

编者按:向日葵是四大油料作物之一,对调整种植结构、产业结构,发展农业生产,增加农民收入都具有十分重要的意义。值此“第七届全国向日葵学术研讨会”召开之际,特设“第七届全国向日葵学术研讨会论文专版”以报道本次会议的优秀论文。旨在为总结和交流“十一五”期间向日葵领域的研究成果、存在的问题以及明确“十二五”期间的研究方向和推动向日葵产业持续发展提供参考。

氮磷钾硼配施对向日葵群体 生理参数及产量的影响

崔良基,王德兴,宋殿秀,孙恩玉,刘金刚

(辽宁省农业科学院 作物研究所,辽宁 沈阳 110161)

摘要:试验于2009年在辽宁省农业科学院试验基地进行。在田间条件下,通过测定不同施肥处理的群体叶面积、各器官的风干重以及生物产量和籽实产量,探讨叶面积指数动态、光合势、生物产量积累动态与产量形成的关系,为合理施肥和提高向日葵产量提供依据。结果表明:增施氮、磷、钾肥,配施硼肥,可显著影响向日葵生理指标和产量。F3和F6的 LAI_{max} 分别为3.86和4.12,高于对照F7(3.70)。F3和F6的光合势相应为1 393 750和1 449 750 $m^2 \cdot d$,明显高于对照F7(1 258 250 $m^2 \cdot d$)。其最大积累速率的出现时间分别为67.1和64.1 d,明显长于对照F7的55.4 d。F3和F6最大积累速率(12.21和12.14 $g \cdot \text{株}^{-1} \cdot d^{-1}$)明显高于其它处理。最终生物产量和经济产量都最高;F3为8 330.42和2 918.33 $kg \cdot \text{hm}^{-2}$;F6为8 504.58和2 965.0 $kg \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

关键词:向日葵;施肥;生理参数;产量

中图分类号:S565.5

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)09-0001-03

向日葵是我国第四大油料作物,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,也是夏收作物收获后可作下茬的主要作物之一。向日葵虽然未被列入 C_4 作物,但是它却能在短短的80~90 d内形成粗壮的茎秆、肥厚的叶片和硕大的花盘。通过在田间条件下控制施肥量,对向日葵群体生理参数和产量形成的机理进行探索,以期对向日葵合理施肥和提高产量有所帮助。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于2009年在辽宁省农业科学院试验基地进行。前茬为大豆,试验地土壤属肥力中的棕壤。0~20 cm耕层土壤有机质24.65 $g \cdot \text{kg}^{-1}$,土壤全氮含量1.55 $g \cdot \text{kg}^{-1}$,全磷0.78 $g \cdot \text{kg}^{-1}$,全钾1.75 $g \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮125.00 $mg \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷26.10 $mg \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾128.00 $mg \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 6.80。

1.2 材料

以油用型向日葵杂交种F60作为试验材料。F60为极早熟油用型杂交种,生育期90 d左右。籽仁率78.3%,籽实含油率达40.6%~49.3%。株高110~135 cm,花盘直径18~23 cm,百粒重6.1 g,籽粒曾黑色带暗灰纹。

1.3 方法

1.3.1 试验处理与取样方法 试验设7个处理,各处理的施肥量见表1。采用随机区组设计,3次重复。行长6.4 m,行株距60 cm×40 cm,6行区,小区面积23 m^2 ,种植密度为41 667 $\text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。秋耕地前施农家肥45 000 $kg \cdot \text{hm}^{-2}$ 。6月10日播种,6月18日出苗。出苗后每隔15 d取样1次,每次取3株。全生育期共取样6次。

表1 不同处理施肥量 $kg \cdot \text{hm}^{-2}$

编号	处理	N	P_2O_5	K_2O	B
F1	N1P1K1B1	75	52.5	75	0.45
F2	N1P1K1B2	75	52.5	75	0.90
F3	N1P1K1B3	75	52.5	75	1.35
F4	N2P2K2B1	150	105	150	0.45
F5	N2P2K2B2	150	105	150	0.90
F6	N2P2K2B3	150	105	150	1.35
F7(CK)	N0P0K0B0	0	0	0	0

1.3.2 测定项目与方法 向日葵叶面积指数动态:每次取样后,采用打孔称重法测定叶面积。样本总叶面积除以样本在田间所占的面积,即为叶面积指数。

光合势:也称叶面积持续时间,其涵义是群体在某一时段或全生育期内叶面积的积数。光合势计算公式:

$$\text{光合势}/m^2 \cdot d = \frac{(L_1 + L_2)(T_2 - T_1)}{2}$$

式中: L_1 、 L_2 分别为2次测定的叶面积; T_1 、

收稿日期:2010-05-13

基金项目:国家向日葵产业技术体系建设资助项目(nycytx-21)

第一作者简介:崔良基(1964-),男,吉林省白山市人,硕士,研究员,从事向日葵遗传育种、生理与栽培研究。

T_2 分别为相邻 2 次测定的时间;各生育时期光合势的总和即为全生育期的总光合势。

生物产量:每次取样后,将不同器官分开晾晒,待样本完全风干后(取样后 2 个月左右)分别称其重量,各器官重相加即为整株的生物产量。以生理成熟期的生物产量换算成 1 hm^2 产量即为全生育期的生物产量。

籽实产量:生理成熟期,除去边行及区头、区尾各 1 株,取中间 30 个花盘的籽实计产,待完全风干后,称其重量,换算成 1 hm^2 产量。

2 结果与分析

2.1 叶面积指数动态与产量

向日葵的光合面积,主要指的是叶面积,它在光合效能中与产量的形成关系最为密切,适当地扩大单位土地面积上的叶面积,具有显著的增产作用^[1]。适宜的叶面积是作物有机物质生产和积累的重要生理指标,适当地增加叶面积指数也是提高向日葵产量的重要途径之一。种植密度与光截获的关系最大,要截获投射到田间光的 95%,密度应在 $45\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 左右,而最大叶面积指数必须在 4 左右^[2-3]。向日葵全生育期叶面积指数的动态变化反映了向日葵群体绿叶面积在不同生育时期的规模,是群体“源”形成的基础。不同处理叶面积指数动态见表 2。

表 2 不同处理叶面积指数动态变化 2009

处理	生育日数/d					
	20	35	50	65	80	85
F1	0.13	1.16	3.75	2.73	1.26	0.00
F2	0.13	1.20	3.88	2.93	1.29	0.00
F3	0.13	1.27	3.86	3.15	1.42	0.00
F4	0.13	1.21	3.81	3.01	1.30	0.00
F5	0.13	1.16	3.85	3.22	1.34	0.00
F6	0.13	1.24	4.12	3.22	1.53	0.00
F7(CK)	0.13	1.16	3.70	2.63	1.25	0.00

从表 2 可以看出,出苗后 35 d 以前,不同处理的叶面积指数增加趋势基本上是一致的。出苗后 50 d 各处理叶面积指数达到最大值。对照处理(F7)的叶面积指数始终低于其它处理,而高施肥水平处理(F6)的叶面积指数从达到最高值后,始终高于其它处理。从栽培角度,如果适当加大施肥量,以增加叶面积指数,提高对光的截获量,

可以达到提高生物产量和经济产量的目的。

2.2 光合势与产量

作为光合指标之一,光合势大小可反映“源”的供应量的多少^[4]。表 3 列出了不同处理的全生育期光合势和产量数据。根据这些资料建立了生物产量(Y_1)、籽实产量(Y_2)与光合势(X)的回归方程。

表 3 不同处理的光合势和产量比较

处理	光合势/ $\text{m}^2\cdot\text{d}$	生物产量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	籽实产量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$
F1	1281750	7705.00	2735.83
F2	1340250	8190.42	2796.25
F3	1393750	8330.42	2918.33
F4	1344250	8026.67	2799.58
F5	1378250	8167.92	2805.00
F6	1449750	8504.58	2965.00
F7(CK)	1258250	7362.92	2505.00

生物产量: $Y_1 = 409.98 + 0.005055X$; $R = 0.91^{**}$

籽实产量: $Y_2 = 12.47983 + 0.002058X$; $R = 0.83^{**}$

从回归方程可以看出,总光合势与生物产量和籽实产量的相关系数都达到极显著水平。总光合势高即光合面积大和光合时间长,光合产物积累多,生物产量和籽实产量就高。

2.3 生物产量积累动态与产量

2009 年,测定了 7 个处理的生物产量积累动态(见表 4)。结果表明,品种的生物产量积累可用 Logistic 方程 $y=k/(1+Ae^{-Bx})$ 加以描述。根据模拟方程,计算了生物产量积累最快的时间和所达到的最大速率。

从表 4 可以看出,对照处理(F7)自出苗到生物产量积累达到最快的时间最短(55.4 d),最大积累速率也最低($10.78\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$),所以生物产量和经济产量明显低于其它处理。高水平施硼处理(F3 和 F6)与其它处理相比,最大积累速率的出现时间较长(分别为 67.1 和 64.1 d),并且最大积累速率(12.21 和 $12.14\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)明显高于其它处理。最终生物产量和经济产量都最高:F3 为 $8\ 330.42$ 和 $2\ 918.33\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;F6 为 $8\ 504.58$ 和 $2\ 965.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (见表 3)。

表 4 不同处理生物产量积累模式

处理	模拟方程	相关系数 (R)	最大积累速率 出现时间/d	最大积累速率 / $\text{g}\cdot\text{株}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$
F1	$Y = 243.08 / (1 + 224.64e^{-0.0909X})$	-0.831	59.6	11.03
F2	$Y = 276.85 / (1 + 220.26e^{-0.0843X})$	-0.842	64.0	11.67
F3	$Y = 307.05 / (1 + 207.56e^{-0.0795X})$	-0.824	67.1	12.21
F4	$Y = 267.89 / (1 + 216.16e^{-0.0857X})$	-0.832	62.7	11.49
F5	$Y = 259.29 / (1 + 240.95e^{-0.0900X})$	-0.845	60.9	11.69
F6	$Y = 288.57 / (1 + 218.77e^{-0.0840X})$	-0.835	64.1	12.14
F7(CK)	$Y = 218.04 / (1 + 254.06e^{-0.0994X})$	-0.813	55.4	10.78

2.4 氮磷钾硼配施对籽实产量的影响 进行方差分析和 F 测验(见表 6)。
不同处理各小区单株产量见表 5,根据表 5

表 5 各处理单株籽实产量

编号	处理	小区单株产量/g·株 ⁻¹				比对照增产/%
		重复 I	重复 II	重复 III	平均	
F1	N1P1K1B1	61.34	64.51	71.14	65.66	9
F2	N1P1K1B2	66.83	68.46	66.04	67.11	12
F3	N1P1K1B3	73.35	69.28	70.49	71.04	18
F4	N2P2K2B1	67.68	63.95	69.95	67.19	12
F5	N2P2K2B2	65.38	67.63	68.95	67.32	12
F6	N2P2K2B3	69.06	73.36	71.06	71.16	18
F7(CK)	N0P0K0B0	65.36	59.19	55.80	60.12	

表 6 小区籽粒产量的方差分析及 F 测验

变异来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
区组	2	17.62868	8.814339	1.125707	4.10	7.56
处理	5	78.67218	15.734440	2.009495	3.33	5.64
肥效	1	1.72980	1.729800	0.220918	4.96	10.04
硼肥	2	75.07308	37.536540	4.793911*	4.10	7.56
肥效×硼肥	2	1.86930	0.934650	0.119367	4.10	7.56
误差	10	78.300460	7.830046			
总变异	17	174.6013				

从表 5 可以看出,施肥处理均比对照增产,增产幅度在 9%~18%。其中施用高水平硼肥的处理(F3和 F6)增产明显,达到 18%。

从 F 测验结果看出,区组间的差异不显著,说明该试验地力均匀一致,结果可靠。硼肥不同施用量间差异达到显著水平,说明施用硼肥可显著提高向日葵产量。其它变异差异则均未达到显著水平。

3 结论与讨论

向日葵生长发育过程中形成的干物质约有 90%来自光合作用的同化产物。影响同化作用的因子有许多,其中肥料是起调节作用的重要因素之一。该试验结果表明,施用氮、磷、钾、硼肥对向日葵产量均有显著影响,但硼肥是增加产量的主要因子。

随着硼肥施用量的增加,叶面积指数和总光

合势都相应增加,出苗到生物产量积累达到最快的时间长,最大积累速率高,有利于有机物的合成与积累,为向日葵高产奠定了物质基础,导致生物产量和籽实产量都高。

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,才能发挥向日葵的增产潜力。

参考文献:

[1] Андреева Т.Ф. 向日葵和玉米的光合作用与生长[J]. 国外向日葵第一集,1982(1):45-49.
[2] 崔良基,梁国战,王德兴. 夏播条件下向日葵光合性能与杂交种产量的关系[J]. 中国油料学报,2002(1):48-50.
[3] duardo Zaffaroni E,Schneider A A. 不同行距条件下半矮秆与普通高秆向日葵杂交种的水分利用率和光截获量[J]. 国外农学向日葵,1990(3):32-34.
[4] 董钻,宾郁泉,孙连庆. 大豆品种生产力的比较研究[J]. 沈阳农学院报,1979(1):37-47.

Effects of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Boron on Physiological Parameter and Yield of Sunflower

CUI Liang-ji, WANG De-xing, SONG Dian-xiu, SUN En-yu, LIU Jin-gang

(Crops Research Institute of Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: The experiment was conducted to observe the effect of nitrogen, phosphorus, potassium and boron application amount on the growth and yield of sunflower at Liaoning Academy of Agricultural Sciences in 2009. The results indicated that increasing N, P, K and B fertilizer would improve the growth and yield significantly of sunflower. The highest leaf area index of F3(3.86) and F6(4.12) were higher than that of F7(CK 3.70), respectively, the leaf area duration(LAD) of F3 and F6 at growing season were 1 393 750 and 1 449 750 m²·d, higher than that of F7(1 258 250 m²·d). The time of highest biological yield accumulation rates of F3 and F6 were 67.1 d and 64.6 d after sowing, later than that of F7 (55.4 d), the highest dry matter accumulation rates of F3 and F6 were significant higher than others, then the dry matter and yield were the highest.

Key words: sunflower; fertilizer; physiological parameter; yield