

# 陇东黄土高原区紫苏“3414”肥效试验研究

张占军

(陇东学院农林科技学院, 甘肃 庆阳 745000)

**摘要:** 在陇东黄土高原区进行了紫苏“3414”肥效试验, 结果表明, 该地区土壤中有效养分含量表现为高K、中P、中N, N是限制产量的主要因子, N、P、K三要素对产量的效应由大到小为N、P、K。紫苏最大施肥量为N 249.45 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 131.10 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 39.30 kg/hm<sup>2</sup>, N、P、K比例为1:0.52:0.15, 该水平下紫苏产量为1 892.55 kg/hm<sup>2</sup>; 最佳施肥量为N 193.05 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 117.90 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 30.00 kg/hm<sup>2</sup>, N、P、K比例为1:0.61:0.15, 该水平下紫苏产量为1 759.65 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 紫苏; “3414”; 肥效试验; 陇东黄土高原区

**中图分类号:** S565.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)05-0027-04

**doi:**10.3969/j.issn.1001-1463.2014.05.010

## Study on “3414” Fertilizer Efficiency Experiment of Perilla in Loess Plateau of Eastern Gansu

ZHANG Zhan-jun

(College of Agriculture and Forestry, Longdong University, Qingyang Gansu 745000, China)

**Abstract:** The “3414” fertilizer efficiency experiment of perilla was conducted in loess plateau of eastern Gansu province. The results showed that the soil in this area has abundant available K, medium available P and available N; N is the main factors that limit perilla yields, the effect of increase production is N、P、K. Maximum rate of fertilization is N 249.45 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 131.10 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 39.30 kg/hm<sup>2</sup>, the ratio of N:P:K is 1:0.52:0.15, the yield of perilla is 1 892.55 kg/hm<sup>2</sup>, optimum fertilization is N 193.05 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 117.90 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 30.00 kg/hm<sup>2</sup>, the ratio of N:P:K is 1:0.61:0.15 in this level, in this condition perilla yield is 1 759.65 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** Perilla; “3414”; Fertilizer efficiency experiment; Loess plateau of eastern Gansu

紫苏是陇东黄土高原区特色经济作物, 籽粒 $\alpha$ -亚麻酸含量达60%以上, 叶片含有很丰富的 $\beta$ -胡萝卜素、黄酮及Fe、Zn等多种矿质元素, 既是很好的加工型油料作物, 又是别具特色的芳香类蔬菜作物, 紫苏栽培多数为冬小麦收获后移栽<sup>[1-5]</sup>。近年来, 由于生产中存在氮、磷、钾施肥不合理等问题, 不仅增加了生产成本, 影响了品质, 而且造成环境污染和资源浪费。为了探索陇东黄土高原区紫苏生产的最佳施肥标准, 为紫苏施肥指标

体系的建立提供科学依据, 陇东学院农林科技学院进行了紫苏配方施肥试验, 现将结果报道如下。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试材料

指示紫苏品种为当地栽培品种正宁紫苏。供试肥料为尿素(含N 46%, 中石化宁夏化工厂生产)、普通过磷酸钙(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%, 陕西宝鸡磷肥厂生产)、硫酸钾(含K<sub>2</sub>O 50%, 俄罗斯阿钦斯克联合企业生产)。

收稿日期: 2014-03-03

基金项目: 甘肃省教育厅研究生导师项目(121002); 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目(GNSW-2012-06)部分内容

作者简介: 张占军(1973—), 男, 甘肃合水人, 副教授, 硕士, 研究方向为设施园艺、芳香类蔬菜栽培及育种。联系电话: (0)13830419896。E-mail: qyzzj2003@126.com

[5] 李隆, 杨思存, 孙建好, 等. 小麦/大豆间作中作物种间的竞争作用和促进作用[J]. 应用生态学报, 1999, 10(2): 197-200.

[6] LONG LI, SICUN YANG, XIAOLIN LI, *et al*. Inter-specific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean [J]. Plant and Soil, 1999, 212: 105-114.

[7] 盛秀兰, 金秀琳, 郑果, 等. 甘肃省小麦根病病原种类及致病性研究[J]. 西北农业学报, 1997, 6(1): 35-38.

[8] 包兴国, 曹卫东, 杨文玉, 等. 甘肃省绿肥生产历史回顾及发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2011(12): 41-44.

(本文责编: 陈伟)

## 1.2 试验地概况

试验于2012年在庆阳市宁县湘乐镇樊湾村进行,地处北纬35°38'54",东经108°07'65",当地海拔1337 m,土壤类型为黑垆土,前茬作物为冬小麦。试验地四周开阔,地势平坦,土壤肥力中等。耕作层土壤含有机质11.38 g/kg、全氮0.85 g/kg、碱解氮37.59 mg/kg、有效磷10.60 mg/kg、有效钾125.00 mg/kg, pH 8.46。

## 1.3 试验方法

试验采用“3414”完全肥料试验设计方案<sup>[6~9]</sup>,即3个因素(N、P、K),4个水平,0水平为不施肥,2水平为当地最佳施肥量的预测值,1水平为2水平×0.5,即少于最佳施肥量的施肥水平,3水平为2水平×1.5(即最高施肥水平),共14个处理。采用随机区组排列,重复3次,小区面积15.0 m<sup>2</sup>,行长6.0 m、宽2.5 m。区间距及走道均为0.5 m。试验方案见表1。试验各小区均不施有机肥,冬小麦收获后于7月9日及时旋耕、整地,并按试验方案分小区准确称取供试肥料,全部磷肥、钾肥、60%氮肥按划定小区一次性施入做底肥。于7月30日施入。4月25日紫苏大田直播育苗。7月10日起苗,选择生长健壮,整体一致的紫苏苗,按行距50.0 cm、株距46.1 cm挖穴后带土移栽,随栽随浇稳苗水,每小区栽植5行,每行栽14株。栽植密度为46 665株/hm<sup>2</sup>。移栽缓苗7 d后(7月17日)进行第1次中耕除草壅土,7月30日追施剩余的40%氮肥并进行第2次中耕除草。田间对各主要生育时期进行观察记载。成熟期每小区随机挂牌标记20株,统计株高、单株小穗数。从10月2日开始,各处理紫苏相继成熟,于10月6日按小区分别收获,编码插

牌,堆放促其后熟。10月25日脱粒时进行室内考种,统计千粒重、单株产量,分小区计产。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对紫苏生育时期的影响

从表2可以看出,移栽后各处理开花期、座果期一致,但成熟期略有差异。其中处理1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)紫苏较其它处理早成熟2~6 d,这是由于田间提早脱肥所致,而肥料配比较大的处理(N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>、N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)紫苏茎叶密蔽、后期籽粒转色推迟,导致成熟偏晚。

表2 不同处理紫苏的主要生育时期

编号	处理	育苗期	移栽期	开花期	座果期	成熟期	收获期
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	2/10	6/10
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	2/10	6/10
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	5/10	9/10
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	7/10	11/10
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	8/10	12/10
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	4/10	8/10
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	4/10	8/10
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	25/4	10/7	3/9	9/9	6/10	10/10

### 2.2 不同处理对紫苏主要农艺性状和产量构成因子的影响

从表3可以看出,不同处理的株高、单株小穗数、小穗籽粒数、千粒重、单株产量有一定的差

表1 试验设计方案

编号	处理	因子编码			施肥量(kg/hm <sup>2</sup> )			小区施肥量(kg/15.0 m <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	尿素	普通过磷酸钙	硫酸钾
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2	0	120.0	45.0	0	0.391	0.147
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2	112.5	120.0	45.0	0.367	0.391	0.147
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2	225.0	0	45.0	0.734	0.000	0.147
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2	225.0	60.0	45.0	0.734	0.196	0.147
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2	225.0	120.0	45.0	0.734	0.391	0.147
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2	225.0	180.0	45.0	0.734	0.587	0.147
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0	225.0	120.0	0	0.734	0.391	0.000
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1	225.0	120.0	22.5	0.734	0.391	0.073
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3	225.0	120.0	67.5	0.734	0.391	0.220
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2	337.5	120.0	45.0	1.100	0.391	0.147
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1	1	2	112.5	60.0	45.0	0.367	0.196	0.147
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1	2	1	112.5	120.0	22.5	0.367	0.391	0.073
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2	1	1	225.0	60.0	22.5	0.734	0.196	0.073

表3 不同处理紫苏的主要农艺性状及产量构成因子

编号	处理	株高 (cm)	单株小穗数 (个)	小穗籽粒数 (粒)	千粒重 (g)	单株产量 (kg)
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	108	87	51	4.80	0.021
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	114	102	58	4.81	0.028
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	116	117	61	4.85	0.035
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	119	115	58	4.82	0.034
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	117	124	72	5.12	0.040
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	120	119	65	4.97	0.038
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	115	121	63	4.90	0.038
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	114	124	58	4.86	0.036
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	117	125	70	4.96	0.041
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	117	119	64	5.12	0.039
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	115	117	68	4.82	0.039
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	114	123	62	4.94	0.037
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	114	118	65	4.81	0.037
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	114	126	58	4.80	0.035

异,其中处理1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)株高、单株小穗数、小穗籽粒数、千粒重、单株产量均低于其余处理。株高以处理6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)最高,为120 cm;处理4(N<sub>2</sub>P<sub>0</sub>K<sub>2</sub>)次之,为119 cm;处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)、处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)、处理10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)居第3位,均为117 cm。单株小穗数以处理14(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>)最多,为126个;处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)次之,为125个;处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)、处理8(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub>)居第3位,均为124个。每穗籽粒数以处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)最多,为72粒;处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)次之,为70粒;处理11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)居第3位,为68粒。千粒重以处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)、处理10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)最高,为5.12 g;处理6(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)次之,为4.97 g;处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)居第3位,为4.96 g。单株产量以处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)最高,为0.041 g;处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)次之,为0.040 g;处理10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)、处理11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)居第3位,均为0.039 g。综合以上分析,认为处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)、处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)的紫苏综合性状表现好。

2.3 不同处理对紫苏产量的影响

从表4可以看出,13个施肥处理均比处理1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产。其中处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)的折合平均产量最高,为1 933.33 kg/hm<sup>2</sup>,比处理1增产94.63%;处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)次之,为1 873.33 kg/hm<sup>2</sup>,比处理1增产88.59%;处理10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)居第3位,为1 840.00

kg/hm<sup>2</sup>,比处理1增产85.24%;处理11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)居第4位,为1 820.00 kg/hm<sup>2</sup>,比处理1增产83.22%;处理2(N<sub>0</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)最低,为1 340.00 kg/hm<sup>2</sup>,比处理1增产34.90%,其余施肥处理为1 626.67~1 806.67 kg/hm<sup>2</sup>,比处理1增产63.75%~81.88%。对产量用LSD法进行方差分析,结果表明,处理9(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>)与处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)、处理10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)、处理11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)差异不显著,与其余处理差异均极显著;处理5(N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>)、处理10(N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>)、处理11(N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)之间差异不显著,与处理3(N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>)差异显著,与其余处理差异均极显著。

表4 不同配方施肥处理产量结果

编号	处理	小区平均产量 (kg/15.0 m <sup>2</sup> )	折合平均产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	产量 位次
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1.49	993.33 Gg	14
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2.01	1 340.00 Ff	13
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2.71	1 806.67 BCc	5
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2.44	1 626.67 Ee	12
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2.81	1 873.33 ABab	2
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2.64	1 760.00 Cc	8
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2.67	1 780.00 Cc	6
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2.53	1 686.67 Ee	10
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2.90	1 933.33 Aa	1
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2.76	1 840.00 ABab	3
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2.73	1 820.00 ABab	4
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2.67	1 780.00 Cc	7
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2.59	1 726.67 Dd	9
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2.47	1 646.67 Ee	11

2.4 肥料的互作效应和肥力分析

以NPK互作效应最高,比处理1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)增产77.18%;其次是NP互作效应,增产率为69.80%;再次是NK互作效应,增产率为63.76%;PK互作效应最差,增产率34.90%。从表5可以看出,处理1(N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)产量为最佳施肥区产量的56.44%,即本试验地肥力水平中等。缺N区产量为最佳施肥区产量的76.14%(75.00%<76.14%<95.00%),缺P区产量为最佳施肥区产量的92.42%(75.00%<92.42%<95.00%),即土壤中的有效N、P含量均中等;缺K区的产量为最佳施肥区产量的95.83%(95.00%<95.83%<100%),即土壤中的有效K含量较为丰富。N是限制产量的主要因子,其次是P,再次是

表5 肥料互作效应结果

施肥类型	施肥水平(kg/hm <sup>2</sup> )			折合平均产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	较不施肥处理增产 (%)	占最佳施肥区产量的百分比 (%)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
不施肥	0	0	0	993.33		56.44
PK	0	120.0	45.0	1 340.00	34.90	76.14
NK	225.0	0	45.0	1 626.67	63.76	92.42
NP	225.0	120.0	0	1 686.67	69.80	95.83
NPK	225.0	120.0	45.0	1 760.00	77.18	

K, 对产量贡献由大到小的次序为N、P、K。

## 2.5 施肥模型建立及最佳施肥量和最大施肥量的确定

### 2.5.1 氮磷钾肥效应模型

通过回归分析可得出N、P、K与产量的三元二次方程回归模型： $Y=70.26+1.47X_1+5.21X_2+15.86X_3-0.13X_1^2-0.32X_2^2-1.50X_3^2+0.25X_1X_2+0.28X_1X_3-1.45X_2X_3$  (式中Y为产量,  $X_1$ 为施氮量,  $X_2$ 为施磷量,  $X_3$ 为施钾量)。

对该回归方程进行显著性检验,  $F=9.37 > F_{0.05}=6.0$ , 说明N、P、K肥施用量与产量有显著的回归关系, 可以用该回归方程确定N、P、K肥的最大施肥量和最佳施肥量。根据回归方程计算得出最大施肥量分别为N 249.45 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 131.10 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 39.30 kg/hm<sup>2</sup>, 该水平下紫苏产量为1 892.55 kg/hm<sup>2</sup>。最佳施肥量分别为N 193.05 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 117.90 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 30.00 kg/hm<sup>2</sup>, 该水平下紫苏产量为1 759.65 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.5.2 氮肥效应模型

在P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O施用量固定的情况下, 对不同施氮处理进行回归分析, 得出N的一元二次回归模型:

$$Y=-0.12N^2+3.94N+91.54 \quad (R^2=0.9377)$$

应用N的一元二次回归方程计算得出, N的最大施量为247.35 kg/hm<sup>2</sup>、最佳施用量为213.30 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.5.3 磷肥效应模型

在N、K<sub>2</sub>O施用量固定的情况下, 对不同施磷处理进行回归分析, 得出P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的一元二次回归模型:

$$Y=-0.23P^2+3.38P+110.54 \quad (R^2=0.7758)$$

应用该一元二次回归方程计算得出, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的最大施用量为107.70 kg/hm<sup>2</sup>、最佳施用量为81.15 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.5.4 钾肥效应模型

在N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>施用量固定的情况下, 对不同施K处理进行回归分析, 得出K<sub>2</sub>O的一元二次回归模型:

$$Y=-1.24K^2+6.87K+114.78 \quad (R^2=0.5816)$$

应用该一元二次回归方程计算得出, K<sub>2</sub>O的最大施用量为41.55 kg/hm<sup>2</sup>、最佳施用量为37.35 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.5.5 最大施肥量与最佳施肥量的确定

将三元二次方程模型与一元二次方程模型得出的N、P、K最大施肥量和最佳施肥量结果进行比较 (表6), 两种方法中N、K<sub>2</sub>O的施用量基本差别不大, 但一元二次方程模型得出P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>最佳施用量为81.55 kg/hm<sup>2</sup>, 而三元二次方程得出P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>最佳施用量为117.90 kg/hm<sup>2</sup>, 二者相比较差异较大。综合考虑评价认为, 在陇东黄土高原区应采用三元二次方程

得出的最大施肥量和最佳施肥量作为紫苏施肥标准。

表6 不同方程的最大施肥量与最佳施肥量比较

施肥方案	方程	N (kg/hm <sup>2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/hm <sup>2</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg/hm <sup>2</sup> )
最大施肥	三元二次方程回归模型	249.45	131.10	39.30
	一元二次方程回归模型	247.35	107.70	41.55
最佳施肥	三元二次方程回归模型	193.05	117.90	30.00
	一元二次方程回归模型	213.30	81.15	37.35

## 3 结论

陇东黄土高原区土壤中有效养分含量丰缺程度表现为高K、中P、中N, N是限制紫苏产量的主要因子, 其次是P, 再次是K。以施N 225.0 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120.0 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 22.5 kg/hm<sup>2</sup>处理的折合平均产量最高, 为1 933.33 kg/hm<sup>2</sup>, N、P、K比例为1 : 0.53 : 0.10。配方施肥处理以N、P、K的互作效应最高, NP、NK互作效应明显, PK的互作效应最差, N、P、K肥对产量贡献由大到小的次序为N、P、K。推荐陇东黄土高原区紫苏最大施肥量为N 249.45 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 131.10 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 39.30 kg/hm<sup>2</sup>, N、P、K比例为1 : 0.52 : 0.15, 该水平下紫苏产量为1 892.55 kg/hm<sup>2</sup>。最佳施肥量为N 193.05 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 117.90 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 30.00 kg/hm<sup>2</sup>, N、P、K比例为1 : 0.61 : 0.15, 该水平下紫苏产量为1 759.65 kg/hm<sup>2</sup>。

## 参考文献:

- [1] 张洪, 黄建韶, 赵东海, 等. 紫苏营养成分的研究[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2006, 18(1): 49-52.
- [2] 蔡乾蓉. 紫苏属植物主要农艺性状和化学成分研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010.
- [3] 孟庆金, 伍文初, 莫良瑞. 水稻应用测土配方施肥技术“3414”试验效果初探[J]. 农家之友, 2009, 263(4): 34-35.
- [4] 邱勇. 潼南县红棕紫泥夹泥土小麦“3414”肥效试验初报[J]. 南方农业, 2013, 7(4): 39-41.
- [5] 阿斯艳木·达乌提, 艾麦尔艾力·吐合提, 热孜万古丽·艾则孜, 等. 柯坪县盖孜力乡冬小麦“3414”肥效试验研究[J]. 现代农业科技, 2013(14): 29-33.
- [6] 程凤林, 尹艳兰, 梁更生, 等. 天水市辣椒配方施肥试验研究[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 45-47.
- [7] 吴宁. 白菜型冬油菜配方施肥效应研究[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 47-49.
- [8] 袁伟, 薛福元. 泾川县旱塬区全膜穴播冬小麦“3414”肥效试验研究[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 27-29.
- [9] 鲁天文, 张忠福, 马金占, 等. 山丹县马铃薯“3414”肥效试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 40-42.

(本文责编: 郑立龙)