

## 菜用大豆“75-3”6种养分平衡分析

王冬群<sup>1</sup>, 成美玲<sup>2</sup>, 金万国<sup>3</sup>

(1. 慈溪市农业监测中心, 浙江慈溪 315300; 2. 慈溪市周巷镇人民政府, 浙江慈溪 315324; 3. 慈溪市宗汉万国蔬菜农场, 浙江慈溪 315399)

**摘要** 为进一步优化菜用大豆“75-3”施肥方案, 通过分析菜用大豆对 N、P、K、B、Mg、Mo 6 种养分吸收情况, 确定合理肥料施用量和配比关系。结果发现, 目标产量为 13 690 kg/hm<sup>2</sup>, N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 施用量分别达 159.56、54.87、139.88 kg/hm<sup>2</sup>, 可以基本满足养分平衡。菜用大豆累积的养分 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 平均值比例关系分别为 28.17、10.00、23.56; 豆荚中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 累积量平均值分别为 120.27、38.06、90.05 kg/hm<sup>2</sup>, 平均值比例关系分别为 31.62、10.00、23.66; 茎叶中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 累积量平均值分别为 20.53、11.96、27.72 kg/hm<sup>2</sup>, 平均值比例关系分别为 17.26、10.00、23.29。整棵菜用大豆硼、镁、钼中微量元素累积平均值分别为 141.25 g/hm<sup>2</sup>、23.21 kg/hm<sup>2</sup>、13.38 g/hm<sup>2</sup>。豆荚硼、镁、钼中微量元素累积平均值分别为 90.98 g/hm<sup>2</sup>、13.31 kg/hm<sup>2</sup>、11.30 g/hm<sup>2</sup>, 茎叶硼、镁、钼中微量元素累积平均值分别为 50.28 g/hm<sup>2</sup>、9.90 kg/hm<sup>2</sup>、2.08 g/hm<sup>2</sup>。N、P、K 肥料农学效率分别为 7.83、10.56、7.21 kg/kg。N、P、K 肥料利用率分别为 16.59%、-2.67%、22.37%。

**关键词** 菜用大豆“75-3”; 氮磷钾; 硼镁钼

**中图分类号** S565.1 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)03-0152-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.03.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Analysis of Six Kinds of Nutrient Balance of Vegetable Soybean ‘75-3’

WANG Dong-qun<sup>1</sup>, CHENG Mei-ling<sup>2</sup>, JIN Wan-guo<sup>3</sup> (1. Cixi Agricultural Monitoring Center, Cixi, Zhejiang 315300; 2. Cixi Zhouxiang Town People’s Government, Cixi, Zhejiang 315324; 3. Cixi Zonghan Wanguo Vegetable Farm, Cixi, Zhejiang 315399)

**Abstract** To optimize the fertilization scheme of vegetable soybean ‘75-3’, and the reasonable fertilizer application amount and ratio were determined by analyzing the absorption of 6 nutrients, including N, P, K, B, Mg, Mo, in vegetable soybean. It was found that the target yield was 13 690 kg/hm<sup>2</sup>. When the N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O application rates reached 159.56, 54.87 and 139.88 kg/hm<sup>2</sup> respectively, the nutrient balance could be basically met. The average ratios of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O accumulated in vegetable soybean were 28.17, 10.00 and 23.56, respectively. The average cumulative amounts of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in pods were 120.27, 38.06 and 90.05 kg/hm<sup>2</sup>, respectively, and the proportion relationship of the average values was 31.62, 10.00 and 23.66 kg/hm<sup>2</sup>, respectively. The average cumulative amounts of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in stems and leaves were 20.53, 11.96 and 27.72 kg/hm<sup>2</sup>, respectively, and the proportion of the average values was 17.26, 10.00 and 23.29 kg/hm<sup>2</sup>, respectively. The average cumulative amount of trace elements in boron, magnesium and molybdenum of vegetable soybean were 141.25 g/hm<sup>2</sup>, 23.21 kg/hm<sup>2</sup> and 13.38 g/hm<sup>2</sup>, respectively. The average cumulative amount of trace elements in boron, magnesium and molybdenum in pods were 90.98 g/hm<sup>2</sup>, 13.31 kg/hm<sup>2</sup> and 11.30 g/hm<sup>2</sup> respectively, and the average cumulative amount of trace elements in boron, magnesium and molybdenum in stems and leaves were 50.28 g/hm<sup>2</sup>, 9.90 kg/hm<sup>2</sup> and 2.08 g/hm<sup>2</sup>, respectively. The agronomic efficiency of N, P and K fertilizers were 7.83, 10.56 and 7.21 kg/kg, respectively. The utilization rates of N, P and K fertilizers were 16.59%, -2.67% and 22.37% respectively.

**Key words** Vegetable soybean ‘75-3’; Nitrogen, phosphorus and potassium; Boron, magnesium and molybdenum

菜用大豆“75-3”是福建省农业科学院研究所从我国台湾省引进<sup>[1]</sup>, 适合在杭州湾沿岸广泛种植的大宗蔬菜作物。目前施肥对大豆产量及品质影响的研究已有相关报道<sup>[2-6]</sup>。但菜用大豆“75-3”肥料吸收利用特点研究较少。通过试验得到一种农作物的养分吸收配比和吸收量后, 可以估算得到这种农作物需要施用的肥料配比和用量。同一种作物不同品种对肥料的配比和用量要求都可能不同。同时肥料施用于地中到被农作物的吸收过程中, 由于受淋洗、土壤性质等多种因素的共同影响, 肥料实际利用效果也会有较大差异。通常需要经过技术人员反复田间试验, 验证其正确性, 并进行适当的修正, 以便实际推广应用。在前期试验, 采用养分平衡法得到了菜用大豆最优的氮(N)、磷(P)、钾(K)配比和施用量<sup>[7]</sup>, 采用不同水平的肥料和种植密度试验进一步优化了肥料使用量和种植密度<sup>[8]</sup>。笔者拟对前期得到的 NPK 配

比和重量、种植密度在田间进行进一步的对比与验证。

为验证优化后的肥料配比和用量, 通过与农民习惯施肥等比较, 并通过养分累积量、肥料利用率、肥料农学效率、肥料偏生产力等评价指标对优化后的施肥方案进行分析, 以期验证施肥方案以及对方案进行进一步优化调整, 同时对硼(B)、镁(Mg)、钼(Mo)吸收累积特点进行分析。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 菜用大豆“75-3”肥料与密度验证试验在慈溪市宗汉街道万国蔬菜农场进行, 120°13′34″E, 23°14′3.4″N。试验地块 0~20 cm 土壤的基础理化性质: pH 为 8.23, 全氮 0.69 g/kg, 水解性氮 57.5 mg/kg, 有机质 10.0 g/kg, 有效磷 26.1 mg/kg, 速效钾 169 mg/kg, 水溶性盐分 0.4 g/kg, 有效硼 0.47 mg/kg, 有效钼 0.12 mg/kg, 交换性镁 2.0 cmol (1/2Mg<sup>2+</sup>)/kg。前茬为青花菜。露地种植菜用大豆, 品种为“75-3”。2021 年 4 月 22 日播种施肥一次性完成, 不覆膜。

**1.2 试验设计** 氮肥为山东华鲁恒升化工股份有限公司生产的尿素(N 46.0%), 磷肥为宁波市甬丰农业生产资料股份有限公司生产的高浓度磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40%), 钾肥为德国钾盐公司生产的硫酸钾(K<sub>2</sub>O 50%)。播种、施肥同一天完成, 不追

**基金项目** 宁波市科技局公益类科技计划(202002N3009); 慈溪市农业科技项目(CN201909); 宁波市农业技术推广项目(2019 NT 013)。

**作者简介** 王冬群(1976—), 男, 浙江慈溪人, 高级农艺师, 硕士, 从事农产品质量安全监测与土壤技术推广工作。

**收稿日期** 2022-03-09; **修回日期** 2022-07-25

施。采用穴施法,每4穴菜用大豆中间施1穴肥料。地块头尾设保护行。菜用大豆种植密度为每穴3颗豆种,150穴/区(株距×行距为40 cm×33 cm),每个小区20 m<sup>2</sup>,即22.5万株/hm<sup>2</sup>。

按菜用大豆优化后的肥料配比:N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 施入量分别为149、45、104 kg/hm<sup>2</sup>,三者比例为33.1:10.0:23.1。农户习惯施肥N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 施入量分别为142、90、90 kg/hm<sup>2</sup>。具体施用量见表1。所用肥料在实验室采用精度为0.01 g 电子天平准确称量,在塑料袋中充分混匀。

表1 菜用大豆不同施肥水平和密度试验处理

Table 1 Experiments on different fertilization levels and density of vegetable soybean 单位:kg/hm<sup>2</sup>

处理 Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
NPK	149	45	104
NPK <sub>0</sub>	149	45	0
NP <sub>0</sub> K	149	0	104
N <sub>0</sub> PK	0	45	104
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0
MNXG	142	90	90
NBFA	180	100	180
HFDE	180	60	120

注:NPK为优化施肥方案,NPK<sub>0</sub>为缺钾组,NP<sub>0</sub>K为缺磷组,N<sub>0</sub>PK为缺氮组,N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>为空白组,MNXG为农户习惯施肥,NBFA为宁波方案,HFDE为化肥定额施肥方案。

Note: NPK is the optimized fertilization scheme, NPK<sub>0</sub> is the potassium deficient group, NP<sub>0</sub>K is the phosphorus deficient group, N<sub>0</sub>PK is the nitrogen deficient group, N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> is the blank group, MNXG is the farmer's habitual fertilization, NBFA is the Ningbo scheme, and HFDE is the fertilizer quota fertilization scheme.

1.3 样品采集与测定 在菜用大豆成熟期2021年7月18日豆荚、茎叶一次性采收。现场对每个小区的全部菜用大豆

豆荚和茎叶称重、记录。部分豆荚、茎叶样品带回实验室后,切碎、混匀分别称取豆荚、茎叶各400 g。先用105℃杀青30 min,再用60℃烘干至恒重。干样磨细后,分别采用NY/T 2017—2011测定全氮、全磷、全钾含量,采用GB 5009.268—2016第一法测定硼、钼含量和第二法测定镁含量。

#### 1.4 计算公式与统计分析方法

$$\text{养分累积量} = \text{经济产量} \times \text{蔬菜全 NPK 含量} + \text{外叶产量} \times \text{外叶全 NPK 含量} \quad (1)$$

$$\text{肥料利用率} =$$

$$\frac{\text{施肥处理 NPK 累积量} - \text{不施肥处理 NPK 累积量}}{\text{NPK 肥施用量}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{肥料农学效率} =$$

$$\frac{\text{施肥处理经济产量} - \text{不施肥处理经济产量}}{\text{NPK 施用量}} \quad (3)$$

试验数据采用 Excel 2007 软件进行分析。

## 2 结果与分析

2.1 地力分析 肥料的互作效应分析结果(表2)表明,N、K和N、P、K的互作效应相对较高,豆荚产量比不施肥处理分别增产25.87%和30.39%;其次是N、P和P、K的互作效应,增产率为23.25%和19.29%。相对产量<50%、50%~75%、75%~95%和>95%分别表示肥力等级极低、低、中和高。无肥区豆荚产量占全肥区产量的76.69%;缺氮区豆荚产量占全肥区产量的91.48%,说明土壤全氮含量为中等水平;而缺磷区豆荚产量占全肥区产量的96.53%,说明土壤有效磷含量处于较高水平;缺钾区的豆荚产量占全肥区产量的94.52%,说明土壤有效钾含量处于较高水平。由此可知,试验用地基础地力较高。

表2 菜用大豆肥料互作效应和地力养分丰缺情况

Table 2 Interaction effect of vegetable soybean fertilizer and abundance and shortage of soil nutrients

处理 Treatment	豆荚 Bean pods				茎叶 Stem and leaf				豆荚/茎叶 Bean pods/ stems and leaves
	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>	RSD %	增产率 %	产量百分比 %	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>	RSD %	增产率 %	产量百分比 %	
N <sub>0</sub> PK	12 524	3.21	19.29	91.48	4 591	7.23	26.96	87.05	2.78
NPK <sub>0</sub>	12 940	4.57	23.25	94.52	4 660	2.71	28.87	88.36	2.72
NP <sub>0</sub> K	13 215	9.33	25.87	96.53	4 858	2.64	34.35	92.11	2.60
NPK	13 690	14.93	30.39	—	5 274	9.58	45.85	—	2.40
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	10 499	7.17	—	76.69	3 616	3.37	—	68.56	2.55
NBFA	12 490	12.60	18.96	91.23	4 900	5.75	35.51	92.91	2.55
HFDE	11 466	10.52	9.21	83.75	4 491	3.95	24.20	85.15	2.33
MNXG	12 607	8.50	20.08	92.09	5 408	2.71	49.56	102.54	2.73

2.2 不同处理产量 由表2可知,缺氮、缺磷、缺钾处理豆荚产量均低于全肥组。茎叶产量也有类似现象。优化后的NPK产量最高,比施肥量大的NBFA、HFDE、MNXG均高。NPK肥料农学效率分别为7.83、10.56、7.21 kg/kg。豆荚/茎叶在2.33~2.78,远高于菜用大豆“高雄9号”豆荚/茎叶1.35~2.04<sup>[9]</sup>,可能是由于品种或产量大小的差异造成。

2.3 菜用大豆养分累积、肥料利用率 由表3可知,N元素在NPK<sub>0</sub>、NP<sub>0</sub>K、NPK、MNXG 4个处理中保持了基本的养分

平衡,在NBFA、HFDE处理中盈余较多。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>除在NBFA、HFDE、MNXG 3个处理中出现盈额外,其余处理都有不同程度的亏缺。K<sub>2</sub>O除在NBFA、HFDE 2个处理有盈额外,在其他处理均出现亏缺。主要原因是该试验的菜用大豆产量达到了较高水平,需要吸收较多的营养元素。当目标产量为13 690 kg/hm<sup>2</sup>时,施用N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O分别为159.56、54.87、139.88 kg/hm<sup>2</sup>才能基本满足养分平衡。N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O肥料利用率分别为16.59%、-2.67%、22.37%。

表 3 各处理养分平衡情况

Table 3 Nutrient balance of each treatment

处理 Treatment	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O			
	吸收量 kg/hm <sup>2</sup>	施入量 kg/hm <sup>2</sup>	盈亏量 kg/hm <sup>2</sup>	盈亏率 %	吸收量 kg/hm <sup>2</sup>	施入量 kg/hm <sup>2</sup>	盈亏量 kg/hm <sup>2</sup>	盈亏率 %	吸收量 kg/hm <sup>2</sup>	施入量 kg/hm <sup>2</sup>	盈亏量 kg/hm <sup>2</sup>	盈亏率 %
N <sub>0</sub> PK	134.84	0	-134.84	-100.00	54.87	45	-9.87	-17.99	120.49	104	-16.49	-13.69
NPK <sub>0</sub>	143.43	149	5.57	3.88	50.02	45	-5.02	-10.04	116.62	0	-116.62	-100.00
NP <sub>0</sub> K	151.72	149	-2.72	-1.79	52.48	0	-52.48	-100.00	123.93	104	-19.93	-16.08
NPK	159.56	149	-10.56	-6.62	51.28	45	-6.28	-12.25	139.88	104	-35.88	-25.65
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	117.36	0	-117.36	-100.00	42.59	0	-42.59	-100.00	103.77	0	-103.77	-100.00
NBFA	142.24	180	37.76	26.55	51.08	100	48.92	95.77	114.13	180	65.87	57.71
HFDE	129.14	180	50.86	39.38	44.81	60	15.19	33.90	101.06	120	18.94	18.74
MNXG	148.09	142	-6.09	-4.11	53.10	90	36.90	69.49	122.30	90	-32.30	-26.41

**2.4 菜用大豆各处理氮磷钾(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O)吸收量比例关系** 设菜用大豆对 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的吸收量为 10.0, 通过计算得到各处理 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 吸收量的比例关系见表 4~6。总的 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 三者吸收量为 24.57~31.12、10.00、21.96~27.28, 平均值为 28.17、10.00、23.56。豆荚中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 吸收量平均值为 120.27、38.06、90.05 kg/hm<sup>2</sup>, 三者比例关系为 31.62、10.00、23.66; 茎叶中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 吸收量平均值为 20.53、11.96、27.72 kg/hm<sup>2</sup>, 三者比例关系为 17.26、10.00、23.29。

茎叶中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 三者比例范围较大, 可能原因是茎与叶中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量差异大, 而在取样过程中又不能做到在各个样品中茎与叶比完全一致。但通过多次处理的检测, 取平均值可以得到接近真值的结果。在整棵菜用大豆中 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例出现波动, 一个重要原因是各处理豆荚产量不同。

各处理 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例并没有因为 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 施入量不同而吸收量比例出现有规律的变化, 三者保持了一个基本稳定的比例关系。这个特点为设计菜用大豆肥料配比提供了重要依据。

表 4 菜用大豆各处理氮磷钾(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O)吸收量比例关系Table 4 Proportion of nitrogen, phosphorus and potassium(N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) uptake in vegetable soybean

处理 Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
N <sub>0</sub> PK	24.57	10.00	21.96
NPK <sub>0</sub>	28.67	10.00	23.31
NP <sub>0</sub> K	28.91	10.00	23.61
NPK	31.12	10.00	27.28
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	27.56	10.00	24.36
NBFA	27.85	10.00	22.34
HFDE	28.82	10.00	22.55
MNXG	27.89	10.00	23.03
平均 Average	28.17	10.00	23.56

**2.5 硼、镁、钼吸收累积** 各处理对 B、Mg、Mo 养分累积分别达 111.67~153.80 g/hm<sup>2</sup>、17.29~26.66 kg/hm<sup>2</sup>、10.90~16.48 g/hm<sup>2</sup>, 平均值分别为 141.26 g/hm<sup>2</sup>、23.21 kg/hm<sup>2</sup>、13.38 g/hm<sup>2</sup>, 可见处理间差异较大。三者比例关系为 5.43~6.74、1 000、0.48~0.69, 平均值为 6.09、1 000、0.58。可见菜

用大豆需要镁的含量较多。菜用大豆豆荚 B、Mg、Mo 养分累积分别达 74.26~101.10 g/hm<sup>2</sup>、10.95~14.76 kg/hm<sup>2</sup>、9.30~13.88 g/hm<sup>2</sup>, 平均值为 90.98 g/hm<sup>2</sup>、13.31 kg/hm<sup>2</sup>、11.30 g/hm<sup>2</sup>。菜用大豆茎叶 B、Mg、Mo 养分累积分别达 37.40~58.16 g/hm<sup>2</sup>、6.34~12.89 kg/hm<sup>2</sup>、1.43~2.67 g/hm<sup>2</sup>, 平均值为 50.28 g/hm<sup>2</sup>、9.90 kg/hm<sup>2</sup>、2.08 g/hm<sup>2</sup>。可见豆荚对 B、Mg、Mo 需求量大于茎叶(表 7~9)。

表 5 菜用大豆豆荚各处理氮磷钾(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O)吸收量比例关系Table 5 Proportion of nitrogen, phosphorus and potassium(N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) uptake by vegetable soybean pods in different treatments

处理 Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
N <sub>0</sub> PK	29.41	10.00	22.79
NPK <sub>0</sub>	31.80	10.00	23.53
NP <sub>0</sub> K	32.61	10.00	23.8
NPK	34.04	10.00	26.44
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	32.03	10.00	23.68
NBFA	30.85	10.00	22.89
HFDE	31.82	10.00	23.44
MNXG	30.38	10.00	22.70
平均 Average	31.62	10.00	23.66

表 6 菜用大豆茎叶各处理氮磷钾(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O)吸收量比例关系Table 6 Proportion of nitrogen, phosphorus and potassium(N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) uptake by vegetable soybean stems and leaves in different treatments

处理 Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
N <sub>0</sub> PK	11.07	10.00	19.65
NPK <sub>0</sub>	17.76	10.00	22.55
NP <sub>0</sub> K	16.83	10.00	23.02
NPK	21.47	10.00	30.04
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	13.29	10.00	26.56
NBFA	17.83	10.00	20.56
HFDE	19.74	10.00	19.85
MNXG	20.06	10.00	24.07
平均 Average	17.26	10.00	23.29

### 3 讨论

用养分平衡法来测算农作物生长所需的养分含量是一种简单直观有用的方法。该研究验证优化后的方案为当目

标产量为 13 690 kg/hm<sup>2</sup> 时,一次性穴施法,施用 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 分别为 159.56、54.87、139.88 kg/hm<sup>2</sup>,施用 B、Mg、Mo 分别为 141.26 g/hm<sup>2</sup>、23.21 kg/hm<sup>2</sup>、13.38 g/hm<sup>2</sup>,为指导菜用大豆科学施肥提供了依据。

表 7 菜用大豆整体 B、Mg、Mo 吸收累积情况

Table 7 Absorption and accumulation of B, Mg and Mo in vegetable soybean

处理 Treatment	B g/hm <sup>2</sup>	Mg kg/hm <sup>2</sup>	Mo g/hm <sup>2</sup>
N <sub>0</sub> PK	143.74	25.03	15.58
NPK <sub>0</sub>	144.93	24.80	12.21
NP <sub>0</sub> K	148.23	24.00	16.48
NPK	153.80	22.81	13.72
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	111.67	17.29	10.90
NBFA	146.40	22.94	12.94
HFDE	136.52	22.16	12.30
MNXG	144.76	26.66	12.93
平均 Average	141.26	23.21	13.38

表 8 菜用大豆荚各处理 B、Mg、Mo 吸收累积情况

Table 8 Absorption and accumulation of B, Mg and Mo in vegetable soybean pods

处理 Treatment	B g/hm <sup>2</sup>	Mg kg/hm <sup>2</sup>	Mo g/hm <sup>2</sup>
N <sub>0</sub> PK	93.27	14.76	13.23
NPK <sub>0</sub>	97.24	13.80	10.77
NP <sub>0</sub> K	95.54	14.02	13.88
NPK	101.10	13.21	11.69
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	74.26	10.95	9.30
NBFA	92.20	13.47	11.01
HFDE	87.61	12.52	9.63
MNXG	86.59	13.76	10.90
平均 Average	90.98	13.31	11.30

菜用大豆根系发达<sup>[10]</sup>,能对较远距离的养分进行吸收,再加上其生长季节雨水较多,因此适合采用穴施法。一次性穴施法,节约了施肥成本,同时减少了肥料的损失,是一种适合菜用大豆的施肥方法。在实际生产中,只要一次性施入一定数量特定比例的肥料即可。

NPK 在肥料施入出现亏缺的情况下,还能高产,主要原因是土壤中有效磷、有效钾等养分含量相对较高。由此表明如果土壤中有较高的养分含量,即使后期没有施足够的肥料同样也能高产。宁海龙等<sup>[11]</sup>认为磷肥对大豆籽粒氮素含量的作用有正有负。宁海龙等<sup>[11]</sup>、张兴梅等<sup>[12]</sup>认为钾肥对大

豆籽粒氮素含量的作用为负效应。这与该研究结果一致。

表 9 菜用大豆茎叶各处理 B、Mg、Mo 吸收累积情况

Table 9 Absorption and accumulation of B, Mg and Mo of vegetable soybean stem and leaf

处理 Treatment	B g/hm <sup>2</sup>	Mg kg/hm <sup>2</sup>	Mo g/hm <sup>2</sup>
N <sub>0</sub> PK	50.47	10.27	2.35
NPK <sub>0</sub>	47.69	11.01	1.43
NP <sub>0</sub> K	52.70	9.98	2.60
NPK	52.70	9.61	2.03
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	37.40	6.34	1.59
NBFA	54.20	9.47	1.93
HFDE	48.91	9.64	2.67
MNXG	58.16	12.89	2.03
平均 Average	50.28	9.90	2.08

一种农作物所需的施肥配比和施肥量主要受到 3 个方面因素的制约,首先是植物本身对 NPK 等大量元素和 B、Mg、Mo 等中微量元素吸收积累量,其次是土壤本身 N、P、K、B、Mg、Mo 等元素含量,最后是土壤的性质,如 pH、淋洗、施肥方式等因素。该试验通过在特定地块中反复多年的试验,得到了在该地块条件下菜用大豆最佳的施肥配比和施肥量,达到了最佳的经济产量。

#### 参考文献

- [1] 魏子清. 菜用大豆新品种毛豆 75-3 及高产栽培技术[J]. 中国农技推广, 2012, 28(5): 16-17.
- [2] 孙旭刚, 王文斌, 宋书宏, 等. 施肥对大豆产量及品质的影响[J]. 园艺与种苗, 2017, 37(11): 48-51.
- [3] 王伟, 丁桔, 丁峰, 等. 不同施肥水平和种植密度对浙鲜 9 号菜用大豆产量和主要农艺性状的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32(3): 43-47.
- [4] 刘伟明, 包祖达, 丁杨东. 菜用春大豆新品种辽鲜 1 号施氮量和种植密度试验[J]. 长江蔬菜, 2011(14): 48-49.
- [5] 叶静, 安藤丰, 符建荣, 等. 几种新型有机肥对菜用毛豆产量、品质及化肥氮利用率的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2008, 34(3): 289-295.
- [6] 胡倩, 樊超, 邸树峰, 等. 肥密互作对大豆产量和品质特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(22): 23-26.
- [7] 王冬群, 成美玲, 王立, 等. 氮磷钾肥用量对菜用大豆产量及养分吸收的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(5): 129-132.
- [8] 王冬群, 成美玲. 春季菜用大豆高雄 9 号肥料与密度相关性分析[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(5): 972-973, 976.
- [9] 成美玲, 王冬群. 菜用大豆高雄 9 号养分平衡分析[J]. 浙江农业科学, 2023, 64(1): 161-164.
- [10] 李彦生, 杜明, 刘晓冰, 等. 氮素用量对菜用大豆生殖生长期根系及鲜荚产量的影响[J]. 大豆科学, 2012, 31(1): 47-51, 57.
- [11] 宁海龙, 胡国华, 李文滨, 等. 氮磷钾底肥对大豆蛋白质含量的效应[J]. 大豆科学, 2006, 25(3): 288-293.
- [12] 张兴梅, 王伟利, 何淑平, 等. 两种类型土壤大豆施钾效应[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(4): 452-455.