

# 不同营养元素混合喷施对甜荞生理指标、产量的影响

陈文晋<sup>1</sup>,盛晋华<sup>1\*</sup>,张雄杰<sup>2</sup>

(1. 内蒙古农业大学 农学院,内蒙古 呼和浩特 010019;  
2. 内蒙古天际绿洲特色生物资源研发中心,内蒙古 呼和浩特 010018)

**摘要:**以丰甜1号甜荞为材料,叶片喷施不同组合(大量元素(A)+微量元素(B)+植物生长调节剂(C))的营养元素,研究其对荞麦叶片酶活性、叶绿素含量、产量、品质的影响。结果表明,第1次喷施后的35 d,叶绿素含量最高的是A3B1C3处理,第1次喷施后7 d、35 d的叶绿素含量相差最大的是A1B3C3处理,35 d较7 d的叶绿素含量(SPAD值)高6.46;不同大量元素组合中,叶绿素含量表现为A3>A2>A1,SOD、POD、CAT活性最大的均是A3组合;不同微量元素处理中,叶绿素含量表现为B1>B3>B2,SOD、POD、CAT活性最大的均是B2组合;不同植物生长调节剂处理中,叶绿素含量表现为C1>C3>C2,SOD、POD活性最大的分别是C2、C3组合,CAT活性差异不明显。对甜荞产量和蛋白质含量影响最大的因素是微量元素,其次是大量元素,植物生长调节剂的影响最小。处理6(A3B2C1)的淀粉含量最高,处理7(A1B3C3)的蛋白质含量和产量最高。综合产量和品质的测定结果认为,处理7(A1B3C3):3.003 g/L CaSO<sub>4</sub>+4.004 g/L MgSO<sub>4</sub>+5.005 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>+3.003 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O+1.001 g/L MnCl<sub>2</sub>+2.002 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>+6 g/L ABA+15 g/L GA<sub>3</sub>+15 g/L 2,4-D在9个处理中最优。

**关键词:**甜荞;营养元素混合;叶面喷施;酶活性;叶绿素含量;产量;品质

**中图分类号:**S517      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004-3268(2015)04-0021-06

## Effect of Spraying Different Nutrient Elements on Physiological Index and Yield of Buckwheat

CHEN Wenjin<sup>1</sup>, SHENG Jinhua<sup>1\*</sup>, ZHANG Xiongjie<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China;  
2. Inner Mongolia Horizon Oasis Research Center of Characteristic Biologic Resource, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** To study the effects of foliar fertilization on the chlorophyll content, enzymatic activity, yield and quality of common buckwheat, the mixture of different macro elements (A), trace elements (B) and plant growth regulators (C) were sprayed on the buckwheat variety Fengtian 1. The leaf chlorophyll content and enzyme activity, yield and quality were measured. The results showed that the highest chlorophyll content came from the A3B1C3 treatment after 35 days of the first spraying, while the biggest difference of chlorophyll contents between 7 days and 35 days of the first spraying was A1B3C3 treatment, the SPAD being 6.46 higher in 35 days than in 7 days. Among the combinations of macro

收稿日期:2014-12-09  
基金项目:国家科技支撑计划项目(2014BAD07B04);现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-08-B-5);内蒙古自治区自然科学基金项目(2011MS0305);内蒙古自治区应用技术与开发资金项目(2012);内蒙古教育厅项目(NJYT-13-A05)  
作者简介:陈文晋(1988-),女,内蒙古通辽人,在读硕士研究生,研究方向:荞麦栽培。E-mail: lanyechenye@126.com  
\*通讯作者:盛晋华(1968-),女,山东莱州人,教授,博士,主要从事药用植物繁育与生理研究。E-mail: sjinhua@163.com  
网络出版时间:2015-03-19 11:11:00  
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/41.1092.S.20150319.1111.001.html>

elements, the chlorophyll content of buckwheat was  $A3 > A2 > A1$ , and  $A3$  also had the maximum value on SOD, POD, CAT activities. Among the combinations of micro elements, the chlorophyll content of buckwheat was  $B1 > B3 > B2$ , and  $B2$  had the maximum value on SOD, POD, CAT activities. Among the treatments of different plant growth regulators, the chlorophyll content of buckwheat was  $C1 > C3 > C2$ , and treatments  $C2$  and  $C3$  had the maximum value on SOD and POD, but little effect on CAT. The trace elements had the biggest effects on yield and protein content of buckwheat, followed by macro elements, and then by plant growth regulators. The highest content of total starch was treatment 6 ( $A3B2C1$ ), while the highest protein content and yield was treatment 7 ( $A1B3C3$ ). Based on the results of yield and quality, the best treating combination was 3.003 g/L calcium sulfate, 4.004 g/L magnesium sulfate and 5.005 g/L monopotassium phosphate for macro elements, and 3.003 g/L borax, 1.001 g/L manganese chloride and 2.002 g/L ammonium molybdate for trace elements, and 6 g/L ABA, 15 g/L  $GA_3$  and 15 g/L 2,4-D for plant growth regulators.

**Key words:** buckwheat; mixture of nutrient elements; foliage dressing; enzyme activity; chlorophyll content; yield; quality

甜荞是一种需肥较多的作物,目前甜荞产量较低,这主要受甜荞是耐瘠薄作物这一传统观念的影响,使得甜荞的种植没有相应的配套栽培技术<sup>[1-4]</sup>。不少学者研究了追肥对荞麦生长发育、产量和品质的调控效应。张俊科等<sup>[5]</sup>研究认为,适宜的氮磷钾配施,有利于促进甜荞生长、提高产量。汪灿等<sup>[6]</sup>研究表明,甜荞产量随施肥量的增加而增加。胡丽雪等<sup>[7]</sup>研究指出,叶面喷施硼有利于苦荞的生长、产量的提高及黄酮类物质的积累。这些研究对促进荞麦高产优质生产及相关研究起到了积极作用,但有关叶面混合喷肥对甜荞酶活性、产量、品质等的影响鲜有报道。为此,以呼和浩特地区主栽甜荞为试材,通过不同营养元素混合喷施,探索甜荞最佳叶面施肥模式,为呼和浩特地区甜荞高产优质栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验所选荞麦品种为丰甜 1 号。

1.2 试验设计

试验于 2012—2013 年在内蒙古农业大学教学试验基地进行,采用三因素三水平正交试验设计,叶面喷施大量元素(A)、微量元素(B)和植物生长调节剂(C),每个因素设 3 个水平(表 1),重复 3 次,小区面积为 10 m<sup>2</sup>。正交试验设计见表 2。第 1 次叶面喷施时间在荞麦第 2 分枝现蕾初期,每隔 15 d 喷施一次,共喷施 3 次;第 1 次取样在第 1 次处理后 7 d,此后每隔 7 d 取样一次,共取样 7 次。基肥施 N 130.5 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 104.7 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 90 kg/hm<sup>2</sup>。

表 1 试验设计方案

因素	水平	组合配比
大量元素 / (g/L)	A1	3.003 (CaSO <sub>4</sub> ) + 4.004 (MgSO <sub>4</sub> ) + 5.005 (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )
	A2	1.001 (CaSO <sub>4</sub> ) + 4.004 (MgSO <sub>4</sub> ) + 3.003 (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )
	A3	3.003 (CaSO <sub>4</sub> ) + 2.002 (MgSO <sub>4</sub> ) + 3.003 (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )
微量元素 / (g/L)	B1	3.003 (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O) + 2.002 (MnCl <sub>2</sub> ) + 4.004 ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> )
	B2	1.001 (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O) + 2.002 (MnCl <sub>2</sub> ) + 2.002 ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> )
	B3	3.003 (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O) + 1.001 (MnCl <sub>2</sub> ) + 2.002 ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> )
植物生长调节剂 / (mg/L)	C1	4 (ABA) + 15 (GA <sub>3</sub> ) + 10 (2,4-D)
	C2	6 (ABA) + 10 (GA <sub>3</sub> ) + 15 (2,4-D)
	C3	6 (ABA) + 15 (GA <sub>3</sub> ) + 15 (2,4-D)

表 2 正交试验处理组合

处理	组合	处理	组合
1	A1B1C1	6	A3B2C1
2	A2B1C2	7	A1B3C3
3	A3B1C3	8	A2B3C1
4	A1B2C2	9	A3B3C2
5	A2B2C3		

1.3 测定指标及方法

于第 2 分枝现蕾初期对荞麦叶片喷施营养元素后,每隔 7 d 测定酶活性。取样时间为 8:00—9:00,摘下叶片放入冰盒,带回实验室进行测定。超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑比色法(NBT);过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚

法;过氧化氢酶 (CAT) 活性测定采用紫外吸收法<sup>[8]</sup>。用 SPAD - 502 叶绿素仪对植株进行活体叶绿素含量测定,每个小区选取 10 株,测定相同部位的叶片,每片叶测 3 个点,求平均值,以叶绿素含量的相对值 (SPAD 值) 表示。蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝法。淀粉含量测定采用蒽酮比色法。

1.4 数据处理方法

试验数据利用 DPS v3.01 和 Excel 进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同营养元素对甜荞叶绿素含量的影响

2.1.1 不同处理间甜荞叶绿素含量的比较 由图 1 可以看出,不同处理组合之间甜荞叶片叶绿素含量变化趋势类似,即第 1 次处理后 35 d 是叶绿素含量的拐点,在此之前叶绿素含量呈上升趋势,之后呈下降趋势。第 1 次处理后的 35 d,叶绿素含量最高的是处理 A3B1C3,其次是处理 A2B3C1;第 1 次处理后 7 d 与 35 d 的叶绿素含量相差最大的是处理 A1B3C3,差值达 6.46,叶绿素含量相差最小的是处理 A2B1C2,仅为 4.58。

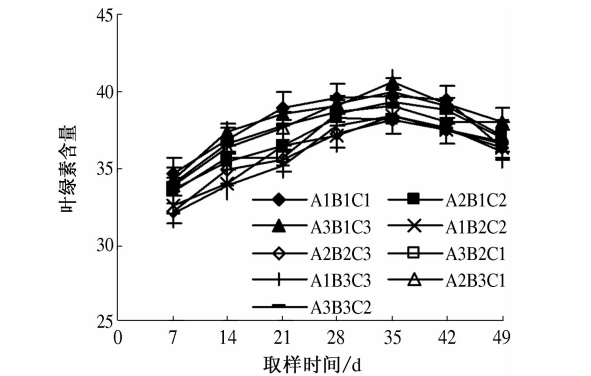


图 1 不同处理组合甜荞叶绿素含量的变化

2.1.2 各因素水平对甜荞叶绿素含量的影响 不同大量元素处理下,甜荞叶绿素含量表现为 A3 > A2 > A1,即 3.003 g/L CaSO<sub>4</sub> + 2.002 g/L MgSO<sub>4</sub> + 3.003 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 组合下甜荞叶绿素含量较高(图 2)。

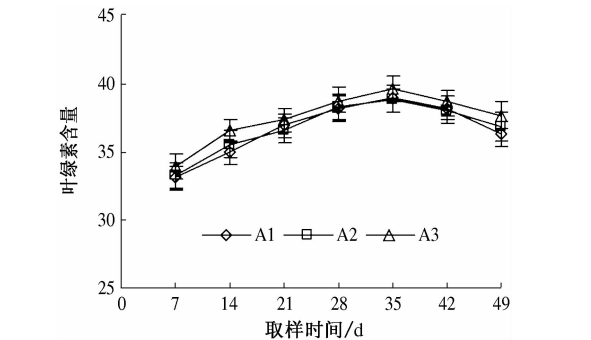


图 2 不同质量浓度大量元素下甜荞叶绿素含量的变化

由图 3 可知,不同微量元素处理下,甜荞叶绿素含量表现为 B1 > B3 > B2,即 3.003 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O + 2.002 g/L MnCl<sub>2</sub> + 4.004 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 组合下甜荞叶绿素含量最高;不同植物生长调节剂处理下,叶绿素含量表现为 C1 > C3 > C2,即 4 mg/L ABA + 15 mg/L GA<sub>3</sub> + 10 mg/L 2,4 - D 组合下甜荞叶绿素含量较高(图 4)。

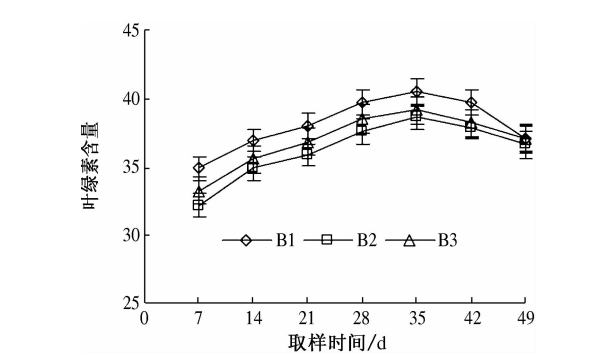


图 3 不同质量浓度微量元素下甜荞叶绿素含量的变化

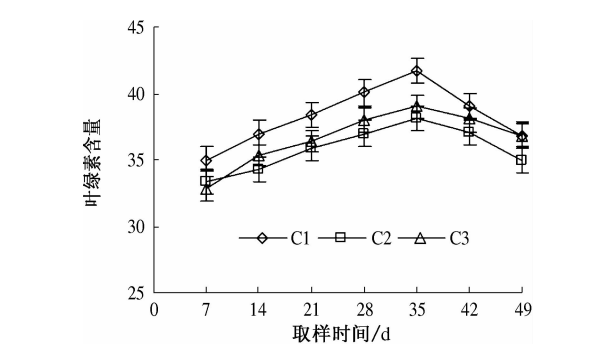


图 4 不同质量浓度植物生长调节剂下甜荞叶绿素含量的变化

2.2 不同营养元素对甜荞叶片酶活性的影响

2.2.1 各因素水平对甜荞叶片 SOD 活性的影响 由图 5—7 可知,不同营养元素叶面喷施处理下,各处理 SOD 活性的最高峰值均出现在第 1 次处理后的 21 d,即开花盛期。其中,大量元素组合间对叶片 SOD 活性影响有一定的差别,A3 组合的叶片 SOD 活性明显高于其他 2 个组合;微量元素中,B2 组合的叶片 SOD 活性略高于其他 2 个组合;不同质量浓

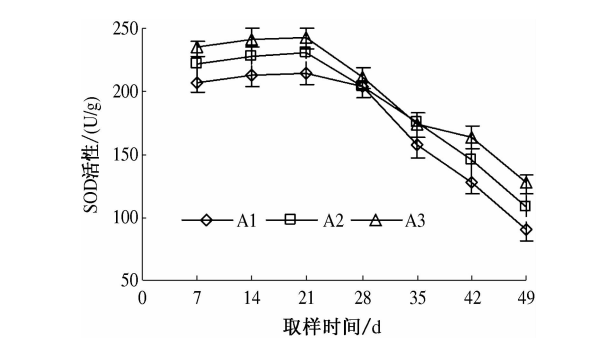


图 5 不同质量浓度大量元素下甜荞叶片 SOD 活性的变化

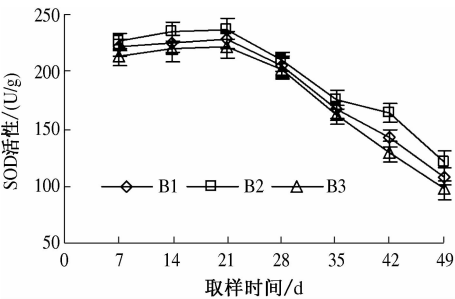


图 6 不同质量浓度微量元素下甜荞叶片 SOD 活性的变化

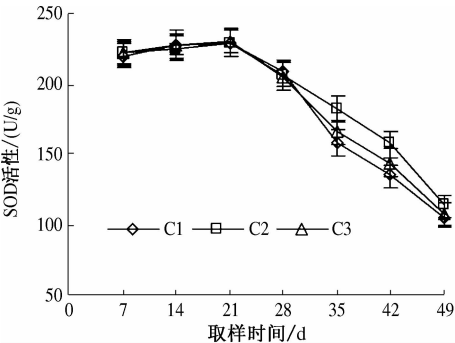


图 7 不同质量浓度植物生长调节剂下甜荞叶片 SOD 活性的变化

度组合的植物生长调节剂处理的叶片 SOD 活性在第 1 次处理后的 28 d 之内没有明显差异,之后 C2 组合的叶片 SOD 活性明显高于其他 2 个组合。

2.2.2 各因素水平对甜荞叶片 POD 活性的影响  
由图 8—10 可知,在对甜荞植株进行叶面施肥处理后,叶片 POD 活性逐渐上升,在第 1 次处理后的 21 d 达到最高值,之后开始下降。其中,大量元素组合间

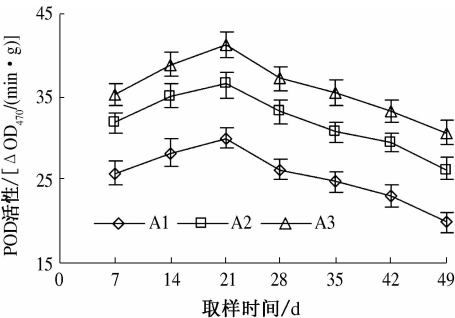


图 8 不同质量浓度大量元素下甜荞叶片 POD 活性的变化

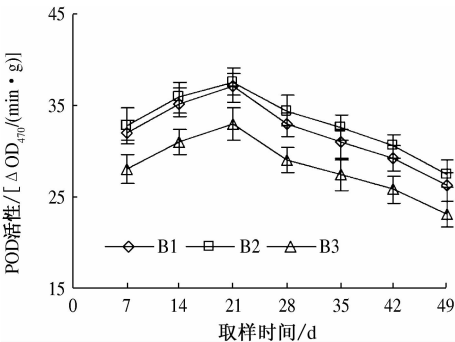


图 9 不同质量浓度微量元素下甜荞叶片 POD 活性的变化

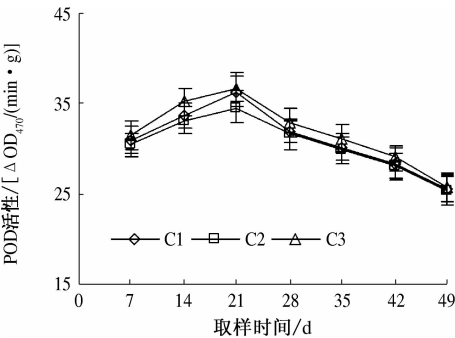


图 10 不同质量浓度植物生长调节剂下甜荞叶片 POD 活性的变化

差异较为显著,A3 组合下叶片 POD 活性明显高于其他 2 个组合;微量元素组合间,组合 B1 和 B2 的差别较小,但处理后两者叶片 POD 活性明显高于 B3 组合;在植物生长调节剂处理下,C2 组合的叶片 POD 活性略低于其他 2 个组合,但三者之间差异不明显。

2.2.3 各因素水平对甜荞叶片 CAT 活性的影响  
由图 11—13 可知,对甜荞植株进行叶面喷施处理后,

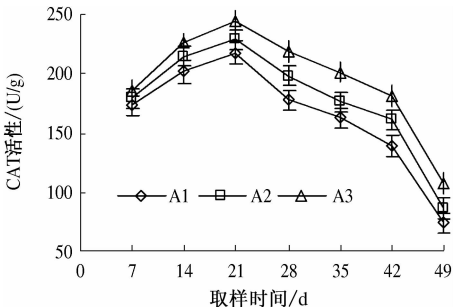


图 11 不同质量浓度大量元素下甜荞叶片 CAT 活性的变化

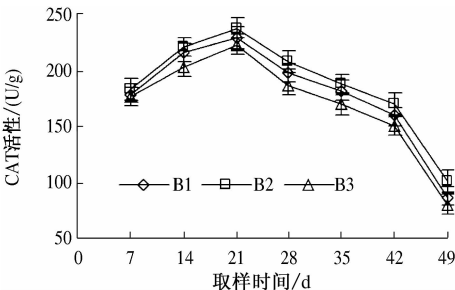


图 12 不同质量浓度微量元素下甜荞叶片 CAT 活性的变化

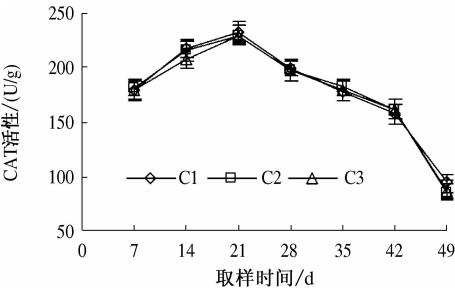


图 13 不同质量浓度植物生长调节剂下甜荞叶片 CAT 活性的变化

叶片 CAT 活性呈增长趋势,第 1 次处理后的 21 d 达到最大值,之后开始下降。其中,大量元素各组合间存在明显差别,A3 组合明显高于其他组合;微量元素组合间也存在明显差异,B2 组合叶片 CAT 活性较大;植物生长调节剂组合间差异不明显。

2.3 不同营养元素对甜荞品质指标的影响

2.3.1 不同处理组合间甜荞的品质比较 从表 3 可以看出,甜荞蛋白质含量最高的是处理 7 (A1B3C3),即大量元素 3.003 g/L CaSO<sub>4</sub> + 4.004 g/L MgSO<sub>4</sub> + 5.005 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,微量元素 3.003 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O + 1.001 g/L MnCl<sub>2</sub> + 2.002 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 及植物生长调节剂 6 g/L ABA + 15 g/L GA<sub>3</sub> + 15 g/L 2,4 - D 组合;另外甜荞蛋白质含量较高的 2 个处理是处理 1 (A1B1C1) 和处理 8 (A2B3C1)。甜荞淀粉含量最高的是处理 6 (A3B2C1),即大量元素 3.003 g/L CaSO<sub>4</sub> + 2.002 g/L MgSO<sub>4</sub> + 3.003 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,微量元素 1.001 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O + 2.002 g/L MnCl<sub>2</sub> + 2.002 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 及植物生长调节剂 4 g/L ABA + 15 g/L GA<sub>3</sub> + 10 g/L 2,4 - D 组合;另外甜荞淀粉含量较高的 3 个处理是处理 1 (A1B1C1)、处理 7 (A1B3C3) 和处理 3 (A3B1C3)。

表 3 各处理间甜荞品质和产量比较

处理	蛋白质/%	淀粉/%	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )
A1B1C1	11.56bB	66.64aAB	1 228.27cC
A2B1C2	10.14cdCD	64.53dCD	1 080.03dD
A3B1C3	9.52deCD	66.28abcAB	999.13eE
A1B2C2	8.53fE	65.49bcBC	1 096.41dD
A2B2C3	9.64cC	65.33cdBC	1 078.53dD
A3B2C1	8.69fE	66.88aA	972.57eE
A1B3C3	12.68aA	66.34abAB	1 408.32aA
A2B3C1	10.63cC	62.37fE	1 337.99bB
A3B3C2	9.63eDE	63.40eDE	1 212.86cC

注:同列数字后的不同大、小写字母不同表示差异达极显著水平和显著水平。

2.3.2 各因素水平对甜荞品质的影响 由表 4 可知,极差分析结果表明,蛋白质含量的极差值 RB > RA > RC,即影响甜荞蛋白质的主要因素是微量元素,其次是大量元素,植物生长调节剂影响最小;而淀粉含量的极差值 RA > RB > RC,即影响甜荞淀粉的主要因素是大量元素,其次是微量元素,植物生长调节剂影响最小。不同质量浓度组合的大量元素中,组合 A1 (3.003 g/L CaSO<sub>4</sub> + 4.004 g/L MgSO<sub>4</sub> + 5.005 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 的甜荞蛋白质含量和淀粉含量均最高,达 10.92% 和 66.16%;组合 A3 (3.003 g/L CaSO<sub>4</sub> + 2.002 g/L MgSO<sub>4</sub> + 3.003 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 的蛋

白质含量最低,为 9.28%,组合 A2 (1.001 g/L CaSO<sub>4</sub> + 4.004 g/L MgSO<sub>4</sub> + 3.003 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 的淀粉含量最低,为 64.08%。不同质量浓度组合的微量元素中,组合 B3 (3.003 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O + 1.001 g/L MnCl<sub>2</sub> + 2.002 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>) 的甜荞蛋白质含量最高,达 10.98%;淀粉含量最高的是 B2 (1.001 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O + 2.002 g/L MnCl<sub>2</sub> + 2.002 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>),含量为 65.90%。不同质量浓度组合的植物生长调节剂中,组合 C3 (6 g/L ABA + 15 g/L GA<sub>3</sub> + 15 g/L 2,4 - D) 的蛋白质含量和淀粉含量均最高,达 10.61% 和 65.98%。

表 4 不同因素水平对甜荞产量和品质的影响

组合	蛋白质/%	淀粉/%	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )
A1	10.92	66.16	1 244.33
A2	10.14	64.08	1 165.52
A3	9.28	65.52	1 061.52
B1	10.41	65.82	1 102.48
B2	8.95	65.90	1 049.17
B3	10.98	64.04	1 319.72
C1	10.29	65.30	1 179.61
C2	9.43	64.47	1 129.77
C3	10.61	65.98	1 161.99
RA	1.64	2.08	182.81
RB	2.03	1.86	270.55
RC	1.18	1.51	49.84

2.4 不同营养元素对甜荞产量的影响

2.4.1 不同处理组合间甜荞的产量比较 从表 3 可以看出,不同处理组合间产量最高 (1 408.32 kg/hm<sup>2</sup>) 的是处理 7 (A1B3C3),即大量元素 3.003 g/L CaSO<sub>4</sub> + 4.004 g/L MgSO<sub>4</sub> + 5.005 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>,微量元素 3.003 g/L Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O + 1.001 g/L MnCl<sub>2</sub> + 2.002 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 及植物生长调节剂 6 g/L ABA + 15 g/L GA<sub>3</sub> + 15 g/L 2,4 - D 组合;其次是处理 8 (A2B3C1) (1 337.99 kg/hm<sup>2</sup>)。

2.4.2 各因素水平对甜荞产量的影响 由表 4 可知,极差分析结果表明,影响甜荞产量的主要因素是微量元素,其次是大量元素,植物生长调节剂影响最小。不同浓度组合的大量元素中,3 个组合间产量大小为 A1 > A2 > A3,说明 A1 质量浓度对甜荞的产量最有利。不同质量浓度组合的微量元素中,3 个组合间产量大小为 B3 > B1 > B2,说明 Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O 的质量浓度相对高些,而 MnCl<sub>2</sub> 和 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> 的质量浓度相对低些有利于甜荞产量的形成。不同质量浓度组合的植物生长调节剂中,3 个组合间产量大小为 C1 > C3 > C2,表明组合 C1 (4 mg/L ABA + 15 mg/L GA<sub>3</sub> + 10 mg/L 2,4 - D) 有利于甜荞产量的形成。

### 3 结论与讨论

高产一直是栽培和育种工作者追求的目标,环境因素主要通过对产量构成因素起作用而影响产量,但由于受品种、地域等的影响,结论不一<sup>[9-12]</sup>。本研究表明,微量元素 3.003 g/L  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  + 1.001 g/L  $\text{MnCl}_2$  + 2.002 g/L  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  的组合甜荞产量最高,其次是大量元素 3.003 g/L  $\text{CaSO}_4$  + 4.004 g/L  $\text{MgSO}_4$  + 5.005 g/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  的组合,第 3 是植物生长调节剂 4 g/L ABA + 15 g/L  $\text{GA}_3$  + 10 g/L 2,4-D 的质量浓度组合。在第 1 次处理后的 35 d,叶绿素含量最高的是处理 A3B1C3,其次是处理 A2B3C1;第 1 次处理后 7 d 与 35 d 的叶绿素含量相差最大的是处理 A1B3C3,差值达 6.46,叶绿素含量相差最小的是处理 A2B1C2,差值仅为 4.58。王淑敏等<sup>[13]</sup>的研究表明,叶面喷施不同营养元素对甜荞的酶活性有明显的影 响。本研究结果显示,大量元素组合中 SOD、POD、CAT 活性最大的均是组合 A3;微量元素组合中 SOD、POD、CAT 活性最大的均是组合 B2;植物生长调节剂组合中 SOD 活性最大的是组合 C2,POD 活性最大的是组合 C3,CAT 活性差异不明显。李卫东等<sup>[14]</sup>指出,氮磷钾肥对大豆籽粒蛋白质和脂肪含量影响明显,但施肥量过高或过低都使品质下降。本试验中微量元素是影响产量和蛋白质含量的主要因素,其次是大量元素,对产量和蛋白质含量影响最小的是植物生长调节剂,适宜的微量元素质量浓度组合(3.003 g/L  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  + 1.001 g/L  $\text{MnCl}_2$  + 2.002 g/L  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ )更利于产量的提高和蛋白质的形成。赵广才等<sup>[15]</sup>研究结果表明,叶面喷施不同营养元素对小麦产量和品质均比对照有所提高。牛波等<sup>[16]</sup>的研究表明,适当施肥对荞麦产量和品质均有显著提高。本研究表 明处理 7(A1B3C3)的产量和蛋白质含量是 9 个处理中最高,处理 6(A3B2C1)的淀粉含量在 9 个处理中最高,这可能是由于处理 7 有益于产量的增加和蛋白质的形成,处理 6 促进甜荞淀粉的合成。综合产量和品质的测定结果认为,处理 7(A1B3C3):3.003 g/L  $\text{CaSO}_4$  + 4.004 g/L  $\text{MgSO}_4$  + 5.005 g/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  + 3.003 g/L  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  + 1.001 g/L  $\text{MnCl}_2$  + 2.002 g/L  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  + 6 g/L ABA + 15 g/L  $\text{GA}_3$  +

15 g/L 2,4-D 在 9 个处理中最优。

#### 参考文献:

- [1] 赵钢,邹亮,彭镰心.不同肥料处理对苦荞产量和品质的影响[J].上海农业学报,2013,29(6):100-102.
- [2] 常庆涛,刘荣甫,戴永发,等.氮磷钾复合肥不同用量对春荞麦生长发育及产量的影响[J].现代农业科技,2014(1):31-32.
- [3] 张强.栽培措施对荞麦产量和品质形成的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2012.
- [4] 赵永峰,穆兰海,常克勤,等.不同栽培密度与 N、P、K 配比精确施肥对荞麦产量的影响[J].内蒙古农业科技,2010(4):61-62.
- [5] 张俊科,晋小军,王建军,等.不同施肥量对甜荞主要产量指标的影响[J].中国农学通报,2006,22(10):138-140.
- [6] 汪灿,李曼,王诗雪,等.不同播期、播种量和施肥量对甜荞信农 1 号春播产量及农艺性状的影响[J].贵州农业科学,2014,42(3):52-55.
- [7] 胡丽雪,刘学仪,向达兵,等.叶面喷施硼对苦荞麦生长、产量及黄酮类物质的影响[J].作物杂志,2014(1):105-108.
- [8] 郝再彬,苍晶,徐仲,等.植物生理实验[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2005:46-101.
- [9] 穆兰海,剡宽江,陈彩锦,等.不同密度和施肥水平对苦荞麦产量及其结构的影响[J].现代农业科技,2012(1):63-64.
- [10] 张以忠,陈庆富.荞麦研究的现状与展望[J].种子,2004,23(3):39-42.
- [11] 李世贵.荞麦对环境条件的要求及其高产栽培技术[J].现代农业科技,2007(21):136-138.
- [12] 韦冬萍,韦剑锋,吴炫柯,等.叶面追肥对马铃薯干物质积累、营养状况及土壤养分的影响[J].河南农业科学,2013,42(8):57-61.
- [13] 王淑敏,盛晋华,张雄杰,等.甜荞叶片 SOD、POD、CAT 活性对矿质营养元素的响应[J].作物杂志,2014(2):93-96.
- [14] 李卫东,张孟臣.黄淮海夏大豆及品种参数[M].北京:中国农业科学技术出版社,2006:10-12.
- [15] 赵广才,常旭虹,杨玉双,等.叶面喷施不同营养元素对冬小麦产量和品质的影响[J].麦类作物学报,2011,31(4):689-694.
- [16] 牛波,冯美臣,杨武德.不同肥料配比对荞麦产量和品质的影响[J].陕西农业科学,2006(2):8-9.