

# 临河区食用向日葵养分肥效和最佳施肥量研究

韩成<sup>1</sup>, 樊秀荣<sup>1</sup>, 张红萍<sup>1</sup>, 翟永胜<sup>1</sup>, 张艳<sup>1</sup>, 慧敏<sup>1</sup>, 贾俊岐<sup>2</sup>, 李军<sup>3</sup> (1. 临河区农业技术推广中心, 内蒙古临河 015000; 2. 新华镇农林牧综合服务中心, 内蒙古临河 015000; 3. 双河镇农业服务中心, 内蒙古临河 015000)

**摘要** [目的] 筛选临河区食用向日葵最经济有效的施肥量和最适宜的肥料配比组合。[方法] 采用“3414”不完全方案试验, 对临河区食用向日葵不同产量下的养分肥效和氮磷钾肥最佳施用量进行研究。[结果] 氮磷钾肥的足量配合施用对食用向日葵产量影响较大, 且肥效较好。氮磷钾肥的综合效应为 57.7%, 说明足量氮磷钾肥配合施用, 才能发挥肥料的最大效应。氮磷钾 3 种肥料以氮肥效应最大, 为 35.0%, 其次是磷肥, 为 14.1%。临河区食用向日葵最大产量施肥量 N 为 258.8 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 117 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 为 98 kg/hm<sup>2</sup>; 最佳经济施肥量 N 为 240.8 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 108.4 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 为 86.8 kg/hm<sup>2</sup> [结论] 该研究为食用向日葵科学施肥提供理论依据。

**关键词** 食用向日葵; 最佳施肥量; 肥效

**中图分类号** S565.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)36-0134-03

## The Research of Fertilizers Effect and Optimal Amount for Edible Sunflower in Linhe District

HAN Cheng, FAN Xiu-rong, ZHANG Hong-ping et al (Linhe District Agricultural Technology Extension Center, Linhe, Inner Mongolia 015000)

**Abstract** [Objective] To select the most economical and effective fertilizer amount and the most suitable fertilizer ratio combination for edible sunflower in Linhe District. [Method] The fertilizer effect and optimal amount of N, P and K fertilizers for edible sunflower under different yields in Linhe District were studied by using “3414” incomplete fertilizer experiment method. [Result] The combined application of N, P and K fertilizers had a greater impact on the yield of edible sunflower, and the fertilizer effect was higher. The comprehensive effect of N, P, K fertilizers was 57.7%, which indicated the fertilizers effect could be exerted mostly under coordination condition of enough N, P and K fertilizers. Among the fertilizers effect of N, P and K, N fertilizer was 35.0% which was the highest, and the next was the P fertilizer which was 14.1%. Based on the result, in Linhe District, the optimal amount of fertilizers for edible sunflower was 258.8 kg/hm<sup>2</sup> of N, 117 kg/hm<sup>2</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 98 kg/hm<sup>2</sup> of K<sub>2</sub>O, the most economical amount of fertilizers for edible sunflower was 240.8 kg/hm<sup>2</sup> of N, 108.4 kg/hm<sup>2</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 86.8 kg/hm<sup>2</sup> of K<sub>2</sub>O. [Conclusion] This study provides theoretical basis for scientific fertilization of sunflower.

**Key words** Edible sunflower; The optimal amount of fertilizers; Fertilizer effect

食用向日葵<sup>[1]</sup>是临河区的主要经济作物,也是当地的主栽作物之一。2017年临河区食用向日葵的播种面积达 5.27 hm<sup>2</sup>, 占农作物播种面积的 36%, 总产达 2.21 亿 kg, 总效益达 15.47 亿元。食用向日葵的生产对促进当地农牧业经济发展具有重要地位, 是农民的主要收入来源。笔者进行食用向日葵常规种植模式的施肥技术肥效田间试验, 探索氮磷钾不同用量与向日葵产量的关系, 筛选出最经济有效的施肥量和最适宜的肥料配比组合<sup>[2]</sup>, 旨在为科学施肥提供理论依据。

### 1 材料与方

**1.1 试验材料** 氮肥为尿素(含 N 460 g/kg), 磷肥为重过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46 g/kg), 钾肥为氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60 g/kg)。供试食用向日葵品种为 361。

**1.2 试验地概况** 试验在巴彦淖尔市临河区乌兰图克镇新胜村实施, 属盐化灌淤土, 土壤质地为重壤土。地块平整, 灌溉配套, 具有代表性, 肥力水平中等, 历年习惯种植食用向日葵。

**1.3 试验设计** 采用“3414”不完全方案设计<sup>[3]</sup>。在“3414”的基础上以氮肥、磷肥、钾肥为变量因子, 每种肥料设 4 个水平, 分别为纯 N: 0、103.5、207.0、310.5 kg/hm<sup>2</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0、51.75、103.50、155.25 kg/hm<sup>2</sup>; K<sub>2</sub>O: 0、36、72、108 kg/hm<sup>2</sup>。3 次重复, 区内随机排列。每小区 4 膜 8 行, 大行距 90 cm, 小行距 40 cm, 株距 50 cm, 株数 30 765 株/hm<sup>2</sup>, 小区行长 7.0 m, 宽

5.2 m, 面积 36.4 m<sup>2</sup>, 走道 1.5 m。磷、钾肥 1 次基施, 氮肥在向日葵 5 片叶子时用耩地机种至地中, 防治氮肥流失。其他管理同生产大田(表 1)。

表 1 “3414”不完全方案设计

Table 1 “3414” incomplete scheme design

处理 Treatment	组合 Combination	施肥水平 Fertilizer levels			施肥量 Fertilizer amount//kg/hm <sup>2</sup>		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
①	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0
②	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2	0	103.50	72
③	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2	103.5	103.50	72
④	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2	207.0	0	72
⑤	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2	207.0	51.75	72
⑥	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2	207.0	103.50	72
⑦	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2	207.0	155.25	72
⑧	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0	207.0	103.50	0
⑨	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1	207.0	103.50	36
⑩	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3	207.0	103.50	108
⑪	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2	310.5	103.50	72

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对向日葵产量的影响** 从表 2 可以看出, 处理 ⑪(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>) 的产量最高, 为 4 606 kg/hm<sup>2</sup>, 在处理 ②、③、⑥、⑪中, 磷钾肥不变, 随着氮肥施用量的增加, 产量也不断提高, 在处理 ④、⑤、⑥、⑦中, 氮钾肥不变, 随着磷肥施用量的增加, 产量也不断提高, 在处理 ⑧、⑨、⑥、⑩中, 氮磷肥不变, 随着钾肥施用量的增加, 产量也不断提高, 说明该向日葵对养分需求量大, 增加施肥量有提高产量的潜力。

**基金项目** 国家农业部测土配方施肥基金项目。

**作者简介** 韩成(1959—), 男, 内蒙古巴彦淖尔人, 研究员, 从事农业技术推广与研究。

**收稿日期** 2018-05-21; 修回日期 2018-10-11

表 2 不同处理向日葵产量

Table 2 Sunflower yield under different treatments

处理 Treatment	产量 Production kg/hm <sup>2</sup>	增产量 Increased production kg/hm <sup>2</sup>	增产率 Increased rate %	产量排名 Production ranking
①	2 854	0.0	0.0	11
②	3 334	479.2	16.8	10
③	4 250	1 395.9	48.9	7
④	3 945	1 090.7	38.2	9
⑤	4 496	1 641.7	57.5	5
⑥	4 500	1 645.9	57.7	4
⑦	4 563	1 708.4	59.9	2
⑧	4 125	1 270.9	44.5	8
⑨	4 359	1 504.2	52.7	6
⑩	4 518	1 663.4	58.3	3
⑪	4 604	1 750.1	61.3	1

**2.2 氮磷钾肥的肥料效应、增产指数和缺素区相对产量** 用 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理与空白区相比的增产率计算氮磷钾肥综合效应<sup>[4-5]</sup>,用 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理与相对应的缺素区(N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>)处理的增产率计算氮、磷、钾肥的效应;用 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理与相对应的缺素区(N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>)处理的产量差比相对应 2 水平的施肥量计算氮、磷、钾肥的增产指数;用 100 减去 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理与相对应的缺素区(N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>)处理的产量差比 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理的产量百分比来计算缺素区氮、磷、钾的相对产量。

食用向日葵氮磷钾肥的综合效应(57.7%)>氮肥效应(35.0%)>磷肥效应(14.1%)>钾肥效应(9.1%),说明氮磷钾

肥足量配合施用,才能发挥肥料的最大效应;增产指数表现为氮肥(5.6 kg/kg)>磷肥(5.4 kg/kg)>钾肥(5.2 kg/kg),缺素区的相对产量表现为氮肥(74.1%)<磷肥(87.7%)<钾肥(91.7%),说明食用向日葵的主要制约因子为氮肥,只有氮肥充足,磷钾肥配合施用,才能达到增产增收的目的。

**2.3 不同氮肥水平对食用向日葵产量的影响及最佳用量分析** 在磷钾 2 种养分处于 2 水平时对施氮量 0、1、2、3 进行肥效分析。选用处理②、③、⑥、⑪(表 3),对表 3 进行回归分析<sup>[6-10]</sup>,得出表 4 和最佳磷钾肥施用量的氮肥肥效(图 1),由表 4 可知,在 R=0 时氮肥的最佳经济施肥量为 240.8 kg/hm<sup>2</sup>,R=1 时氮肥的最高产量施肥量为 258.8 kg/hm<sup>2</sup>。由图 1 可知,从 N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 到 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理,随着施氮量的增加增产幅度较大,N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 到 N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理趋于平缓,说明在最佳施氮量范围内增施氮肥可以起到显著的增产作用,超出此范围增产率降低,过量施用造成减产。

表 3 磷钾 2 水平下不同氮肥施用量与产量

Table 3 Application amount and yield of different nitrogen fertilizers at phosphorus and potassium 2 levels

处理 Treatment	纯氮用量 N(x) Pure nitrogen dosage//kg/hm <sup>2</sup>	N(x <sup>2</sup> ) kg/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
②	0	0	3 333.5
③	103.5	10 712.25	4 250.2
⑥	207.0	42 849.00	4 500.2
⑪	310.5	96 410.25	4 604.4

表 4 一元二次氮最佳施肥量和最高产量施肥量

Table 4 Optimal fertilizer application amount and maximum yield application amount of one-place quadratic nitrogen

b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	判别式 (b <sub>2</sub> <0 为 1, 否则为 0) Discriminant	px(肥料 价格) 元/kg	py(产品 价格) 元/kg	R	施氮量 Nitrogen application rate//kg/hm <sup>2</sup>	增产量 Increased yield kg/hm <sup>2</sup>	肥料成本 Fertilizer cost 元/hm <sup>2</sup>	施肥利润 Fertilization profits 元/hm <sup>2</sup>	利润 Profits 元/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	1.00	222.9	1 245.19	969.66	6 999.54	28 500.81	4 604.76
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	0.50	231.9	1 255.85	1 008.65	7 028.78	28 530.04	4 615.42
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	0.40	233.7	1 257.61	1 016.44	7 032.29	28 533.55	4 617.19
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	0.30	235.5	1 259.26	1 024.24	7 035.01	28 536.28	4 618.83
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	0.20	237.3	1 260.78	1 032.04	7 036.96	28 538.23	4 620.35
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	0.00	240.8	1 263.46	1 047.63	7 038.52	28 539.79	4 623.03
3 359.6	9.8	-0.019	1	4.35	6.4	-1.00	258.8	1 269.55	1 125.60	6 999.54	28 500.81	4 629.13

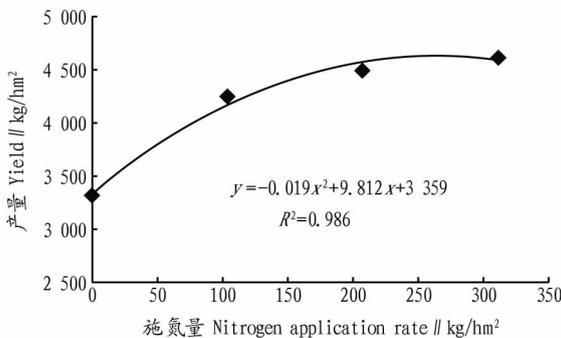


图 1 一元二次氮肥效应

Fig.1 One-place quadratic nitrogen fertilizer efficiency

**2.4 不同磷肥水平对食用向日葵产量的影响及最佳用量分析** 在氮钾 2 种养分处于 2 水平时对施磷量 0、1、2、3 进行肥

效分析。选用处理④、⑤、⑥、⑦(表 5),对表 5 进行回归分析,得出表 6 和最佳氮钾肥施用量的磷肥肥效(图 2),由表 6 可知,在 R=0 时磷肥的最佳经济施肥量为 108.4 kg/hm<sup>2</sup>,R=1 时磷肥的最高产量施肥量为 117 kg/hm<sup>2</sup>。由图 2 可知,从 N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub> 到 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 处理,随着施磷量的增加,产量一直增加,

表 5 氮钾 2 水平下不同磷肥施用量与产量

Table 5 Application and yield of different phosphate fertilizers under nitrogen and potassium 2 levels

处理 Treatment	纯磷用量 P(x) Nitrogen application rate//kg/hm <sup>2</sup>	P(x <sup>2</sup> ) kg/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
④	0	0	3 945.0
⑤	51.75	2 678.062 5	4 496.0
⑥	103.50	10 712.250 0	4 500.2
⑦	155.25	24 102.562 5	4 562.7

增加幅度较大,从 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> 到 N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub> 处理增加平缓,甚至降低。说明玉米一穴双株高密度栽培对磷肥的需求量较大,最

佳施肥量要与经济效益比较及进一步加大施用量试验确定。

表 6 一元二次磷最佳施肥量和最高产量施肥量

Table 6 Optimal fertilizer application amount and maximum yield application amount of one-place quadratic phosphate

b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	判别式 (b <sub>2</sub> <0 为 1, 否则为 0) Discriminant	px(肥料 价格) 元/kg	py(产品 价格) 元/kg	R	施 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 量 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> application rate//kg/hm <sup>2</sup>	增产量 Increased yield kg/hm <sup>2</sup>	肥料成本 Fertilizer cost 元/hm <sup>2</sup>	施肥利润 Fertilization profits 元/hm <sup>2</sup>	利润 Profits 元/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	1.00	99.84	610.64	499.22	3 408.85	28 850.50	4 585.89
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	0.50	104.13	616.49	520.64	3 424.91	28 866.56	4 591.75
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	0.40	104.98	617.46	524.92	3 426.84	28 868.48	4 592.72
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	0.30	105.84	618.37	529.20	3 428.34	28 869.98	4 593.62
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	0.20	106.70	619.20	533.49	3 429.41	28 871.05	4 594.46
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	0.00	108.41	620.67	542.05	3 430.27	28 871.91	4 595.93
3 975.3	10.7	-0.046	1	5	6.4	-1.00	116.98	624.02	584.88	3 408.85	28 850.50	4 599.28

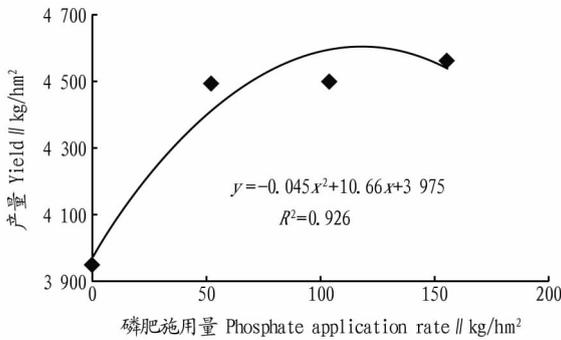


图 2 一元二次磷肥效应

Fig.2 One-place quadratic phosphate fertilizer efficiency

2.5 不同钾肥水平对食用向日葵产量的影响及最佳用量分析 在氮磷 2 种养分处于 2 水平时对施钾量 0、1、2、3 进行肥效分析。选用处理⑦、⑨、⑥、⑩(表 7),对表 7 进行回归分析,得出表 8 和最佳氮磷肥施用量的钾肥肥效(图 3),由表 8

可知,在 R=0 时钾肥的最佳经济施肥量为 86.8 kg/hm<sup>2</sup>,R=1 时磷肥的最高产量施肥量为 98 kg/hm<sup>2</sup>。由图 3 可知,从 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub> 到 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub> 处理,随着施钾量的增加,产量一直增加,增产幅度较大,2 水平后增幅趋于平缓,说明增施钾肥能起到增产作用,最佳施肥量要与经济效益比较及进一步加大施用量试验确定。

表 7 氮磷 2 水平下的不同钾肥施用量与产量

Table 7 Application and yield of different potassium fertilizers under nitrogen and phosphate 2 level

处理 Treatment	纯钾施用量 K(x) Potassium application rate//kg/hm <sup>2</sup>	K(x <sup>2</sup> ) kg/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
⑥	72	5 184	4 500.2
⑧	0	0	4 125.2
⑨	36	1 296	4 358.5
⑩	108	11 664	4 517.7

表 8 一元二次钾最佳施肥量和最高产量施肥量

Table 8 Optimal fertilizer application amount and maximum yield application amount of one-place quadratic potassium

b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	判别式 (b <sub>2</sub> <0 为 1, 否则为 0) Discriminant	px(肥料 价格) 元/kg	py(产品 价格) 元/kg	R	施 K <sub>2</sub> O 量 K <sub>2</sub> O application rate//kg/hm <sup>2</sup>	增产量 Increased yield kg/hm <sup>2</sup>	肥料成本 Fertilizer cost 元/hm <sup>2</sup>	施肥利润 Fertilization profits 元/hm <sup>2</sup>	利润 Profits 元/hm <sup>2</sup>	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	1.00	75.50	378.78	452.98	1 971.20	28 362.31	4 502.39
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	0.50	81.13	388.02	486.77	1 996.54	28 387.65	4 511.63
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	0.40	82.25	389.55	493.52	1 999.59	28 390.69	4 513.16
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	0.30	83.38	390.97	500.28	2 001.95	28 393.06	4 514.58
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	0.20	84.51	392.29	507.04	2 003.64	28 394.75	4 515.90
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	0.00	86.76	394.62	520.55	2 004.99	28 396.10	4 518.23
4 123.6	8.2	-0.042	1	6	6.4	-1.00	98.02	399.90	588.13	1 971.20	28 362.31	4 523.51

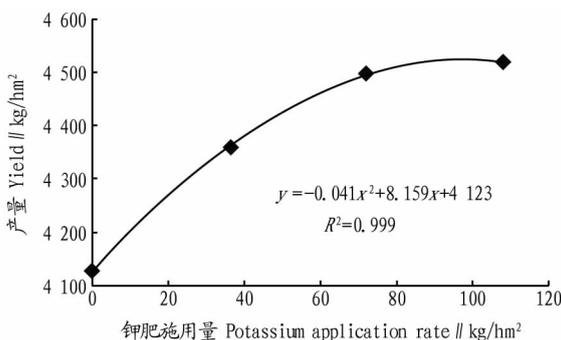


图 3 一元二次钾肥效应

Fig.3 One-place quadratic potassium fertilizer efficiency

### 3 结论与讨论

(1) 食用向日葵植株高大,生长迅速,生育期短,氮磷钾养分吸收较多较快,氮磷钾肥配合施用是食用向日葵增产的重要施肥措施。

(2) 氮磷钾肥的足量配合施用对食用向日葵的产量影响较大。氮磷钾肥的综合效应为 57.7%,足量氮磷钾肥配合施用,才能发挥肥料的最大效应。

(3) 氮磷钾 3 种肥料以氮肥效应最大,为 35.0%,其次是磷肥,为 14.1%。食用向日葵对肥料要求,氮肥是第一位,其次是磷肥,只有氮肥充足,磷钾肥配合施用,才能达到最佳增

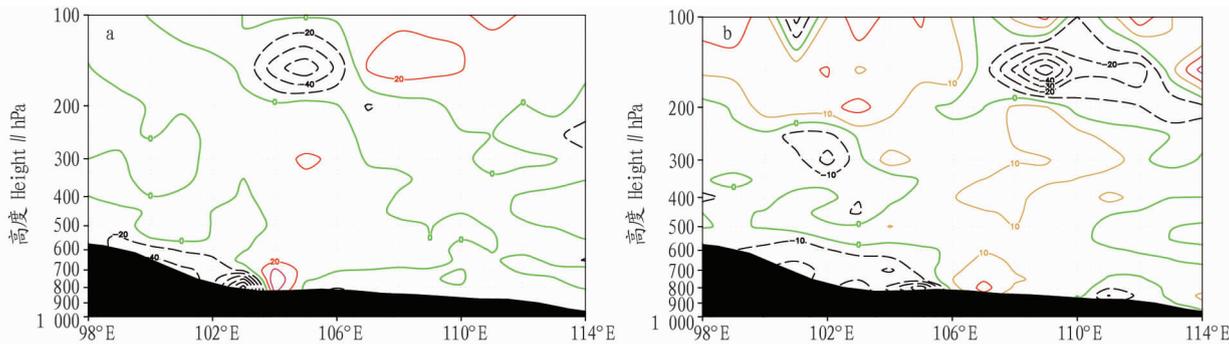


图 6 2012 年 7 月 29 日 20:00(a) 和 30 日 02:00(b) 沿 38°N 的温度平流垂直剖面(单位: °C/s)

Fig.6 Vertical profile of temperature advection along 38°N at 20:00 on July 29 (a) and 02:00 on July 30 (b) in 2012

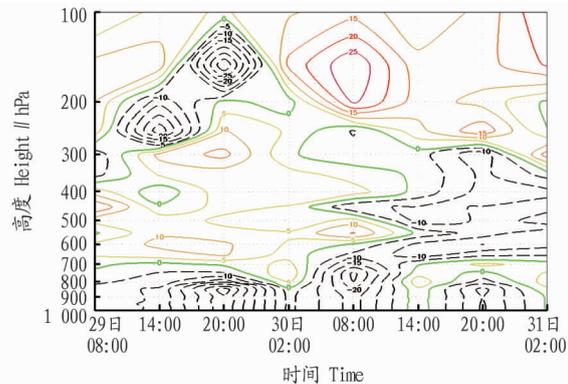


图 7 2012 年 7 月 29 日 08:00—31 日 02:00 沿 106°E、38°N 的温度平流时间-高度剖面(单位: °C/s)

Fig.7 Time-height profile of temperature advection along 106°E, 38°N from 08:00 July 29 to 02:00 July 31 in 2012

500 hPa 从新疆东移至宁夏地区的短波槽和副高边缘带来的暖湿空气的共同影响,短波槽携带槽后的干冷空气和副高西南边缘输送的暖湿气流在宁夏地区辐合,同时在中、低层 700、850 hPa 受切变线的影响,同时地面图上有冷锋从高原北部东移,宁夏地区受到上述大中尺度系统的共同作用,产生了此次暴雨天气过程。

(2) 通过对涡度、散度、垂直速度、假相当位温、水汽通量、水汽通量散度和温度平流的垂直剖面图进行分析,结果表明,在暴雨发生的时间段内,低层辐合、高层辐散的涡度的

状态能够很好地对应暴雨时刻,低层正值中心的大小与暴雨强度相对应;散度的负值中心与涡度的正值中心相配合,低层为气旋式环流、辐合,中高层为反气旋式环流、辐散;垂直速度负值区从低层发展至 200 hPa,强烈并且深厚,有利于水汽、能量等的垂直输送;低层水汽通量增加,大量的水汽发生汇集,在强烈的垂直运动作用下,已经延伸到高层,水汽条件充足、深厚;假相当位温显示,在暴雨发生之前就已经有不稳定能量的积累,随着暴雨的进程,不稳定能量消耗,直到降水停止,其不稳定主要体现在对流层低层;伴随地面冷锋的移动,对流层低层冷、暖空气交汇,大气层结处于不稳定的状态。

参考文献

- [1] 毛文书,曾戟,孙云,等.川渝地区夏季降水变化气候特征分析[J].成都信息工程学院学报,2010,25(2):172-178.
- [2] 毛文书,彭骏,周强,等.基于 Barnes 滤波原理的降水场客观分析及尺度分离[J].成都信息工程学院学报,2008,23(6):668-672.
- [3] 蔡海朝,毛文书,杨群,等.湘中一次大暴雨天气的综合诊断分析[J].成都信息工程学院学报,2011,26(2):215-222.
- [4] 王黎黎,魏婷婷.近 50 年来东北冷涡暴雨过程动力条件诊断和水汽条件分析[J].气象灾害防御,2014(4):10-13.
- [5] 安洁,张立凤,张铭.暴雨中不稳定的动力学诊断方法[J].解放军理工大学学报(自然科学版),2006,7(4):390-395.
- [6] 曹晓岗.“0185”特大暴雨的诊断分析[J].气象,2002,28(1):21-25.
- [7] 纪晓玲,贾宏元,沈跃琴.2002 年 6 月 7~8 日宁夏区域性暴雨天气过程分析[J].干旱气象,2004,22(2):17-22.
- [8] 钱维宏,单晓龙,朱亚芳.天气尺度扰动流场对区域暴雨的指示能力[J].地球物理学报,2012,55(5):1513-1522.

(上接第 136 页)

产效果。

(4) 临河区食用向日葵最佳经济施肥量纯 N 为 240.8 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 108.4 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 为 86.8 kg/hm<sup>2</sup>, 氮磷钾最佳施肥比为 1.00:0.45:0.40。

参考文献

- [1] 郑海春,胡树平,贾利欣,等.内蒙古主要农作物测土配方施肥及综合配套栽培技术——向日葵[M].北京:中国农业出版社,2011.
- [2] 樊秀荣,苏化洲,刘杰,等.临河区食用向日葵施肥指标体系的建立[J].安徽农业科学,2013,41(33):12859-12860.
- [3] 陈新平,张福锁.通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系[J].中国农技推广,2006,22(4):36-39.

- [4] 安玉麟,郭富国,杨文耀.河套黄灌区油用向日葵氮磷钾肥料效应分析[J].华北农学报,2007,22(5):147-151.
- [5] 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.
- [6] 徐卫华,吴雪芬,张远照.基于 Excel 的“3414”田间肥效试验模型的应用研究[J].现代农业科技,2012(7):19-21.
- [7] 梁青,莫大杭,高建民.应用“3414”试验拟探讨不同肥料处理对玉米产量的影响[J].内蒙古农业科技,2013(5):54-55,69.
- [8] 王圣瑞,陈新平,高祥照,等.“3414”肥料试验模型拟合的探讨[J].植物营养与肥料学报,2002,8(4):409-413.
- [9] 吴炳孙,韦家少,何鹏,等.利用“3414”试验确定龙江农场热垦 525 最佳施肥量的探讨[J].热带作物学报,2013,34(2):244-248.
- [10] 李雪冰,闫礼,孔德胤,等.河套灌区油用向日葵施肥量经济效益分析[J].中国农学通报,2010,26(22):201-205.