



李艳杰. 中微量元素肥料处理种子对大豆生长及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2021(7):19-23.

# 中微量元素肥料处理种子对大豆生长及产量的影响

李艳杰

(黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164399)

**摘要:**为促进中微量元素肥料的合理使用,本研究针对黑龙江省黑河地区的土壤状况,使用铁、锰、钼、硼及镁肥处理种子,分析中微量元素肥料对大豆出苗、株高、干物质积累、叶面积、叶绿素含量、产量及产量构成因子的影响。结果表明:供试的铁、锰、钼、硼及镁肥对大豆的出苗无不良影响,对分枝和荚数无影响,各处理的干物质积累量、叶面积及叶绿素含量均较 CK 增加,差异不显著。钼肥和硼肥较 CK 增产 7.4%、5.3%,达到显著水平;镁肥和锰肥较 CK 增产 11.8%、10.0%,达到极显著水平。

**关键词:**中微量元素;肥料;大豆

植物体是由各种化学元素组成的,根据植物体中元素含量的多少,把碳、氢、氧、氮、磷、钾称作大量营养元素,钙、镁、硫称作中量营养元素,铁、锰、钼、锌、铜、氯等称作微量营养元素。微量营养元素又叫“痕量元素”,其在植物体中的含量低于万分之一;而中量营养元素在植物体中的含量也仅为千分之一到千分之五,但它们是植物生长不可缺少的,植物缺了这些营养元素,就会影响正常的生长和发育,产量降低,品质变差,严重缺乏时甚至导致死亡<sup>[1-2]</sup>。

微量元素是生物体组成维生素、激素和各种酶的重要成分,与人体的健康息息相关。人体缺乏维生素,容易引起生理功能异常,代谢紊乱,导致各种疾病。人体所必需的微量元素不能自身合成,也不能被其他营养元素所代替,虽然有很多可以补充微量元素的保健品,但补充效果有限。增加食物中微量元素的含量,是补充人体每日所需微量元素的重要途径。虽然利用基因工程方法来增加作物籽粒中微量元素的含量有一定的效果,但转基因食品的安全性一直备受关注。施肥措施不仅能快速提高作物籽粒中微量元素的含量,而且还可以通过人类的饮食摄取来补充每日所需的营养元素,被认为是最安全、有效、快捷、绿色、健康的补充人体所需微量元素的方法<sup>[3-5]</sup>。

近年来,由于氮、磷、钾等大量元素化肥的大量使用和有机肥料施用量减少,而耕地单位面积

的生物产出水平不断提高,土壤中的中微量元素不断被消耗,致使中微量元素的缺乏逐渐成为制约作物产量和品质提高的重要因素<sup>[3]</sup>。

目前在大豆上使用的各种中、微量元素种类多,施用面广。但使用各种元素增产效果与土壤的供应水平有何联系,增产效果与经济效益如何并未完全清楚。为了科学使用中、微量元素,提高经济效益,本研究针对黑河地区耕地特点,采用铁、锰、钼、硼、镁肥处理种子,分析其对大豆产量和品质的影响,为生产中微量元素肥料的合理施用提供理论基础和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2016—2018 年在黑龙江省农业科学院黑河分院试验地进行。该试验地位于黑河市西部,土壤类型为草甸暗棕壤,中等肥力,供试土壤 pH5.82,土壤耕层有机质含量为 3.438%,全氮 0.174%,全磷 0.125%,全钾 2.162%,速效氮 170.68 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷 65.68 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 112.89 mg·kg<sup>-1</sup>。试验地前茬作物为高粱,秋季机械收获后,秸秆和残茬经处理后,进行翻耙作业,翻耙深度为 30 cm 左右。起垄后镇压,垄距 65 cm,春季施肥。

耕作方式与当地常规栽培模式相同。种植密度为 35 万株·hm<sup>-2</sup>,5 月上旬播种,机器开沟,播种前肥量定量分包,种子先按处理一次拌种,再按行包种。人工施肥、播种。

### 1.2 材料

供试肥料:磷酸二铵(含量 64%)云天化股份

收稿日期:2021-03-29

作者简介:李艳杰(1970—),女,学士,副研究员,从事作物营养与病虫害防治研究。E-mail:1249884663@qq.com。

有限公司,尿素(含量 46%)山东沃蓝生物集团有限公司,硫酸钾(含量 50%)大庆昊庆化工有限公司。铁肥、锰肥、钼肥、硼肥及镁肥(含量不小于 99.0%)天津市化学试剂四厂凯达化工厂。供试的大豆品种为黑河 53。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验区常规施肥用量为种肥磷酸二铵 100 kg·hm<sup>-2</sup>,尿素 4 kg·hm<sup>-2</sup>,硫酸钾 83 kg·hm<sup>-2</sup>。

试验采用小区试验,3 次重复,随机排列,小区面积为 16.25 m<sup>2</sup>,5 行区,行长 5 m,行距 0.65 m,重复间道 1 m,周围设保护行。田间管理同常规试验田。

试验设 6 个处理,处理 1:常规施肥(CK 对照);处理 2:常规施肥+铁肥(硫酸亚铁)0.06 kg·hm<sup>-2</sup>;处理 3:常规施肥+锰肥(硫酸锰)0.06 kg·hm<sup>-2</sup>;处理 4:常规施肥+钼肥(钼酸铵)0.06 kg·hm<sup>-2</sup>;处理 5:常规施肥+硼肥(硼砂)0.06 kg·hm<sup>-2</sup>;处理 6:常规施肥+镁肥(硫酸镁)0.06 kg·hm<sup>-2</sup>。

各处理以拌种方式且拌种前均为无种衣剂的种子。试验前,先将硫酸亚铁、硫酸锰、钼酸铵、硼砂、硫酸镁分别用适量的清水溶解,再按药种比为 1:40 拌种,于播种前对种子包衣,置于阴凉干燥处晾干后播种。

1.3.2 测定项目及方法 在苗期调查出苗率,在第一片复叶充分生长期(V2)、始花期(R1)、盛花期(R2)、鼓粒期(R6),分别调查大豆的株高、根长、地上与地下部干物质积累量,单株功能叶片面积及叶绿素含量,并于完熟期(R8)考种测产。

株高、根长用卷尺进行测量,以子叶痕为标准将大豆植株分为地上与地下两部分,叶面积测定采用打孔器取样,计算单位面积的叶片重量。

大豆生长至完熟期进行小区测产。每个小区在中间长势均匀处取 1 m<sup>2</sup>,测定株高、单株荚数、单株粒数、单株粒重及百粒重等指标,株高用卷尺测量子叶痕至生长点的高度,百粒重用百分位电子天平称重。小区实收测产。

1.3.3 数据分析 试验数据应用 Excel 2013 和 DPS 7.05 软件对数据进行处理和分析,采用 Duncan 氏新复极差法比较各处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 中微量元素肥料对大豆出苗的影响

因年份及气候条件变化,出苗期存在一定差异。由表 1 出苗率的调查结果可知,铁、锰、钼、硼、镁肥对大豆出苗无不良影响。

表 1 不同处理对大豆出苗的影响

处理	出苗率/%			
	2016	2017	2018	3 年平均
CK	77.2	65.5	76.1	72.93±6.46 a
+Fe	79.5	67.3	75.8	74.20±6.26 a
+Mn	78.7	66.9	77.6	74.40±6.52 a
+Mo	81.6	69.2	81.3	77.37±7.07 a
+B	76.2	65.8	76.9	72.97±6.22 a
+Mg	80.3	70.4	78.7	76.47±5.31 a

注:1.2016—2018 年调查日期分别为 6 月 2、13 和 16 日。  
2.不同小写字母代表差异显著(P<0.05),下同。

2.2 中微量元素肥料对大豆株高的影响

由表 2 可以看出,对株高的 4 次调查结果表明,铁、锰、钼、硼、镁肥均具有促进大豆植株前期生长的作用。第一片复叶充分生长期(V2)调查,2016 年除了钼肥的株高与对照(CK)差别较小外,铁、锰、硼和镁肥处理的植株分别较对照(CK)高 0.7、0.6、0.9 和 0.8 cm;2017 年各处理株高较对照(CK)高 0.3~2.3 cm;2018 年各处理株高较对照(CK)高 0.4~1.8 cm。

表 2 不同处理株高的比较

单位:cm

处理	V2				R1				R6				R8			
	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均
CK	6.0	10.4	10.3	8.90±1.45 a	23.5	17.3	21.8	20.87±1.85 a	56.9	77.0	40.4	58.10±10.58 a	79.9	58.1	52.0	63.33±8.47 a
+Fe	6.7	11.1	11.1	9.63±1.47 a	23.6	17.1	24.7	21.80±2.37 a	59.6	76.1	40.5	58.73±10.29 a	80.3	60.2	51.2	63.90±8.60 a
+Mn	6.6	10.7	11.9	9.73±1.60 a	23.6	18.2	25.0	22.27±2.07 a	58.9	76.5	42.4	59.27±9.85 a	79.9	59.4	55.5	64.93±7.57 a
+Mo	5.9	10.8	12.1	9.60±1.89 a	23.2	17.5	26.4	22.37±2.60 a	58.3	78.8	40.7	59.27±11.00 a	80.1	60.0	52.1	64.07±8.33 a
+B	6.9	12.7	10.7	10.10±1.70 a	24.0	17.7	23.4	21.70±2.00 a	58.2	76.8	39.8	58.27±10.68 a	80.5	58.8	51.5	63.60±8.71 a
+Mg	6.8	10.9	11.2	9.63±1.42 a	25.2	17.3	25.9	22.80±2.76 a	59.2	79.0	38.9	59.03±11.58 a	81.1	59.7	52.2	64.33±8.66 a

始花期(R1)调查结果,2016 和 2017 年各处理株高与对照(CK)差异较小,2018 年铁、锰、钼、硼和镁肥拌种的大豆植株的株高较对照(CK)高 1.6~4.6 cm。

鼓粒期(R6)调查结果,2016 和 2018 年各处理株高与对照(CK)差异不大,2017 年钼、镁肥处理株高较对照(CK)高 1.8~2.0,其余处理低于对照。

完熟期(R8)调查结果,各处理最终株高较对照(CK)略有增加,但差异不显著。

4 个时期调查结果表明,各处理 3 年平均株高均高于 CK 但差异不显著,由此可见,几种元素具有促进大豆植株前期生长的作用。

2.3 中微量元素肥料对大豆根系的影响

由表 3 可知,3 年试验结果表明几种元素对大豆根系的影响不同。在第一片复叶充分生长期(V2)调查,施用铁肥的大豆植株根长较对

照(CK)长 1.3~2.1 cm,施用锰肥的大豆植株根长较对照(CK)长 0.6~2.2 cm,施用钼肥、硼肥和镁肥的处理与对照差异不大,从 3 年平均值来看各处理与对照差异均不显著。始花期(R1)调查,各处理根长均较对照有增加,其中以镁肥最明显,根长较对照增加 1.2~2.7 cm,硼肥、钼肥、锰肥及铁肥分别较对照(CK)增加 0.8~2.2 cm、0.5~2.4 cm、0.7~1.3 cm、0.1~2.2 cm。

2.4 中微量元素肥料对大豆根重的影响

由表 4 可以看出,第一片复叶充分生长期(V2)调查,各处理对大豆根干重影响不明显;初花期(R1)调查结果,各处理根干重均较对照增加,其中镁肥最高,较对照(CK)增加 23.6%(3 年平均值),其次是硼肥,较对照(CK)增加 16.4%(3 年平均值),铁肥、钼肥和锰肥分别较对照(CK)增加 9.1%、5.5%和 5.5%(3 年平均值)。

表 3 不同处理根长的比较 单位:cm

处理	V2				R1			
	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均
CK	11.4	12.4	18.6	14.13±2.25 a	24.0	14.9	24.8	21.23±3.18 a
+Fe	13.0	13.7	20.7	15.80±2.46 a	26.2	15.2	24.9	22.10±3.47 a
+Mn	12.0	14.5	20.8	15.77±2.62 a	25.2	15.6	26.1	22.30±3.36 a
+Mo	10.9	12.4	19.7	14.33±2.72 a	26.4	15.4	24.3	22.03±3.37 a
+B	11.4	14.8	18.5	14.90±2.05 a	26.2	15.7	27.0	22.97±3.64 a
+Mg	11.0	13.7	18.7	14.47±2.26 a	23.4	16.1	27.5	22.33±3.33 a

表 4 不同处理根干重的比较 单位:g

处理	V2				R1			
	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均
CK	0.05	0.12	0.20	0.12±0.043 a	0.54	0.36	0.75	0.55±0.113 a
+Fe	0.06	0.13	0.18	0.12±0.035 a	0.62	0.38	0.81	0.60±0.124 a
+Mn	0.06	0.11	0.19	0.12±0.038 a	0.56	0.42	0.76	0.58±0.099 a
+Mo	0.05	0.12	0.21	0.13±0.046 a	0.54	0.43	0.77	0.58±0.100 a
+B	0.06	0.13	0.21	0.13±0.043 a	0.7	0.36	0.87	0.64±0.150 a
+Mg	0.05	0.13	0.20	0.13±0.043 a	0.64	0.38	1.03	0.68±0.189 a

2.5 中微量元素肥料对大豆干物质的影响

由表 5 可知,几种元素均对大豆干物质积累具有促进作用。第一片复叶充分生长期(V2)调查,各处理对大豆干物质积累量的影响不显著,其中硼肥和镁肥的地上部干重最高;初花期(R1)调

查结果,各处理干物质积累量均较对照增加,其中硼肥和镁肥最明显,分别较对照(CK)增加20.4%和 37.9%(3 年平均值),铁肥、钼肥和锰肥分别较对照(CK)增加 13.2%、8.5%和 5.1%(3 年平均值)。鼓粒期(R6)调查结果,各处理干物质积累

量均较对照增加,增加幅度为铁肥 4.5%、锰肥 16.9%、钼肥 6.3%、硼肥 2.0%、镁肥 6.6%(3 年平均值),锰肥处理的植株地上部干重显著高于其他处理。

2.6 中微量元素肥料对大豆叶面积的影响

由表 6 可知,几种元素均对大豆叶片生长具有促进作用。初花期(R1)调查结果,各处理单株功能叶片面积均较对照增加,其中镁肥和硼肥处

理的叶面积较高,分别较对照(CK)增加 33.0%和 17.3%(3 年平均值),其次是铁肥、锰肥和钼肥,分别较对照(CK)增加 15.3%、6.6%和 8.5%(3 年平均值)。盛花期(R2)调查结果,各处理单株功能叶片面积均较对照增加,增加幅度为铁肥 10.6%、锰肥 17.3%、钼肥 10.1%、硼肥 2.9%、镁肥 6.7%(3 年平均值)。

表 5 不同处理植株地上部干重的比较 单位:g

处理	V2				R1				R6			
	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均
CK	0.22	0.46	0.64	0.44±0.12 a	2.55	1.36	3.14	2.35±0.52 a	20.4	12.7	17.2	16.77±2.23 b
+Fe	0.23	0.44	0.62	0.43±0.11 a	2.69	1.39	3.91	2.66±0.73 a	19.8	14.0	18.8	17.53±1.79 b
+Mn	0.23	0.43	0.61	0.42±0.11 a	2.60	1.47	3.35	2.47±0.55 a	24.3	14.7	19.8	19.60±2.77 a
+Mo	0.22	0.48	0.66	0.45±0.13 a	2.52	1.39	3.75	2.55±0.68 a	21.8	13.5	18.2	17.83±2.40 b
+B	0.25	0.45	0.71	0.47±0.13 a	3.76	1.45	3.27	2.83±0.70 a	20.0	13.9	17.4	17.10±1.77 b
+Mg	0.22	0.46	0.74	0.47±0.15 a	3.82	1.35	4.55	3.24±0.97 a	22.6	13.6	17.4	17.87±2.61 b

表 6 不同处理功能叶片面积比较 单位:cm<sup>2</sup>

处理	R1				R2			
	2016	2017	2018	3 年平均	2016	2017	2018	3 年平均
CK	375.2	145.0	567.07	362.42±122.01 a	1106.3	871.5	991.7	989.83±67.79 a
+Fe	387.2	146.1	720.32	417.87±166.47 a	1126.8	877.1	1279.2	1094.37±117.20 a
+Mn	396.8	168.4	593.61	386.27±122.86 a	1213.7	877.1	1392.5	1161.10±151.09 a
+Mo	412.3	147.1	620.45	393.28±136.98 a	1190.3	869.6	1210.2	1090.03±110.37 a
+B	522.2	147.2	606.00	425.13±141.06 a	1119.4	873.5	1062.5	1018.47±74.32 a
+Mg	511.2	150.7	784.26	482.05±183.47 a	1175.8	928.3	1064.3	1056.13±71.56 a

2.7 中微量元素肥料对大豆叶绿素含量的影响

由表 7 可以看出,各处理叶绿素含量均较对照增加,其中以+Mo、+B 和+Mg 最高,3 年平均值,较对照分别增加 8.0%、5.6%和 8.9%。

表 7 叶绿素含量分析

处理	叶绿素含量/(mg·g <sup>-1</sup> )				较对照 增加/%
	2016	2017	2018	3 年平均	
CK	29.585	34.895	40.178	34.89±3.06 a	
+Fe	30.214	35.766	40.647	35.54±3.01 a	1.9
+Mn	30.599	36.579	40.254	35.81±2.81 a	2.8
+Mo	31.655	39.034	42.202	37.63±3.13 a	8.0
+B	30.611	38.511	41.345	36.82±3.21 a	5.6
+Mg	31.678	40.228	41.879	37.93±3.16 a	8.9

2.8 中微量元素肥料对大豆产量及产量成因子的影响

由表 8 可知,几种处理对大豆的节数和分枝数没有明显影响,而单株荚数、粒数和粒重均较对照增加,分别较对照增加 1~3 荚·株<sup>-1</sup>、1~2 粒·株<sup>-1</sup>、0.3~1.1 g·株<sup>-1</sup>。使用几种元素的处理百粒重也高于对照,较对照增加 0.1~1.0 g。

对小区实际面积(16.25 m<sup>2</sup>)收获测产,施用铁肥、锰肥、钼肥、硼肥和镁肥的处理均较对照增产,增产幅度为 1.0%、10.0%、7.4%、5.3%和 11.8%。施加钼肥和硼肥的处理较 CK 显著不显著,施用镁肥和锰肥的处理较 CK 达到显著水平。

表 8 不同处理产量及产量构成因子比较

处理	单株 节数	单株 分枝数	单株 荚数	单株 粒数	单株粒 重/g	百粒 重/g	产量/(kg·hm <sup>2</sup> )				较 CK 增产/%
							2016	2017	2018	3 年平均	
CK	13	0.2	22	52	9.5	19.2	2397	1825	1703	1975.0±213.92 b	
+Fe	14	0.2	23	53	9.4	19.5	2410	1791	1782	1994.3±207.85 b	1.0
+Mn	13	0.2	23	54	9.8	19.3	2480	1939	2100	2173.0±160.38 a	10.0
+Mo	13	0.1	25	52	10.2	20.0	2464	1974	1926	2121.3±171.89 ab	7.4
+B	13	0.2	24	52	10.6	19.8	2452	1983	1806	2080.3±192.73 ab	5.3
+Mg	14	0.1	25	52	9.9	20.2	2512	1993	2119	2208.0±156.29 a	11.8

3 讨论与结论

试验结果表明,铁肥、锰肥、钼肥、硼肥及镁肥的施用对大豆出苗无不良影响,并具有促进大豆植株前期生长的作用,使株高增高,根系发达,干物质积累量及单株功能叶片面积增加;叶绿素含量增加。

对产量构成因子的调查结果,各处理对大豆节数和分枝数没有影响,但能促进大豆的单株荚数、粒数及粒重的形成,使百粒重增加。单株荚数较对照增加 1~3 个,单株粒数较对照增加 1~2 粒,单株粒重较对照增加 3.2%~11.6%,百粒重较对照增加 0.5%~5.2%。钼肥和硼肥较 CK 增产 7.4%、5.3%,镁肥和锰肥较 CK 增产 11.8%、10%,与 CK 达到显著水平。

由此可见,中微量元素在平衡生理活性中发挥了很重要的作用,对植物体内的酶活性具有调节作用<sup>[6]</sup>。所以,有针对性的施用中微量元素肥料,有助于平衡大、中、微量元素之间的比例,满足作物对各种营养元素的需要<sup>[7]</sup>。

目前,农业生产中氮、磷、钾施用过多,肥料利

用率低,环境污染加剧。为了促进作物对各种营养元素的全面吸收,提高肥料利用率,增加作物产量,补充中微量元素已成为当前促进农作物增产增质的必要手段<sup>[8-9]</sup>。本试验从平衡供给作物养分这一宏观角度出发,为发展复合肥料和高效肥料提供科学依据。

参考文献:

[1] 杨清. 微量元素肥料[J]. 土壤肥料,1999(3):35-38.  
[2] 张岩. 微量元素在农业生产的重要作用[J]. 中国西部科技, 2010,9(2):59,49.  
[3] 马扶林. 微量元素对农作物品质影响概述[J]. 青海草业, 2009,18(2):32-35.  
[4] 张春宇. 四种生长调节剂配施微量元素在大豆生产中的应用效果研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2020.  
[5] 刘建明,元昭英,刘善科,等. 中微量元素与植物营养和人体健康的关系[J]. 化肥工业,2016,43(3):85-90,103.  
[6] 汤建伟,化全县,王保明,等. 发挥中微量元素养分在化肥减施增效中的重要作用[J]. 磷肥与复肥,2017,32(3):1-4.  
[7] 葛建军,毛学望. 微量元素水溶肥料在大豆上的应用效果研究[J]. 安徽农学通报,2021,27(5):86-87.  
[8] 张悦. 肥料应用中存在的问题及建议[J]. 肥料与健康, 2020,47(6):4-9.  
[9] 杜瑞敏,朱基琛,籍婷婷,等. 中微量元素肥料的研究现状及展望[J]. 河南化工,2018,35(4):3-6.

Effects of Seed Treatment with Medium and Trace Element Fertilizers on Soybean Growth and Yield

LI Yan-jie

(Heihe Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164399, China)

**Abstract:** In order to promote the rational use of medium and trace element fertilizers, this study used iron, manganese, molybdenum, boron and magnesium fertilizers to treat seeds based on the soil conditions in Heihe area of Heilongjiang Province, and analyzed the effects of medium and trace element fertilizers on soybean seedling emergence, plant height and dry matter accumulation, leaf area, chlorophyll content, yield and yield component factors. The results showed that the tested iron, manganese, molybdenum, boron and magnesium fertilizers had no adverse effect on the emergence of soybeans, and no effect on the number of branches and pods. The dry matter accumulation, leaf area and chlorophyll content of each treatment were all increased compared with CK, no obviously different. Compared with CK, molybdenum fertilizer and boron fertilizer increased production by 7.4% and 5.3%, reaching a significant level compared with CK; magnesium fertilizer and manganese fertilizer increased production by 11.8% and 10.0% compared with CK, reaching a very significant level.

**Keywords:** medium and trace elements; fertilizers; soybean