含量为3.1%,全氮0.152%,全磷0.124%,全钾2.52%,速效氮130.2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷65.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾162 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效锌0.93 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效硼0.58 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 6.82。

1.2 材料

供试食用向日葵品种为龙食葵2号,由黑龙江省农业科学院经济作物研究所提供,5月25日播种,9月25日收获,播种密度为24 000株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 氮、磷、钾肥品种分别为尿素(含N46%)、重过磷酸钙(含 P_2O_5 46%)、硫酸钾(含 K_2O 50%),各试验氮、磷、钾施肥用量根据土壤测试值和目标产量进行推荐,设N0、N1、N2、N3、N4、N5共6个处理,具体用量见表1。

表1 各处理肥料投入量

Table 1 The amount of fertilizer inputs each treatment

处理 Treatments	A(N)/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	B(P_2O_5)/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	C(K_2O)/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)
N0	70	30	50
N1	90	45	100
N2	110	60	200
N3	70	45	200
N4	90	60	50
N5	110	30	100

收稿日期:2015-04-21

基金项目:国家向日葵产业技术体系建设资助项目(CARS-16);哈尔滨市科技创新人才研究专项资金资助项目(2011 RCQYN050)

作者简介:王文军(1981-),男,黑龙江省通河县人,硕士,助理研究员,从事向日葵研究。E-mail: wangwenjun81@126.com。

试验区面积 33.5 m²,区长 5 m,10 垄区,重复 3 次,随机区组排列。试验区按行定量施肥,全部重过磷酸钙、硫酸钾和尿素(50%)用于基肥施用,现蕾期追加 50%尿素。分别于现蕾期、灌浆期 2 次灌水。其它栽培管理方式与常规大田相同。

1.3.2 项目测定及方法 土壤养分含量采用常规农化分析方法^[7]测定,其中 pH 用 pH 计测定,有机质采用重铬酸钾容量法测定,全氮采用凯氏定氮仪测定,全磷采用钼锑抗比色法,全钾采用原子吸收法,速效氮采用碱扩散法,速效磷测定采用磷钼蓝比色法,速效钾采用火焰分光光度法,有效锌采用火焰原子吸收法,有效硼采用比色法。

收获时各处理单打、单收,分别测产,并随机取样 5 株分别测定植株株高、茎粗、花盘直径、叶片数、百粒重、籽仁率、结实率、籽实水分、籽实粗脂肪和籽实粗蛋白。籽实脂肪、蛋白质及水分含量用近红外分析仪(DA7200,瑞典波通)测定。有关参数的计算公式:

籽仁率(%)=百仁重/百粒重×100

结实率(%)=单株成粒数/单株总粒数×100

试验数据采用 SPSS16.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对食用向日葵主要农艺性状的影响

不同处理对食用向日葵株高、茎粗、叶片数、

花盘直径的影响表现不同。由表 2 可以看出,N0 处理的向日葵株高在 324.0~340.0 cm,平均值是 330.33 cm,N1 处理向日葵的株高达到最高,平均值为 352.00 cm,变幅为在 348.0~356.0 cm,与 N0 处理组的向日葵株高相比较,N1、N2、N3、N4 的向日葵株高显著升高($P<0.05$),N5 处理 N0 无显著差异($P>0.05$)。在各组处理中,N0 的向日葵茎粗最小,变幅为 2.31~2.38 cm,平均值达到 2.34 cm,N1 的植株茎粗最大,平均值为 2.80 cm,变幅为 2.74~2.86 cm,与 N3 相比较,N1~N5 的植株茎粗明显增大($P<0.05$)。N0 处理的叶片数在 39~42 片,平均值为 40.69 片,N3 的植株叶片数在 36~42 片,平均值为 38.59 片,与 N0 相比较呈现下降趋势,达到 N0 处理叶片数的 94.84%。与 N0 的植株叶片数相比较,各处理的植株叶片数无显著差异($P>0.05$)。N0 的植株花盘直径在 18.79~18.84 cm,平均值为 18.81 cm,N1~N5 的植株花盘平均直径分别为 21.22、19.43、19.57、21.16、19.60 cm,都表现出升高的趋势。与 N0 相比较,N1、N4 的植株花盘直径显著增加($P<0.05$),N2、N3、N5 的植株花盘直径与 N0 无显著差异($P>0.05$)。

2.2 不同处理对食用向日葵主要经济性状及产量的影响

由表 3 可知,不同处理对食用向日葵百粒重、子仁率、结实率和产量影响表现不同。N0处理

表 2 不同处理对食用向日葵主要农艺性状的影响

Table 2 The effect of different fertilizer treatments on agronomic traits of sunflower

处理 Treatments	株高/cm Plant height			茎粗/cm Stem diameter			叶片数 Leaf munber			花盘直径/cm Diameter of sunflower disc		
	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value
N0	324.0~340.0	330.33 a	100.00	2.31~2.38	2.34 a	100.00	39.00~42.00	40.69 ab	100.0	18.79~18.84	18.81 a	100.00
N1	348.0~356.0	352.00 d	106.56	2.74~2.86	2.80 c	119.66	39.00~42.00	40.73 ab	100.10	20.80~21.50	21.22 b	112.81
N2	344.0~354.0	349.33 cd	105.75	2.68~2.74	2.70 c	115.38	40.64~41.56	41.01 ab	100.79	18.80~20.10	19.43 a	103.30
N3	339.8~343.0	341.60 bc	103.41	2.44~2.65	2.54 b	108.55	36.00~42.00	38.59 a	94.84	18.70~20.10	19.57 a	104.04
N4	340.0~345.6	343.27 bcd	103.92	2.47~2.50	2.49 b	106.41	39.00~42.00	40.61 ab	99.80	20.76~21.41	21.16 b	112.49
N5	336.0~342.0	338.67 ab	102.52	2.54~2.61	2.58 b	110.25	41.00~44.00	42.77 b	105.11	19.36~19.81	19.60 a	104.20

不同小写字母表示 LSD 检验差异达到显著水平($P<0.05$)。下同。
Different lowercases mean significant different at 0.05 level. The same below.

的向日葵平均百粒重为 13.12 g,变化范围在 12.90~13.24 g,N1~N5 的向日葵百粒重分别是 N0 的 129.34%、117.30%、111.58%、108.30%、105.18%,N1 的向日葵百粒重平均值达到最大值 16.97 g。与 N0 相比较,N1~N5 的向日葵百粒重显著增大($P<0.05$)。N0 处理的植株子仁率平均为 47.19%,N2 处理的向日葵子仁率平均值达到 56.52%,是 N0 处理的 119.77%。与 N0 相比较,N1~N5 的向日葵子仁率均显著升高($P<0.05$)。N0 处理的向日葵结实率为 65.85%,N1~N5 的向日葵结实率分别是

76.49%、74.20%、67.18%、80.13%、69.54%,其中 N4 的向日葵结实率最高,与 N0 相比较,N1、N2、N4、N5 的结实率显著增加($P<0.05$),N3 的结实率与 N0 无显著差异($P>0.05$)。N0 处理的向日葵产量为 1 625.40 kg·hm⁻²,N1 处理组的产量最高,平均值为 2 025.90 kg·hm⁻²,变幅为 1 934.50~2 115.85 kg·hm⁻²,是 N0 处理组的 124.64%,与 N0 相比较有显著差异($P<0.05$);N2~N5 的产量分别是 N0 的 117.27%、108.74%、122.35%、112.89%,与 N0 相比较,N2~N5 处理的向日葵产量增加显著($P<0.05$)。

表 3 不同处理对食用向日葵主要经济性状及产量的影响

Table 3 The effect of different fertilizer treatments on yield traits of sunflower

处理 Treatments	百粒重/g 100-seed weight			子仁率/% 100-kernel weight			结实率/% Fructify rate			产量/(kg·hm ⁻²) Yield		
	变幅 Luffing	平均 Average	相对值/% Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值/% Relative value
N0	12.90~13.24	13.12 a	100	46.82~47.62	47.19 a	100	63.63~67.59	65.85 a	100	1582.40~1655.50	1625.40 a	100
N1	16.82~17.12	16.97 f	129.34	50.68~51.21	50.91 c	107.88	75.79~77.00	76.49 c	116.15	1934.50~2115.85	2025.90 d	124.64
N2	15.24~15.56	15.39 e	117.30	55.80~57.07	56.52 e	119.77	72.97~76.09	74.20 c	112.68	1888.25~1920.80	1906.12 b	117.27
N3	14.53~14.70	14.64 d	111.58	48.88~50.19	49.65 b	105.21	66.23~67.96	67.18 a	102.01	1736.85~1788.85	1767.43 b	108.74
N4	14.05~14.35	14.21 c	108.30	50.51~50.68	50.59 c	107.20	78.89~82.24	80.13 d	121.69	1960.03~2024.24	1988.68 c	122.35
N5	13.66~13.94	13.80 b	105.18	51.81~52.24	52.06 d	110.31	68.72~70.70	69.54 b	105.60	1817.70~1855.10	1834.98 b	112.89

2.3 不同施肥处理对食用向日葵品质性状的影响

不同处理对食用向日葵的水分、粗脂肪和粗蛋白的影响表现不同。由表 4 可知,N0 处理的向日葵籽实平均水分含量为 4.73%,变化范围在 4.69%~4.77%,N1~N5 处理的向日葵平均水分含量分别是 N0 的 99.58%、99.79%、100.00%、99.37%、98.94%。与 N0 处理相比较,各处理的向日葵水分含量无显著差异($P>0.05$)。N0 处理向日葵籽实平均粗脂肪含量为 30.73%,变化范围在 30.71%~30.75%,N1~N5 处理向日葵籽实平均粗脂肪含量分别是 N0 为 101.99%、103.58%、100.75%、102.28%、104.36%,N5 处理向日葵粗脂肪含量最高为 32.07%,变幅在 32.03%~32.11%,与 N0 处理相比较,N1~N5 处理向日葵的粗脂肪含量显著地增加($P<0.05$)。N0 处理的向日葵籽实平均粗蛋白含量为 19.19%,变化范围在 19.17%~19.21%,N1~N5 处理的向日葵平均粗蛋白含量

分别是 N0 的 104.33%、103.49%、100.31%、101.00%、103.80%。与 N0 相比,N1、N2、N4、N5 处理向日葵粗蛋白显著增加($P<0.05$),其中,N1 处理向日葵粗蛋白含量最大,达到 20.02%,N3 处理的向日葵粗蛋白含量与 N0 无显著差异($P>0.05$)。

2.4 经济效益分析

在生产实践中,除考虑增产效果还要考虑其经济效益,因此,在研究施肥增产效果的同时也探讨了经济效益。如表 5 所示,按向日葵籽粒 8 元·kg⁻¹,N 4 元·kg⁻¹,P₂O₅ 6 元·kg⁻¹,K₂O 5 元·kg⁻¹计算。N0 处理的向日葵籽实销售收入为 13 003.20 元·hm⁻²,肥料费用为 710 元·hm⁻²,除去肥料费用后的收入为 12 293.20 元·hm⁻²。与 N0 处理相比,N1~N5 处理分别增收 2 784、1 155.76、296.24、2 646.24 和 1 266.64 元·hm⁻²。

N1 处理的籽实产量最高为 2 025.90 kg·hm⁻²,肥料施用量相对适中,经济效益最高;与处理 N0 比较,N2、N4、N5 处理的产量和经济效益增加明

显;N3 处理的产量稍有增加,由于肥料费用较高,只增收 296.24 元·hm⁻²,经济效益不明显。

表 4 不同处理对食用向日葵品质性状的影响

Table 4 The effect of different fertilizer treatments on quality traits of sunflower

处理 Treatments	水分/% Moisture content			粗脂肪/% Fat content			粗蛋白/% The crude protein content		
	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value	变幅 Luffing	平均 Average	相对值 Relative value
N0	4.69~4.77	4.73 a	100.00	30.71~30.75	30.73 a	100.00	19.17~19.21	19.19 a	100.00
N1	4.68~4.73	4.71 a	99.58	31.31~31.36	31.34 c	101.99	19.99~20.03	20.02 e	104.33
N2	4.70~4.73	4.72 a	99.79	31.82~31.85	31.83 e	103.58	19.85~19.89	19.86 c	103.49
N3	4.71~4.75	4.73 a	100.00	30.94~30.97	30.96 b	100.75	19.23~19.28	19.25 a	100.31
N4	4.68~4.72	4.70 a	99.37	31.41~31.45	31.43 d	102.28	19.36~19.41	19.38 b	101.00
N5	4.65~4.71	4.68 a	98.94	32.03~32.11	32.07 f	104.36	19.88~19.96	19.92 d	103.80

表 5 不同施肥处理的经济效益分析

Table 5 The analysis of different fertilizer treatments on increased yield and denefit

处理 Treatments	平均籽实产量 /(kg·hm ⁻²) Average yield	收入/ (元·hm ⁻²) Income	肥料费用/ (元·hm ⁻²) Fertilizers cost	去肥料收入/ (元·hm ⁻²) Residual income	增收/ (元·hm ⁻²) Increased income
N0	1625.40	13003.20	710	12293.20	-
N1	2025.90	16207.20	1130	15077.20	2784.00
N2	1906.12	15248.96	1800	13448.96	1155.76
N3	1767.43	14139.44	1550	12589.44	296.24
N4	1988.68	15909.44	970	14939.44	2646.24
N5	1834.98	14679.84	1120	13559.84	1266.64

3 讨论与结论

氮、磷、钾是植物生长发育所必需的大量营养元素,其中任何一种的缺失或不足都将影响植物的生长发育,并最终减少收获部分的产量和品质,但若施入过量,不仅会造成投入成本的增加和资源的浪费,还会因营养物质未被有效吸收而污染环境。因此,适量施入各种植物生长发育所必需的大量营养元素不仅有利于以最小的投入获得最大的回报,还能减少环境污染和资源的浪费,实现农业的可持续发展。近几年我国科研工作者在玉米、水稻、小麦、大豆、油菜、棉花、蔬菜、药材以及果树等农作物上进行的氮磷钾配施研究较多。其中大量的研究表明,合理施入氮磷钾肥不仅可以有效促进农作物植株的生长发育易获得较理想的经济产量,还能改善农产品的品质,为指导我国实现农产品的高产、优质、高效、可持续栽培方面提供了可靠的依据^[8]。

本研究结果表明,①不同处理对向日葵株高、茎粗、叶片数、花盘直径均有显著影响。在氮、磷、钾肥的综合作用下,随着施肥量的增加,株高、茎粗、花盘直径、叶片数显著增加,但过度施肥均有降低趋势。以单一肥料分析,施用氮肥能有效增加株高、叶片数、茎粗、花盘直径,但随着氮肥施入量增加花盘直径、茎粗有所减少;施用磷肥能有效增加株高、茎粗、花盘直径,但随着磷肥施入量增加有所减少,随着磷肥施用量的增加叶片数逐渐减少;施用钾肥能有效增加株高、茎粗、花盘直径,但随着钾肥施入量增加花盘直径、茎粗有所减少。②不同处理对向日葵百粒重、子仁率、结实率、产量均有显著影响。在氮、磷、钾肥的综合作用下,随着施肥量的增加,百粒重、子仁率、结实率、产量显著增加,但过度施肥均有降低趋势。以单一肥料分析,施用氮肥能有效增加百粒重、子仁率、结实率、产量,但随着氮肥施入量增加,百粒重、子仁率、结实率、产量有所减少;施用磷肥能有效增加

百粒重、子仁率、结实率、产量;施用钾肥能有效增加百粒重、子仁率、结实率、产量,过量施用钾肥,百粒重、子仁率、结实率、产量有所减少。③不同处理对向日葵籽实粗蛋白、粗脂肪含量均有显著影响。在氮、磷、钾肥的综合作用下,随着施肥量的增加,粗蛋白、粗脂肪含量显著增加,过度施肥粗蛋白含量有降低趋势。以单一肥料分析,施用氮肥能有效增加粗蛋白、粗脂肪含量,但随着氮肥施入量增加粗蛋白含量有所减少;施用磷肥都能有效增加粗蛋白、粗脂肪含量,但随着磷肥施入量增加粗蛋白、粗脂肪含量有所减少;施用钾肥都能有效增加粗蛋白、粗脂肪含量,但随着钾肥施入量增加粗蛋白、粗脂肪含量有所减少。为确保试验产量具有可比性,试验过程中实行统一晾晒,向日葵籽实水分含量基本一致。

综上所述,施用氮、磷、钾肥能有效提高向日葵的产量和品质,从而提高经济效益。本试验条件下,施肥量为 $N90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $P_2O_5 45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $K_2O 100 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,向日葵籽实的产量最高、品质最佳、经济效益最高。试验中,随着氮、磷、钾肥施用量的增加,向日葵的主要农艺性状、经济性状、品质性状等也随之升高,但随着肥料的过度施用各性状有不同程度的降低,所以合理施肥能够有效提高种植向日葵经济效益。向日葵合理施肥

是一套完整的技术体系,在生产中既要强调科学施肥,又要与选用良种、合理密植、科学灌溉、病虫害防治等各项高产栽培措施相结合,才能发挥食用向日葵的增产潜力^[9]。该试验在大田条件下进行,尽管在研究过程中采用了严格的措施,但不免受到环境、降水等不可调控的因素干扰,因此试验结果难免具有局限性,有待进一步验证。

参考文献:

- [1] 段玉,妥德宝,张君,等. 氮磷钾平衡施用对油用向日葵产量及肥料效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(3): 767-771.
- [2] 黄绪堂. 黑龙江省向日葵生产的发展和现状[J]. 黑龙江农业科学,2005(1):37-39.
- [3] 黄绪堂,王文军,张明,等. 黑龙江省向日葵产业存在的问题和发展建议[J]. 黑龙江农业科学,2010(9):4-6.
- [4] 郭熙,赖锦春,赵小敏,等. 基于 GIS 丘陵土壤分区的水稻施肥配方研究[J]. 中国农业科学,2011,44(2):307-315.
- [5] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京:中国农业大学出版社,2006.
- [6] 张美俊,乔治军,杨武德,等. 糜子氮、磷、钾肥的效应及优化研究[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(2):347-353.
- [7] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983:96,276-277.
- [8] 王德兴. 氮、磷、钾肥对油菜生长发育、产量及相关性状的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2011.
- [9] 崔良基,王德兴,宋殿秀,等. 氮磷钾硼配施对向日葵群体生理参数及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2010(9):1-3.

Effect of Applying Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers on the Yield and Quality of Edible Sunflower

WANG Wen-jun

(Institute of Industrial Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Taking edible sunflower varieties (Longshikui 2) as materials, the effects of different nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer handling major agronomic traits, economic traits, quality traits and yield on edible sunflower were studied to provide abasis for edible sunflower efficient fertilization. The results showed that the appropriate nitrogen, phosphorus and potassium could improve the height, leaf number, stem diameter, diameter of sunflower disc and other agronomic traits of sunflower plant. Appropriate nitrogen, phosphorus and potassium could also improve the edible sunflower kernel weight, seed rate and yield, sunflower seeds kernels with the increasing of fertilizer amount. Appropriate nitrogen, phosphorus and potassium could effectively improve the edible sunflower crude fat and protein quality traits. Fertilizer of $N 90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, $P_2O_5 45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, $K_2O 100 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, the yield sunflower seeds, quality, economic benefit were best. With the increasing of nitrogen, phosphorus and potash fertilizer, the main agronomic traits of sunflower, economic traits, quality traits and yield increased, but with the excessive application of fertilizers traits had reduced, rational fertilization could effectively improve the economic benefits of planting edible sunflower.

Keywords: edible sunflower; fertilization; yield; quality